

Poradnik Projektanta

skojarzonych źródeł ciepła z zastosowaniem urządzeń firmy Brötje.

Wydanie 2024

BRÖTJE HEIZUNG

PORADNIK PROJEKTANTA

skojarzonych źródeł ciepła z zastosowaniem urządzeń

firmy Brötje

Wydanie 2024

Wydawca:
Sieć Hurtowni Instalacyjnych BIMs Plus

Zespół autorski:
mgr inż. Wojciech Walczyński
mgr inż. Wojciech Ratajczak
mgr inż. arch. Aleksandra Marcolla

Konsultacja Brötje:
mgr inż. Maciej Michalski

Poradnik został opracowany w oparciu o normy i przepisy obowiązujące w dniu jego wydania. Przy korzystaniu z niniejszego Poradnika należy każdorazowo sprawdzić aktualność norm i przepisów.

Od Wydawcy

Grupa BIMs PLUS ma zaszczyt przekazać Państwu do dyspozycji VIII edycję „Poradnika Projektanta skojarzonych źródeł ciepła z zastosowaniem urządzeń firmy Brötje". Dotychczasowe edycje zostały opracowane przy współpracy eksperta technicznego, p. mgr inż. Zbigniewa Andersa (edycja I i II) oraz eksperta merytorycznego p. mgr inż. Krystiana Marcolla (edycje od III do VII). Edycja VIII została opracowana przez zespół autorski: mgr inż. arch. Aleksandra Marcolla, mgr inż. Wojciech Ratajczak, mgr inż. Wojciech Walczyński. Grupa BIMs PLUS składa podziękowania zespołowi autorskiemu za olbrzymi wysiłek w opracowanie i wydanie Poradnika.

Obecne wydanie Poradnika związane jest z aktualizacją zmieniających się rozporządzeń, ustaw oraz norm, jak również z uaktualnieniem oferty producenta. Poradnik stanowi zbiór przepisów i wytycznych, pozwalających na zaprojektowanie kotłowni o wysokiej sprawności, z wykorzystaniem pomp ciepła i kotłów kondensacyjnych firmy Brötje.

W niniejszym VIII wydaniu nowością jest rozdział 4. pt. „Sprężarkowe, elektryczne pompy ciepła". Jego opracowanie jest nawiązaniem do europejskiej polityki klimatyczno-energetycznej, która zmierza do uzyskania neutralności klimatycznej. Pokłosiem tego stają się odnawialne źródła energii, które coraz częściej stosowane są w budynkach nowych i modernizowanych. Aby sprostać tym wymaganiom wydanie VIII zostało poszerzone o rozdział 4., którego treść jest podstawowym źródłem wiedzy, niezbędnym do zrozumienia układów hydraulicznych pracujących z pompami ciepła.

Wiedza zawarta w Poradniku kierowana jest przede wszystkim do projektantów i wykonawców nowoczesnych kotłowni wodnych oraz firm związanych z branżą OZE. Wydanie to jest również źródłem wiedzy dla firm serwisujących i eksploatujących kotłownie, inspektorów nadzoru oraz studentów uczelni technicznych.

Grupa BIMs PLUS – sieć Hurtowni Instalacyjnych – działa na rynku już 30 lat, współpracując z Państwem na wielu płaszczyznach. Stale się rozwijamy i poszerzamy naszą ofertę, dostosowując się do obowiązujących przepisów. Chcąc sprostać Państwa wymaganiom postanowiliśmy wydać VIII edycję Poradnika. Mamy nadzieję, że ta publikacja będzie stanowić kamień milowy dalszej, wieloletniej współpracy pełnej sukcesów i trudnych wyzwań, którym wspólnie będziemy mogli stawić czoła. Życzymy sobie, aby Poradnik był cennym źródłem wiedzy technicznej oraz podstawą do podejmowania świadomych i inżynierskich decyzji, podczas realizacji podjętych przez Państwa zadań projektowych.

BIMs PLUS

Spis treści

1. Wstęp ... 9
2. Program produkcyjny kotłów i pomp ciepła firmy Brötje – podstawowe dane techniczne ... 10
   - 2.1. Gazowe kotły kondensacyjne wiszące z automatyką IWR ... 11
     - 2.1.1. QWHS 20/24 i 24/28, QWHC 20/24, 24/28 i 30/35 ... 11
     - 2.1.2 WBS 14.1, WBS 22.1 i WBC 22/28.1 ... 16
     - 2.1.3. WGB 14.1, WGB 22.1, WGB 28.1 i WGB 38.1 ... 24
     - 2.1.4. WGB-K 22/28.1 ... 31
     - 2.1.5. Regulatory IWR i akcesoria hydrauliczne ... 38
   - 2.2. Gazowe kotły kondensacyjne wiszące z automatyką ISR-Plus ... 42
     - 2.2.1. WHBS D 14, 22 i 30, WHBC D 22/24 i 28/33 oraz WHBK 22/24 ... 42
     - 2.2.2. WGB 50i, 70i, 90i, 110i ... 52
   - 2.3. Gazowe kotły kondensacyjne stojące z automatyką ISR-Plus ... 58
     - 2.3.1. BBK EVO 20/22i 2,9-20/22 kW - kocioł z zabudowanym podgrzewaczem c.w.u. ... 58
     - 2.3.2. BBS EVO 15i, 20i, 28i - kocioł z zabudowanym podgrzewaczem c.w.u. ... 64
     - 2.3.3. BGB EVO 15i, 20i, 28i, 38i ... 72
     - 2.3.4. BGB 50i, 70i, 90i, 110i ... 77
     - 2.3.5. SGB 125i, 170i, 215i, 260i, 300i ... 81
     - 2.3.6. SGB 400i, 470i, 540i, 610i ... 87
   - 2.4. Olejowe kotły kondensacyjne stojące z automatyką ISR-Plus ... 91
     - 2.4.1. BOB 20 B, BOB 25 B ... 91
     - 2.4.2. BOB 32 B, BOB 40 B ... 95
   - 2.5. Regulatory ISR-Plus ... 99
   - 2.6. Podgrzewacze c.w.u. do kotłów gazowych ... 106
     - 2.6.1. BS 120 C, BS 160 C, BS 200 C - stojące ... 106
     - 2.6.2. EAS 120 C, 150 C, 200 C, 300 C, 400 C, 500 C - stojące i EAS-T 150 D, EAS-T 200 D - leżące ... 110
     - 2.6.3. SSB 300 B, 400 B, 500 B - stojące i SSB 300 ECO B - solarny, stojący ... 117
   - 2.7. Pompy ciepła ... 121
     - 2.7.1. Pompa ciepła BLW Split D 4-8 kW ... 121
     - 2.7.2. Pompa ciepła BLW Split-K D 4-8 kW ... 127
     - 2.7.3. Pompa ciepła BLW Split C 11-16 kW ... 133
     - 2.7.4. Pompa ciepła BLW Split-K C 11-16 kW ... 140
     - 2.7.5. Pompa ciepła BLW Split-P C 6-27 kW ... 147
     - 2.7.6. Pompa ciepła do c.w.u. BTW B i BTW S B ... 155
     - 2.7.7. Wyposażenie dodatkowe do pomp ciepła BLW Split C i BLW Split D ... 160
3. Zagadnienia projektowania wodnych kotłowni niskotemperaturowych ... 171
   - 3.1. Informacje ogólne ... 171
   - 3.2. Moc cieplna kotłowni ... 171
     - 3.2.1. Określenie zapotrzebowania na moc cieplną ... 171
     - 3.2.2. Wymagany standard energetyczny budynków i ich wyposażenia technicznego. Wskaźnik EP ... 172
     - 3.2.3. Efektywność energetyczna w projektowaniu kotłowni ... 176
       - 3.2.3.1. Wprowadzenie ... 176
       - 3.2.3.2. Projekt budowlany ... 176
       - 3.2.3.3. Uregulowania prawne dotyczące okresowej kontroli systemów grzewczych ... 178
       - 3.2.3.4. Ekoprojekt ... 179
       - 3.2.3.5. Uregulowania prawne związane z dozorem technicznym ... 179
   - 3.3. Kotłownie na gaz ziemny i skroplony (płynny) ... 181
     - 3.3.1. Ogólne wymagania techniczne ... 181
     - 3.3.2. Kotłownie na paliwo gazowe o gęstości względnej mniejszej niż 1 – gaz ziemny ... 182
       - 3.3.2.1. Wprowadzenie ... 182
       - 3.3.2.2. Kotłownie o łącznej mocy cieplnej do 30 kW ... 182
       - 3.3.2.3. Kotłownie o łącznej mocy cieplnej od 30 kW do 60 kW ... 183
       - 3.3.2.4. Kotłownie o łącznej mocy cieplnej od 60 kW do 2000 kW ... 184
       - 3.3.2.5. Stanowisko Komendy Głównej Państwowej Straży Pożarnej w sprawie lokalizacji kotłowni w budynkach zasilanych w ciepło z tych kotłowni ... 186
       - 3.3.2.6. Stanowisko Komendy Głównej Państwowej Straży Pożarnej w sprawie lokalizacji kotłowni wolnostojących ... 187
     - 3.3.3. Kotłownie na paliwo gazowe o gęstości względnej równej i większej niż 1 – gaz płynny ... 187
       - 3.3.3.1. Wprowadzenie ... 187
       - 3.3.3.2. Uregulowania prawne ... 188
       - 3.3.3.3. Pomieszczenie kotłowni ... 188
   - 3.4. Kotłownie olejowe ... 189
     - 3.4.1. Ogólne wymagania techniczne ... 189
     - 3.4.2. Pomieszczenie kotłowni ... 189
   - 3.5. Podział kotłów centralnego ogrzewania ... 190
     - 3.5.1. Wprowadzenie ... 190
     - 3.5.2. Podział z uwagi na rozwiązanie komory spalania ... 190
     - 3.5.3. Podział z uwagi na temperaturę spalin ... 190
     - 3.5.4. Podział z uwagi na przygotowanie ciepłej wody ... 190

3.6. Kotły kondensacyjne ... 191
3.6.1. Efektywność energetyczna ... 191
3.6.2. Budowa kotłów ... 192
3.6.3. Instalacje c.o. zasilane z kotłów kondensacyjnych ... 193
3.7. Układy hydrauliczne kotłowni ... 194
3.7.1. Uwagi ogólne ... 194
3.7.2. Współpraca kotłów Brötje z kotłami na paliwo stałe i instalacjami słonecznymi ... 195
3.8. Zabezpieczenie instalacji kotłowych niskotemperaturowych ... 196
3.8.1. Wprowadzenie ... 196
3.8.2. Zabezpieczenie instalacji ogrzewań wodnych systemu zamkniętego z naczyniami wzbiorczymi przeponowymi ... 196
3.8.2.1. Dobór zaworów bezpieczeństwa ... 196
3.8.2.2. Dobór przeponowych naczyń wzbiorczych ... 199
3.8.2.3. Rura wzbiorcza ... 208
3.8.2.4. Zabezpieczenie przed przekroczeniem dopuszczalnej temperatury wody ... 208
3.8.2.5. Zabezpieczenie kotła przed zbyt niskim poziomem wody ... 209
3.8.2.6. Ogranicznik ciśnienia ... 209
3.8.2.7. Osprzęt instalacji i urządzeń zabezpieczających ... 209
3.8.2.8. Dodatkowe zabezpieczenie kotłowni z kotłami opalanymi gazem, o mocy cieplnej powyżej 60 kW ... 210
3.8.2.9. Inne zalecane zabezpieczenia ... 210
3.9. Pompy ... 216
3.9.1. Wprowadzenie dotyczące wymagań energetycznych - Ekoprojekt ... 216
3.9.2. Charakterystyka instalacji rurowej ... 216
3.9.3. Charakterystyka pomp ... 219
3.9.4. Dane do doboru pomp ... 221
3.9.4.1. Informacje ogólne ... 221
3.9.4.2. Pompy obiegowe systemu grzewczego ... 221
3.9.4.3. Pompy kotłowe ... 222
3.9.4.4. Pompy mieszające ... 223
3.9.5. Dobór pomp w oparciu o ich charakterystyki ... 223
3.10. Sprzęgła hydrauliczne ... 226
3.10.1. Omówienie ... 226
3.10.2. Dobór sprzęgła hydraulicznego ... 227
3.10.3. Zintegrowane sprzęgło hydrauliczne ... 229
3.10.3.1. Zintegrowane sprzęgło Flamco ... 229
3.10.3.2. Wielofunkcyjne urządzenie „Wartownik” ... 230
3.11. Zawory regulacyjne ... 231
3.11.1. Współczynnik przepływu ... 231
3.11.2. Autorytet zaworu ... 231
3.11.3. Charakterystyka zaworu ... 232
3.12. Instalacje ciepłej wody użytkowej ... 233
3.12.1. Wymagania ogólne ... 233
3.12.2. Wymiarowanie instalacji c.w.u. ... 235
3.12.3. Określenie zapotrzebowania na c.w.u. ... 235
3.12.3.1. Zapotrzebowanie na c.w.u. w budynkach mieszkalnych ... 236
3.12.3.2. Zapotrzebowanie na c.w.u. w budynkach użyteczności publicznej oraz przemysłowych ... 237
3.12.3.3. Sposoby przygotowania ciepłej wody ... 239
3.12.4. Wymagana moc cieplna kotła dla przygotowania ciepłej wody ... 239
3.12.4.1. Podgrzewacze przepływowe i kotły dwufunkcyjne ... 239
3.12.4.2. Kotły współpracujące z podgrzewaczem pojemnościowym w budynkach mieszkalnych ... 240
3.12.4.3. Schematy układów przygotowania ciepłej wody ... 243
3.12.4.4. Zabezpieczenie instalacji ciepłej wody ... 244
3.12.4.5. Pompy i przewody cyrkulacyjne w instalacji ciepłej wody ... 249
3.12.4.6. Termostatyczne zawory regulacyjne dla przewodów cyrkulacyjnych ... 250
3.12.4.7. Przygotowanie ciepłej wody a technika kondensacyjna ... 250
3.12.4.8. Zabezpieczenie przed namnażaniem bakterii Legionella ... 250
3.13. Paliwa gazowe ... 250
3.13.1 Rodzaje gazów palnych i ich własności ... 250
3.13.1.1. Gaz ziemny ... 250
3.13.1.2. Podział gazociągów zależnie od ciśnienia ... 251
3.13.1.3. Gazy skroplone (płynne) ... 251
3.13.2. Instalacja paliwowa kotłowni opalanej gazem o gęstości względnej mniejszej od 1 – gaz ziemny ... 252
3.13.3. Obliczenie strat ciśnienia ścieżki gazowej od licznika do urządzenia ... 253
3.13.4. Instalacja paliwowa kotłowni opalana gazem o gęstości względnej równej i większej od 1 – gaz płynny ... 255
3.13.5. Warunki lokalizowania zbiorników z gazem skroplonym ... 256
3.14. Oleje opałowe ... 256

3.14.1. Rodzaje olejów opałowych i ich właściwości ... 256
3.14.2. Systemy doprowadzenia oleju ... 257
3.14.2.1. Instalacja paliwowa jednoprzewodowa ... 257
3.14.2.2. Instalacja paliwowa dwuprzewodowa ... 258
3.14.2.3. Instalacja z przewodem obiegowym ... 259
3.14.2.4. Instalacja ze zbiornikiem pośrednim ... 260
3.14.3. Wymiarowanie instalacji olejowych ... 260
3.14.4. Magazynowanie oleju opałowego ... 260
3.14.4.1. Wymagania ogólne ... 260
3.14.4.2. Określenie pojemności zbiornika oleju ... 261
3.15. Zapotrzebowanie na paliwo ... 262
3.15.1. Zużycie paliwa w rocznym cyklu pracy kotłowni ... 262
3.15.2. Obliczanie rocznego zapotrzebowania na ciepło dla ogrzewania ... 262
3.15.3. Roczne zapotrzebowanie na paliwo dla przygotowania ciepłej wody ... 263
3.15.4. Przykład obliczenia zapotrzebowania na gaz dla ogrzewania budynku ... 264
3.16. Odprowadzanie spalin ... 265
3.16.1. Warunki techniczne jakim powinno odpowiadać odprowadzenie spalin z kotłów gazowych ... 265
3.16.2. Europejska klasyfikacja urządzeń gazowych ... 266
3.16.3. Kominy ... 268
3.16.3.1. Definicja ... 268
3.16.3.2. Podział kominów ... 268
3.16.3.3. Dobór komina ... 268
3.16.3.4. Warunki techniczne jakim powinny odpowiadać przewody kominowe ... 269
3.16.3.5. Wymagania szczegółowe dotyczące kominów ... 270
3.16.3.6. Lokalizacja i wyloty kominów ... 270
3.16.3.7. Specyfika odprowadzenia spalin z kotłów kondensacyjnych ... 271
3.16.3.8. Emisja substancji szkodliwych z kotłowni ... 271
3.16.4. Systemy odprowadzania spalin z kotłów Brötje o mocach 50 - 110 kW ... 272
3.16.4.1. Kotły WGB 50-110 i, BGB 50-110 i ... 273
3.16.5. Systemy odprowadzania spalin z kotłów Brötje o mocach 125-610 kW ... 278
3.16.5.1. Kotły SGB ... 278
3.16.6. Kaskadowy system kominowy WADEX ... 279
3.17. Moduły kaskadowe HydroFixx do kaskady kotłów WGB 50-110i kW ... 287
3.18. Odprowadzanie skroplin z kotłów kondensacyjnych ... 293
3.18.1. Wprowadzenie ... 293
3.18.2. Urządzenia do neutralizacji kondensatu ... 294
3.19. Wymagania co do jakości wody w instalacjach kotłowych ... 295
3.19.1. Omówienie ... 295
3.19.2. Napełnianie i uzupełnianie wodą instalacji z kotłami kondensacyjnymi z wymiennikiem aluminiowo-krzemowym firmy Brötje ... 296
3.19.2.1. Wymagania ogólne ... 296
3.19.2.2. Wymagania jakościowe wody do napełniania i uzupełniania instalacji ... 296
3.19.2.2.1. Zalecana metoda ... 296
3.19.2.2.2. Dopuszczalna metoda ... 296
3.19.2.3. Zastosowanie i zakres działania inhibitorów w instalacji c.o. ... 300
3.19.2.3.1. Instrukcja stosowania stabilizatora wartości pH typ Sentinel X100/X500 ... 301
3.19.2.4. Sposób postępowania w przypadku instalacji gazowego kotła kondensacyjnego firmy Brötje ... 302
3.19.3. Przykładowy schemat uzdatniania wody kotłowej i wody użytkowej ... 303
3.20. Wymagania przeciwpożarowe ... 309
3.20.1. Pomieszczenie kotłowni i magazyn paliwa ... 309
3.20.2. Przewody spalinowe ... 310
3.21. Ochrona przed hałasem i drganiami ... 310
4. Sprężarkowe, elektryczne pompy ciepła ... 312
4.1. Rynek pomp ciepła ... 312
4.2. Zasada działania, podział oraz wydajność sprężarkowych pomp ciepła ... 314
4.2.1. Opis działania ... 314
4.2.2. Podział pomp ciepła ... 316
4.2.2.1. Ze względu na konstrukcję ... 316
4.2.2.2. Ze względu na nośnik – dolne źródło energii cieplnej ... 316
4.2.2.3. Ze względu na temperaturę zasilania ... 316
4.2.3. Wskaźniki i podstawowe pojęcia ... 316
4.2.3.1. COP - Coefficient of Performance - współczynnik wydajności lub efektywności grzewczej ... 316
4.2.3.2. Określenie wartości COP ... 318
4.2.3.3. Charakterystyczne parametry określające wydajność cieplną pompy ciepła ... 318
4.2.3.4. Klasy efektywności energetycznej pomp ciepła ... 318
4.2.3.5. SCOP - Seasonal Coefficient of Performance – sezonowy współczynnik wydajności lub efektywności grzewczej ... 320

4.2.3.6. SPF - Seasonal Performance Factor – zmierzony sezonowy współczynnik wydajności lub efektywności grzewczej ... 321
4.2.3.7. EER - Energy Efficiency Ratio – współczynnik wydajności lub efektywności chłodniczej ... 321
4.2.3.8. SEER - Seasonal Energy Efficiency Rating – sezonowy współczynnik wydajności lub efektywności chłodniczej ... 321
4.3. Bilans cieplny i c.w.u. ... 322
4.3.1. Projektowa strata ciepła na potrzeby ogrzewania ($Q_{c.o.}$) ... 322
4.3.2. Projektowe zapotrzebowanie na ciepło na przygotowanie ciepłej wody użytkowej ($Q_{c.w.u.}$) ... 322
4.3.3. Projektowe zapotrzebowanie na ciepło technologiczne ($Q_{c.t.}$) ... 323
4.3.4. Całkowite projektowe zapotrzebowanie na ciepło ... 324
4.4. Dobór pompy ciepła jako źródło ciepła ... 325
4.4.1. Strefy klimatyczne w Polsce i temperatury obliczeniowe powietrza zewnętrznego ... 325
4.4.2. Czas występowania temperatur zewnętrznych w sezonie grzewczym ... 326
4.4.3. Zużycie ciepła w zależności od czasu występowania temperatur zewnętrznych ... 327
4.4.4. Charakterystyka pomp ciepła typu powietrze/woda ... 328
4.4.4.1. Efektywność pomp ciepła ... 328
4.4.4.2. Koperta pracy pompy ciepła powietrze/woda ... 329
4.4.5. Powietrzna pompa ciepła jako źródło ciepła budynku ... 329
4.4.5.1. Punkt biwalentny, punkt wyłączenia i udział mocy ... 329
4.4.5.2. Sposoby pracy pompy ciepła ... 330
4.5. Gruntowe pompy ciepła ... 333
4.5.1. Rodzaje źródeł geotermalnych ... 333
4.5.2. Pionowe gruntowe wymienniki ciepła ... 333
4.5.3. Poziome gruntowe wymienniki ciepła ... 333
4.5.4. Wodne gruntowe wymienniki ciepła ... 333
4.5.5. Charakterystyka gruntu jako dolnego źródła ciepła ... 334
4.5.5.1. Temperatura ... 334
4.5.5.2. Wydajność cieplna ... 335
4.5.5.3. Wpływ czasu pracy sprężarki gruntowej pompy ciepła na wielkość GWC ... 336
4.5.6. Aspekty prawne ... 336
4.5.7. Sondy geotermalne – rodzaje i charakterystyka ... 338
4.5.8. Zasady doboru pionowego gruntowego wymiennika ciepła ... 338
4.5.9. Przykład doboru pionowego GWC ... 339
4.5.10. Podsumowanie ... 341
4.6. Zbiornik buforowy ... 342
4.6.1. Odszranianie parownika ... 342
4.6.2. Ograniczanie cykli załączania i wyłączania sprężarki ... 342
4.6.3. Wymagana pojemność zładu ... 343
4.6.4. Zapewnienie wymaganego przepływu przez pompę ciepła ... 344
4.6.4.1. Zbiornik buforowy w układzie równoległym ... 344
4.6.4.2. Zbiornik buforowy w układzie szeregowym ... 345
4.6.5. Podsumowanie ... 345
4.7. Sposoby przygotowania c.w.u. za pomocą pompy ciepła ... 346
4.7.1. Wstęp ... 346
4.7.2. Wymagania związane z przygotowaniem c.w.u. w układzie z pompą ciepła ... 346
4.7.3. Sposoby przygotowania c.w.u. w układzie z pompą ciepła ... 347
4.7.3.1. Za pomocą trójdrożnego zaworu przełączającego ... 347
4.7.3.2. Za pomocą dwóch niezależnych pomp obiegowych ... 348
4.7.3.3. Zastosowanie pompy ciepła wyłącznie do przygotowania c.w.u. ... 348
4.7.3.4. Połączenie kilku podgrzewaczy pojemnościowych c.w.u. z wbudowaną wężownicą ... 349
4.7.4. Wymagana powierzchnia wymiany ciepła ... 350
4.7.4.1. Podgrzewanie c.w.u. w podgrzewaczu pojemnościowym z wbudowaną wężownicą ... 350
4.7.4.2. Podgrzewanie c.w.u. za pomocą zewnętrznego wymiennika płytowego współpracującego z zasobnikiem c.w.u. ... 351
4.7.4.3. Wstępny podgrzew c.w.u. za pomocą pompy ciepła ... 352
4.7.8. Podsumowanie ... 352
4.8. Zastosowanie pompy ciepła w układach chłodzenia ... 353
4.8.1. Chłodzenie powierzchniowe ... 353
4.8.2. Pompa ciepła jako źródło chłodzenia ... 355
4.8.3. Uwagi ogólne ... 358
4.9. Akustyka ... 359
4.9.1. Wstęp ... 359
4.9.2. Rozchodzenie się dźwięku w środowisku zewnętrznym ... 359
4.9.3. Moc i ciśnienie akustyczne ... 361
4.9.3.1. Moc akustyczna ... 361

4.9.3.2. Ciśnienie akustyczne ... 361
4.9.3.3. Słyszalny poziom dźwięku w określonej odległości od źródła ... 362
4.9.4. Lokalizacja źródła ciepła wewnątrz budynku ... 362
4.9.5. Wskazówki ograniczenia emisji hałasu ... 363
4.10. Sterowanie i automatyka ... 364
4.10.1. Wstęp ... 364
4.10.2. Regulacja pracy sprężarek ... 364
4.10.2.1. Dwustanowa (załącz/wyłącz) ... 364
4.10.2.2. Regulacja inwerterowa ... 365
4.10.3. Regulacja pracy pomp ciepła w układzie ogrzewania oraz przygotowania c.w.u. ... 366
4.10.4. Inne, przykładowe zadania realizowane przez układ sterowania ... 367
4.10.4.1. Ochrona przeciwzamrożeniowa ... 367
4.10.4.2. Ochrona urządzenia przed wyjściem poza określony zakres temperaturowy pracy ... 368
4.10.4.3. Tryb chłodzenia ... 368
4.10.4.4. Sterowanie pompą cyrkulacyjną ... 368
4.10.4.5. Komunikacja z systemem zarządzania budynkiem ... 369
4.10.4.6. Grzanie wstępne (suszenie jastrychu) ... 369
4.10.5. Podsumowanie ... 369
4.11. Zastosowanie pomp ciepła w nowych i istniejących budynkach ... 370
4.11.1. Analiza techniczna budynku ... 370
4.11.2. Wybór pompy ciepła jako źródła ciepła ... 370
4.12. Czynniki chłodnicze ... 372
4.12.1. Przepisy ... 372
4.12.2. F-gazy ... 373
4.12.3. SZWO ... 373
4.12.4. Historia i oznaczenie czynników chłodniczych ... 373
4.12.5. Klasyfikacja czynników chłodniczych pod względem palności i toksyczności ... 374
4.12.6. Wskaźniki GWP, TEWI i ODP ... 375
4.12.6.1. Wskaźnik GWP - Global Warming Potential ... 375
4.12.6.2. Wskaźnik TEWI - Total Equivlent Warming Impact ... 375
4.12.6.3. Wskaźnik ODP - Ozone Depletion Potential ... 375
4.12.7. Kwalifikacje ... 375
4.12.7.1. Certyfikat dla personelu ... 375
4.12.7.2. Certyfikat dla przedsiębiorców ... 375
4.13. Współpraca pomp ciepła z instalacją fotowoltaiczną ... 376
4.13.1. Wstęp ... 376
4.13.2. Systemy rozliczenia prosumentów ... 376
4.13.2.1. System „net-billing” ... 376
4.13.2.2. System „opustów” ... 376
4.13.3. Fotowoltaika w układzie z pompą ciepła ... 376
4.14. Wymagania montażowe powietrznych pomp ciepła ... 377
4.14.1. Wstęp ... 377
4.14.2. Miejsce montażu jednostki zewnętrznej pompy ciepła powietrze/woda ... 377
4.14.3. Miejsce montażu jednostki wewnętrznej pompy ciepła powietrze/woda ... 378
4.14.4. Palne i toksyczne czynniki chłodnicze w pompach ciepła ... 379
4.14.5. Zabezpieczenie przed niskimi temperaturami ... 380
4.14.6. Podsumowanie ... 381
4.15. Jakość wody i wyposażenie układów grzewczych ... 382
4.15.1. Jakość wody w układach grzewczych pomp ciepła ... 382
4.15.2. Obecność powietrza w instalacji ... 382
4.15.3. Wodne pompy obiegowe, armatura zabezpieczająca, regulacyjna, odcinająca, kontrolno-pomiarowa ... 382
5. Przykłady rozwiązań sterowania układami technologicznymi kotłowni z kotłami i pompami ciepła firmy Brötje ... 383
5.1. Wskazówki projektowe ... 383
5.2. Przykładowe schematy hydrauliczne z zastosowaniem regulatorów firmy Brötje ... 383
6. Załączniki ... 394
6.1. Wykaz rozporządzeń i ustaw ... 394
6.2. Wykaz norm ... 395
6.3. Wykaz literatury ... 397
6.4. Przeliczenie podstawowych jednostek miar ... 401
6.5. Wymagania dla kotłów gazowych ... 403
6.6. Wymagania dla kotłów z palnikiem olejowym ... 403
6.7. Formy dozoru technicznego i terminy badań technicznych ... 404
6.8. Kontakt ... 406

1. Wstęp

Grupa BIMs PLUS oddaje w Państwa ręce VIII edycję „Poradnika Projektanta skojarzonych źródeł ciepła z zastosowaniem urządzeń firmy Brötje".

W najnowszej edycji, w rozdziale 2 przedstawiono aktualny (zaktualizowany) typoszereg oraz dane techniczne dostępnych kotłów gazowych i olejowych oraz pomp ciepła firmy Brötje. W tym rozdziale zawarto także dane techniczne zalecanych do stosowania podgrzewaczy c.w.u., zbiorników buforowych, oraz elementów automatyki i dodatkowych elementów wyposażenia technicznego.

W rozdziale 3 zawarto wymagania techniczne, jakie powinny spełniać projektowane kotłownie, w oparciu o obowiązujące przepisy (stan prawny marzec 2024 r.). Wzbogacone zostały informacje dotyczące wymaganych zabezpieczeń w wodnych instalacjach grzewczych, na podstawie obowiązujących norm oraz Warunków Urzędu Dozoru Technicznego. Uwzględniono wiele aspektów praktycznych, na podstawie opinii projektantów i autoryzowanych zespołów serwisowych firmy Brötje oraz wieloletniego doświadczenia producentów zabezpieczeń wodnych systemów grzewczych. Rozbudowano takie zagadnienia jak: odgazowanie próżniowe instalacji, kaskadowy system kominowy, ramy kaskadowe do kotłów oraz uzdatnianie wody kotłowej i użytkowej w oparciu o urządzenia dostępne w sieci BIMs PLUS. Wyjaśniono zasadność i sposób doboru zbiorników pośrednich, chroniących membranowe naczynia wzbiorcze. Zaktualizowano wymagania dotyczące jakości wody w instalacjach z kotłami firmy Brötje, dobór naczyń wzbiorczych do instalacji c.w.u. oraz rozdział poświęcony projektowaniu instalacji ciepłej wody użytkowej.

Rozdział 4 poświęcono zagadnieniom związanym ze sprężarkowymi, elektrycznymi pompami ciepła. Wyjaśniono w nim zasadę działania pomp ciepła oraz wpływ parametrów charakterystycznych na efektywność urządzeń. Omówiono zasady doboru zarówno powietrznych jak i gruntowych pomp ciepła oraz współpracujących z nimi zbiorników buforowych i podgrzewaczy c.w.u. Przedstawiono sposoby przygotowania c.w.u. za pomocą pomp ciepła oraz możliwości ich współpracy ze źródłami konwencjonalnymi. Zwrócono także uwagę na sposób montażu urządzeń i jego wpływ na poziom ciśnienia akustycznego. Rozdział 4 jest zbiorem podstawowych informacji technicznych, pozwalających zrozumieć zasady efektywnego doboru i montażu pomp ciepła wraz ze współpracującymi elementami instalacji wodnej.

W rozdziale 5 przedstawiono przykłady rozwiązań układów technologicznych kotłowni z kotłami i pompami ciepła firmy Brötje, z wykorzystaniem automatyki oraz urządzeń zabezpieczających.

Wszelką pomoc techniczną jak również rozszerzone materiały techniczne, schematy hydrauliczne z kotłami i pompami ciepła w formacie DWG można uzyskać u regionalnych przedstawicieli Działu Wspomagania Sprzedaży oraz Inżynierów Brötje, do których kontakt zawarty jest w rozdziale 6 Poradnika.

Zachęcamy również do odwiedzenia stron internetowych: www.broetje.pl i www.bimsplus.pl

2. Program produkcyjny kotłów i pomp ciepła firmy Brötje - podstawowe dane techniczne

■ Kotły Brötje - zakres mocy

Zakres mocy (kW)	5	10	15	20	25	50	75	100	150	200	400	500	600	700	800	900
Gazowe kotły kondensacyjne wiszące z automatyką IWR																
WGB.1	2,9					38										
WGB-K.1	3,9					22/28										
WBS.1/WBC.1	2,9					22/28										
QWHS/QWHC	4,9					30/35										
Gazowe kotły kondensacyjne wiszące z automatyką ISR-Plus																
WGB i	2,9							110								
WHBS/WHBC/WHBK	3,5					28/33										
Gazowe kotły kondensacyjne stojące z automatyką ISR-Plus																
BBS i	2,9					28										
BBK i	2,9					20/22										
BGB i	2,9							110								
SGB i				20									610			
Olejowe kotły kondensacyjne stojące z automatyką ISR-Plus																
BOB			15			40										

■ Pompy ciepła Brötje - zakres mocy

Zakres mocy (kW)	5	10	15	20	25	50
Pompy ciepła wiszące						
BLW Split D	4	8				
BLW Split C		11	16			
BLW Split-P C	6				27	
Pompy ciepła z zabudowanym podgrzewaczem c.w.u.						
BLW Split-K D	4	8				
BLW Split-K C		11	16			

UWAGA: Moc pompy ciepła jest zmienna i zależna od wartości temperatur dolnego i górnego źródła ciepła. Dokładniejsze dane podane są w punkcie ***2.7. Pompy ciepła*** oraz na stronie ***broetje.pl***.

www.broetje.pl

2.1. Gazowe kotły kondensacyjne wiszące z automatyką IWR

2.1.1. QWHS 20/24 i 24/28, QWHC 20/24, 24/28 i 30/35

■ **Zakres dostawy:**

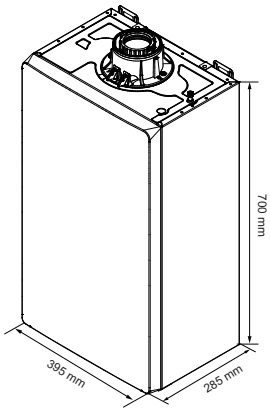
- gazowy, wiszący kocioł kondensacyjny z płynnie regulowaną mocą palnika w trybie pracy na c.o. i c.w.u.,
- zamknięta komora spalania do pracy niezależnej lub zależnej od powietrza w pomieszczeniu,
- zespół palnika zawierający: palnik gazowy o szerokim zakresie modulacji (od 4,8 kW - w zależności od modelu), tłumik zasysania powietrza oraz klapę zwrotną spalin umożliwiającą pracę przy podłączeniu do systemów spalinowych $C_{(10)3x}$,
- toroidalny, główny wymiennik ciepła z pojedynczą wężownicą, wykonany ze stali nierdzewnej,
- naczynie przeponowe o poj. 7 litrów na c.o.,
- moduł hydrauliczny wykonany z mosiądzu, zawierający pompę obiegową o wysokiej efektywności,
- zawór przełączający z c.o. na c.w.u.,
- intuicyjny w obsłudze regulator sterujący pracą kotła,
- podgrzewanie c.w.u. na zasadzie przepływu, przez wbudowany wymiennik płytowy ze stali nierdzewnej o dużej powierzchni wymiany ciepła (dot. tylko QWHC),
- zawór bezpieczeństwa c.o., cyfrowy termometr, czujnik niskiego ciśnienia wody,
- manometr cyfrowy i analogowy, odpowietrznik automatyczny w korpusie pompy obiegowej,
- zawór gazowy sterowany podciśnieniem, zapewniający płynną regulację dawki ilości gazu,
- możliwość regulacji pogodowej (czujnik temp. zewnętrznej jako wyposażenie dodatkowe),
- możliwość podłączenia zewnętrznego podgrzewacza c.w.u. po zastosowaniu czujnika ciepłej wody użytkowej, który stanowi wyposażenie dodatkowe (dot. tylko QWHS),
- fabrycznie ustawiony do spalania gazu ziemnego E (GZ50); poprzez zmianę nastaw parametrów przez Autoryzowaną Firmę Serwisową Brötje możliwość przystosowania do spalania gazu ziemnego Lw,(GZ41,5), Ls(GZ35) oraz płynnego B/P,
- biała obudowa stalowa, lakierowana proszkowo; biała pokrywa frontowa z tworzywa sztucznego.

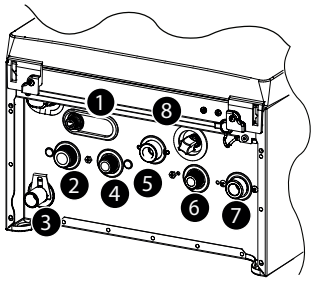
Zakres dostawy: kocioł zapakowany w kartonie na palecie.

Ważne: w przypadku podłączenia kotła do układu ogrzewania podłogowego wykonanego z elementów z tworzywa sztucznego nie zapewniającego szczelności tlenowej zgodnie z DIN 4726, konieczne jest zastosowanie wymiennika ciepła rozdzielającego kocioł od reszty instalacji.

■ **Widok kotła**

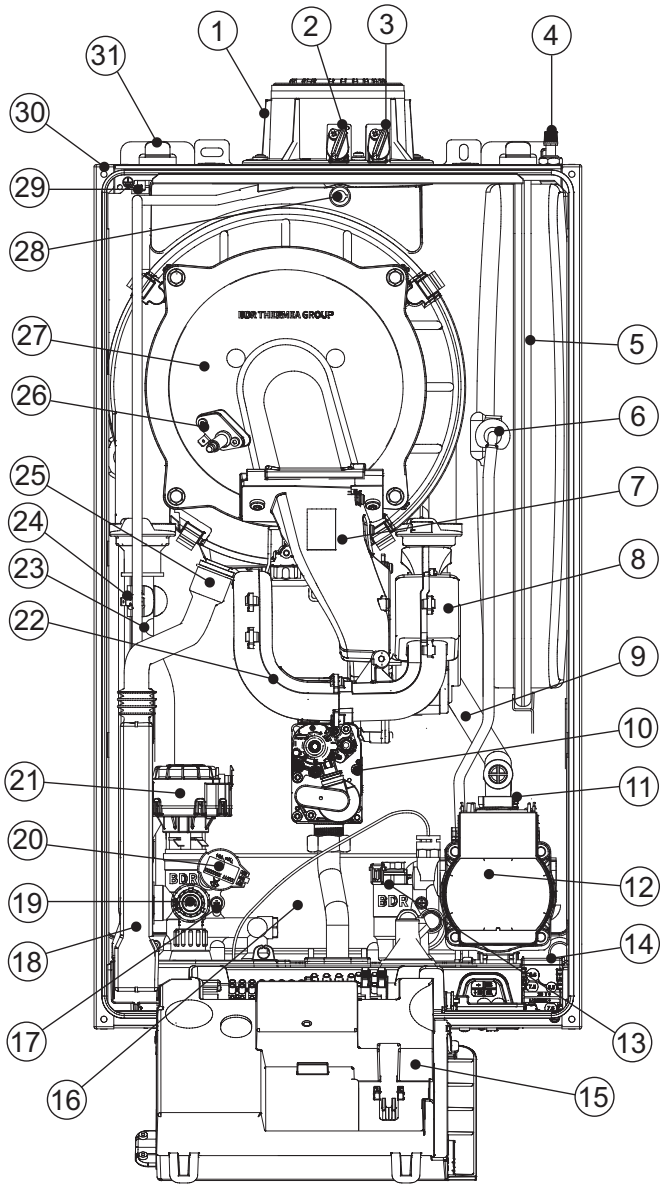






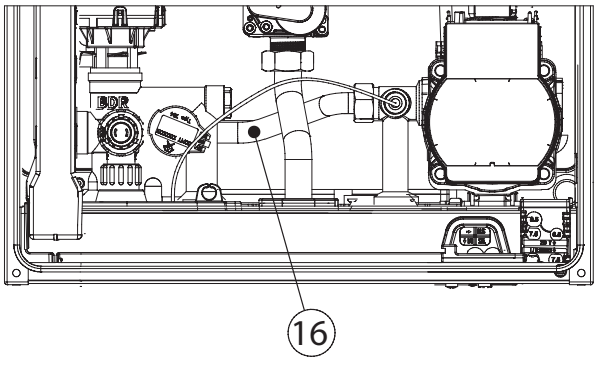
1 - zawór bezpieczeństwa
2 - złącze zasilania obiegu c.o. (3/4˝)
3 - adapter dla układu odprowadzania kondensatu ∅ 21.8 mm
4 - króćce wylotowe c.w.u. 1/2˝ / króciec zasilania podgrzewacza c.w.u. 3/4˝
5 - króciec wlotowy gazu (3/4˝)
6 - króciec wlotowy zimnej wody użytkowej (1/2˝)
7 - króciec powrotu z obiegu c.o. (3/4˝)
8 - instalacja c.o./zawór napełniający kotła

■ **Główne elementy kotła QWHC**



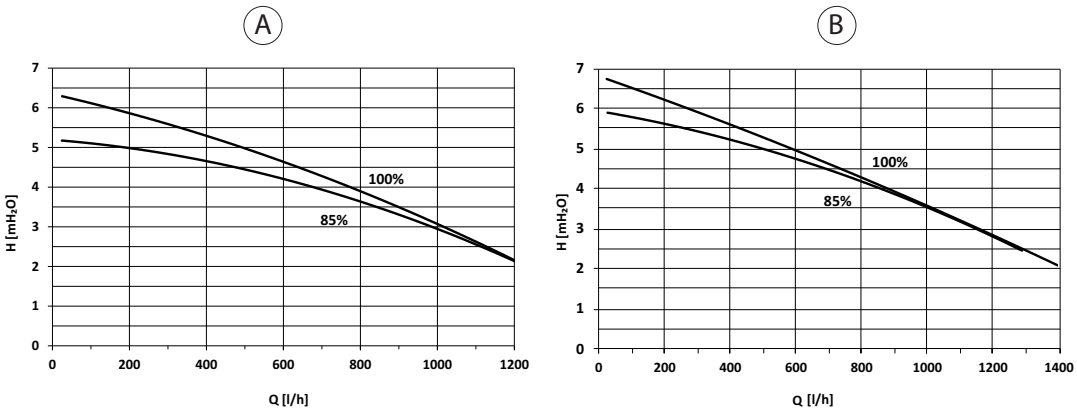
1 - przyłącze systemu spalinowego
2 - punkt kontroli spalin
3 - punkt kontroli wlotu powietrza
4 - zawór napełniający / kontrola powietrza w naczyniu wzbiorczym
5 - naczynie wzbiorcze
6 - przewód podłączeniowy naczynia wzbiorczego obiegu hydraulicznego
7 - kolektor gaz-powietrze
8 - wentylator (zespół gaz-powietrze: płytka regulatora i zawór mieszający)
9 - czujnik powrotu z c.o.
10 - zawór gazu
11 - zawór odpowietrzający pompy i instalacji c.o.
12 - pompa
13 - czujnik priorytetu c.w.u.
14 - dławik kablowy
15 - konsola sterownicza z płytką elektroniczną kotła i wyświetlaczem
16 - płytowy wymiennik ciepła c.w.u. / Przewód obejściowy
17 - śruby mocujące płytowego wymiennika ciepła c.w.u.
18 - syfon
19 - zawór bezpieczeństwa (3 bar) i zawór spustowy wody instalacji c.o.
20 - czujnik ciśnienia (obieg c. o.)
21 - zawór 3-drogowy
22 - zespół tłumika gaz-powietrze
23 - termostat zabezpieczający (ograniczający)
24 - czujnik zasilania wodą obiegu c.o. (°C)
25 - podłączenie przewodu odprowadzania kondensatu do kanalizacji
26 - elektroda zapłonowa / kontroli płomienia
27 - kołnierz palnika
28 - czujnik temperatury spalin
29 - gniazdo uziemienia kotła
30 - obudowa
31 - haki dla wspornika ściennego

■ **Główne elementy kotła QWHS**



■ Charakterystyka pompy

Wykres pokazujący szczątkowe ciśnienie tłoczenia pompy w zależności od przepływu wody



A	QWHC 20/24 QWHC 24/28 QWHS 20/24 QWHS 24/28
B	QWHC 30/35
Q	Przepływ objętościowy
H	Szczątkowe ciśnienie tłoczenia
85%	Minimalna wartość modulacji w trybie c.o.
100%	Maksymalna wartość w trybie c.o.

Działania pompy w trybie c.o. ⟶ modulacja od 85% do 100%.

■ Wyposażenie

Model	**QWHC 20/24**	**QWHC 24/28**	**QWHC 30/35**
Zapłon elektryczny, modulacja palnika	●	●	●
Regulacja pogodowa	+	+	+
Pompa obiegowa regulowana sygnałem PWM	●	●	●
Zawór bezpieczeństwa do c.o.	●	●	●
Naczynie przeponowe 7L	●	●	●
Zawór do uzupełniania wody w instalacji	●	●	●
Zintegrowany system podgrzewania c.w.u. oparty na zasadzie przepływu przez płytowy wymiennik ciepła	●	●	●
Czujnik temperatury zewnętrznej IWR AF60	+	+	+
Regulator pokojowy IWR IDA	+	+	+

● w zakresie dostawy **+** możliwość zastosowania/wyposażenie dodatkowe **–** nie stosowane

Model	**QWHS 20/24**	**QWHS 24/28**
Zapłon elektryczny, modulacja palnika	●	●
Regulacja pogodowa	+	+
Pompa obiegowa regulowana sygnałem PWM	●	●
Zawór bezpieczeństwa do c.o.	●	●
Naczynie przeponowe 7L	●	●
Zawór do uzupełniania wody w instalacji	+	+
Czujnik temp. c.w.u. IWR TWF B	+	+
Zawór przełączający c.o./c.w.u.	●	●
Czujnik temperatury zewnętrznej IWR AF60	+	+
Regulator pokojowy IWR IDA	+	+

● w zakresie dostawy **+** możliwość zastosowania/wyposażenie dodatkowe **–** nie stosowane

■ **Dane techniczne dotyczące kotłów do ogrzewania pomieszczeń zgodne z ErP**

Model			**QWHS**		**QWHC**		
			20/24	**24/28**	**20/24**	**24/28**	**30/35**
Kocioł kondensacyjny			Tak	Tak	Tak	Tak	Tak
Kocioł niskotemperaturowy(1)			Nie	Nie	Nie	Nie	Nie
Kocioł B1			Nie	Nie	Nie	Nie	Nie
Kogeneracyjny ogrzewacz pomieszczeń			Nie	Nie	Nie	Nie	Nie
Ogrzewacz wielofunkcyjny			Nie	Nie	Nie	Nie	Tak
Znamionowa moc cieplna	*Prated*	kW	20	24	20	24	30
Wytworzone ciepło użytkowe przy znamionowej mocy cieplnej i w reżimie wysokotemperaturowym(2)	P_4	kW	20	24	20	24	30
Wytworzone ciepło użytkowe przy znamionowej mocy cieplnej na poziomie 30% i w reżimie niskotemperaturowym(1)	P_1	kW	6,7	8,1	6,7	8,1	10,1
Sezonowa efektywność energetyczna ogrzewania pomieszczeń	η_s	%	94	94	94	94	94
Sprawność użytkowa przy znamionowej mocy cieplnej i w reżimie wysokotemperaturowym (2)	η_4	%	88,2	88,0	88,2	88,0	88,1
Sprawność użytkowa przy znamionowej mocy cieplnej na poziomie 30% i w reżimie niskotemperaturowym(1)	η_1	%	99,0	98,8	99	98,8	98,8
Zużycie energii elektrycznej na potrzeby własne							
Przy pełnym obciążeniu	*elmax*	kW	0,027	0,035	0,027	0,035	0,048
Przy częściowym obciążeniu	*elmin*	kW	0,012	0,012	0,012	0,012	0,016
W trybie czuwania	P_{SB}	kW	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004
Inne parametry							
Straty ciepła w trybie czuwania	P_{stby}	kW	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Pobór mocy palnika zapłonowego	P_{ign}	kW	-	-	-	-	-
Roczne zużycie energii	Q_{HE}	GJ	61	74	61	74	92
Poziom mocy akustycznej w pomieszczeniu	L_{WA}	dB	49 (20 kW c.o.)	51 (24 kW c.o.)	49 (20 kW c.o.)	51 (24 kW c.o.)	52 (30 kW c.o.)
Emisje tlenków azotu	NO_X	mg/kWh	32	30	32	30	28
Parametry c.w.u.							
Deklarowany profil obciążeń			-	-	XL	XL	XXL
Dzienne zużycie energii elektrycznej	Q_{elec}	kWh	-	-	0,152	0,150	0,169
Roczne zużycie energii elektrycznej	*AEC*	kWh	-	-	33	33	37
Efektywność energetyczna podgrzewania wody	η_{wh}	%	-	-	88	86	86
Dzienne zużycie paliwa	Q_{fuel}	kWh	-	-	21,82	22,75	28,20
Roczne zużycie paliwa	*AFC*	GJ	-	-	17	17	22

(1) Niska temperatura oznacza 30 °C w przypadku kotłów kondensacyjnych i 37 °C w przypadku kotłów niskotemperaturowych, a w przypadku innych ogrzewaczy oznacza temperaturę wody powrotnej 50 °C (na wlocie ogrzewacza).

(2) W reżimie wysokotemperaturowym temperatura wody powrotnej na wlocie ogrzewacza wynosi 60 °C, a wody zasilającej na jego wylocie 80 °C.

■ Dane techniczne

Model			QWHS		QWHC		
			20/24	24/28	20/24	24/28	30/35
Nr identyfikacyjny produktu			CE-0085CU0338				
Stopień ochrony IP (EN 60529)			X5D	X5D	X5D	X5D	X5D
Kategoria gazu			II2ELwLs3B/P				
Kategoria urządzenia			B_{23}, B_{23p}, B_{33}, $C_{[10]3x}$, C_{13x}, $C_{[12]3x}$, C_{33x}, C_{53x}, C_{63x}, C_{83}, C_{93x}				
Zakres nominalnego obciążenia cieplnego (c.o.)		kW	4,9 - 20,6	6,0 - 24,7	4,9 - 20,6	6,0 - 24,7	7,5 - 30,9
Zakres nominalnego obciążenia cieplnego (c.w.u.)		kW	4,9 - 24,7	6,0 - 28,9	4,9 - 24,7	6,0 - 28,9	7,5 - 36
Zakres znamionowej mocy cieplnej 80/60 °C		kW	4,8 - 20,0	5,8 - 24,0	4,8 - 20,0	5,8 - 24,0	7,3 -30,0
Zakres znamionowej mocy cieplnej 50/30 °C		kW	5,2 - 21,8	6,3 - 26,1	5,2 - 21,8	6,3 - 26,1	7,9 - 32,5
Sprawność znormalizowana 50/30 °C (Hi)		%	105,8	105,6	105,8	105,6	105,2
Maksymalne ciśnienie wody w obiegu c.o.		bar	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Pojemność naczynia wzbiorczego		litr	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0
Maksymalnie ciśnienie wody w obiegu c.w.u.		bar	-	-	8,0	8,0	8,0
Minimalne ciśnienie wody w obiegu c.w.u.		bar	-	-	0,8	0,8	0,8
Minimalne ciśnienie dynamiczne wody w obiegu c.w.u.		bar	-	-	0,15	0,15	0,15
Minimalne natężenie przepływu wody w obiegu c.w.u.		l/min	-	-	2	2	2
Wydajność c.w.u. przy ΔT = 25 °C		l/min	–	–	14	16	20
Wydajność c.w.u. przy ΔT = 35 °C		l/min	–	–	10	12	14
Parametry obliczeniowe komina							
Maksymalne ciśnienie tłoczenia na króćcu spalin	moc maks. c.w.u.	Pa	77	76	77	76	77
	moc maks. c.o.	Pa	72	71	72	71	73
	moc min.	Pa	25	25	25	25	25
Maksymalne masowe natężenie przepływu spalin	moc maks. c.w.u.	g/s	11,3	13,2	11,3	13,2	16,5
	moc maks. c.o.	g/s	9,4	11,3	9,4	11,3	14,2
	moc min.	g/s	2,3	2,9	2,3	2,9	3,6
Temperatura spalin 80/60 °C	moc maks. c.w.u.	°C	-	-	-	-	-
	moc maks. c.o.	°C	80	80	80	80	80
	moc min.	°C	80	80	80	80	80
Temperatura spalin 50/30 °C	moc maks. c.w.u.	°C	-	-	-	-	-
	moc maks. c.o.	°C	56	56	56	56	56
	moc min.	°C	56	56	56	56	56
Średnica przyłącza spalinowo-powietrznego		mm	60/100	60/100	60/100	60/100	60/100
Średnica pojedynczych przewodów odprowadzenia spalin		mm	80	80	80	80	80
Klasa NOx		-	6				
Ciśnienie zasilania gazem ziemnym							
- gaz E		mbar	20				
- gaz Lw		mbar	20				
- gaz Ls		mbar	13				
- gaz płynny		mbar	30				
Podłączenie elektryczne		V/Hz	230/50				
Wymiary (wys. x szer. x głęb.)		mm	700/395/285				
Masa kotła (przed napełnieniem / po napełnieniu)		kg	27,5/29,5	29,0/31,0	28,5/30,5	30,0/32,0	30,0/32,0

■ Odprowadzenia spalin

W celu doboru odpowiedniego systemu odprowadzania spalin należy skontaktować się z Działem Doradztwa Technicznego BIMs Plus

2.1.2. WBS 14.1, WBS 22.1 i WBC 22/28.1

■ **Zakres dostawy:**

- gazowy, wiszący kocioł kondensacyjny do pracy z płynnie obniżaną temperaturą w zamkniętych systemach c.o. bez wymagania minimalnego przepływu wody,
- w pełni automatyczne rozpoznanie i adaptacja do rodzaju gazu ziemnego dzięki systemowi BRÖTJE EVOlution; praca na propan po obróceniu o 180° bloku elektrod i zmianie nastaw w automatyce,*
- palnik modulacyjny ze stali nierdzewnej z dmuchawą, o pełnym, wstępnym zmieszaniu oraz modulacyjnym zaworem gazowym; przystosowany do spalania gazu ziemnego E (GZ 50), Lw (GZ 41.5) oraz gazu płynnego (propanu),
- ciągła optymalizacja jakości spalania, utrzymywanie stale wysokiej sprawności oraz najniższej emisji i największego bezpieczeństwa pracy także przy wahającej się jakości gazu,
- zamknięta komora spalania do pracy niezależnej lub zależnej od powietrza w pomieszczeniu,
- zintegrowana klapa zwrotna spalin,
- wymiennik ciepła aluminiowo-krzemowy o dużej powierzchni grzewczej z powłoką nano,
- bezstopniowe dopasowanie obciążenia w trybie c.o. i c.w.u.,
- elektroniczna pompa obiegowa o wysokiej efektywności,
- zawór bezpieczeństwa, cyfrowy termometr, ciśnieniowy czujnik braku wody,
- cyfrowy i analogowy manometr, odpowietrznik automatyczny,
- zintegrowany system regulacji (IWR Alpha) do pogodowego sterowania pracą kotła i obiegów grzewczych, programowania godzinowego oraz diagnozowania układu, z możliwością rozbudowy,
- możliwość zdalnego sterowania poprzez aplikację (wymagane wyposażenie dodatkowe oraz połączenie WiFi),
- możliwość pracy w systemie kaskadowym po zainstalowaniu regulatora kaskady (wyposażenie dodatkowe),
- przejrzysty panel obsługowy w języku polskim z dużym, kolorowym, podświetlanym wyświetlaczem (LCD),
- czujnik temperatury zewnętrznej,
- układ kontrolny palnika z automatem palnikowym, czujnikiem jonizacji i zintegrowanym zapłonem elektrycznym,
- układ regulacji obiegu kotłowego z regulatorem temperatury kotła, ogranicznikiem temperatury bezpieczeństwa, wyłącznikiem sieciowym,
- możliwość sterowania układem solarnym do podgrzewu c.w.u., cyrkulacją c.w.u. i pompą mieszającą c.w.u. (tylko WBS - wyposażenie dodatkowe),
- możliwość podłączenia podgrzewacza c.w.u. (tylko WBS - wyposażenie dodatkowe),
- ułatwiona regulacja hydrauliczna instalacji CO przy pomocy aplikacji Grundfoss GO Balance™ i modułu ALPHA Reader (wyposażenie dodatkowe),
- urządzenie przystosowane do pracy przy zasilaniu gazem ziemnym zawierającym do 20% wodoru,
- możliwość podłączenia urządzenia serwisowego PSS i aplikacji, celem usprawnienia procesu wprowadzania nastaw automatyki oraz diagnostyki,
- obudowa stalowa, lakierowana proszkowo, biała.

Tylko WBC 22/28.1:

- gazowy kocioł kondensacyjny 2-funkcyjny ze zintegrowanym podgrzewaniem c.w.u. opartym na zasadzie przepływu przez płytowy wymiennik ciepła ze stali nierdzewnej,
- wbudowane naczynie wzbiorcze układu c.o. o pojemności 10 litrów.

Ważne: w przypadku podłączenia kotła do układu ogrzewania podłogowego wykonanego z elementów z tworzywa sztucznego nie zapewniającego szczelności tlenowej zgodnie z DIN 4726, konieczne jest zastosowanie wymiennika ciepła rozdzielającego kocioł od reszty instalacji.

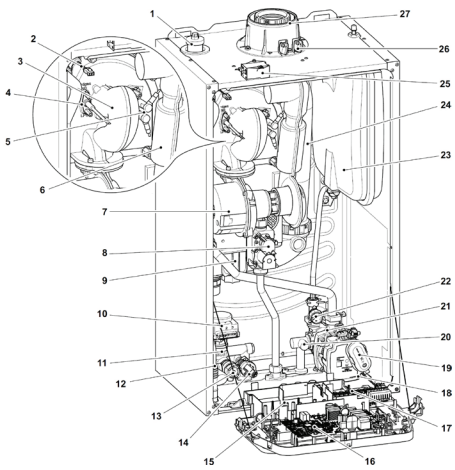
Dostawa: kompletny kocioł zapakowany w kartonie.

*w kotłach WBS.1/WBC.1 dzięki zastosowaniu automatycznej regulacji spalania nie stosuje się zestawów przezbrojeniowych; kotły te jednak nie mogą pracować na gaz ziemny Ls (GZ 35).

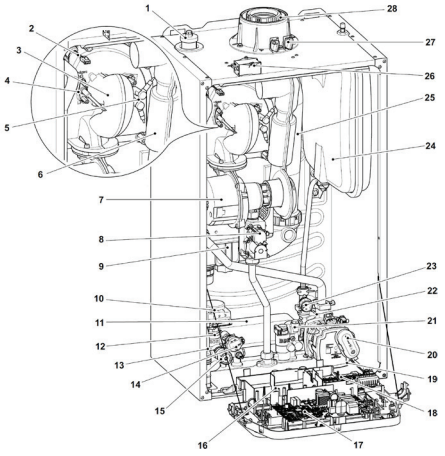
■ Główne elementy kotłów



WBS 14.1-22.1



WBC 22/28.1



WBS: 1 – odpowietrznik 2 – czujnik temperatury zasilania 3 – kanał mieszania 4 – elektroda jonizacyjna 5 – elektrody zapłonowe 6 – tłumik zasysania powietrza 7 – wentylator ze zwężką pomiarową Venturiego 8 – elektrozawór gazu 9 – taca skroplin 10 – zawór trójdrogowy przełączający c.o./c.w.u. 11 – grupa hydrauliczna na zasilaniu instalacji 12 – syfon 13 – zawór bezpieczeństwa c.o. 14 – czujnik ciśnienia 15 – miejsce na dodatkowe moduły regulacyjne (wyposażenie dodatkowe) 16 – płyta główna CU-GH15 17 – płytka przyłączeniowa CB 18 – uchwyt czytnika Alpha Reader (zamontowany fabrycznie) 19 – Alpha Reader, urządzenie wspomagające proces ręcznego równoważenia hydraulicznego instalacji (wyposażenie opcjonalne) 20 – grupa hydrauliczna na powrocie instalacji 21 – pompa obiegowa c.o. 22 – manometr 23 – przeponowe naczynie wzbiorcze c.o. 8l (wyposażenie dodatkowe) 24 – przewód odprowadzania spalin 25 – transformator zapłonowy (wewnątrz obudowy) 26 – króćce pomiarowe 27 – przyłącze kominowe

WBC: 1 – odpowietrznik 2 – czujnik temperatury zasilania 3 – kanał mieszania 4 – elektroda jonizacyjna 5 – elektrody zapłonowe 6 - tłumik zasysania powietrza 7 – wentylator ze zwężką pomiarową Venturiego 8 – elektrozawór gazu 9 – taca skroplin 10 – zawór trójdrogowy przełączający c.o./c.w.u. 11 – płytowy wymiennik ciepła c.w.u. 12 – grupa hydrauliczna na zasilaniu instalacji 13 – syfon 14 – czujnik ciśnienia 15 – zawór bezpieczeństwa c.o. 16 – miejsce na dodatkowe moduły regulacyjne (wyposażenie dodatkowe) 17 – płyta główna CU-GH15 18 – płytka przyłączeniowa CB 19 – uchwyt czytnika Alpha Reader (zamontowany fabrycznie) 20 – Alpha Reader, urządzenie wspomagające proces ręcznego równoważenia hydraulicznego instalacji (wyposażenie opcjonalne) 21 - grupa hydrauliczna na powrocie instalacji 22 – pompa obiegowa c.o. 23 – manometr 24 - przeponowe naczynie wzbiorcze c.o. 10 l 25 – przewód odprowadzania spalin 26 – transformator zapłonowy (wewnątrz obudowy) 26 – króćce pomiarowe 27 – przyłącze kominowe

■ Wyposażenie

Model	WBS 14.1	WBS 22.1	WBC 22/28.1
Palnik modulowany z pełnym zmieszaniem wstępnym	●	●	●
Pogodowy system regulacji z czujnikiem temp. zewnętrznej	●	●	●
Automatyczna adaptacja i wykrywanie rodzaju gazu	●	●	●
Zintegrowana klapa zwrotna spalin	●	●	●
Elektroniczna pompa obiegowa	●	●	●
Termometr cyfrowy	●	●	●
Manometr analogowy i cyfrowy	●	●	●
Przeponowe naczynie wzbiorcze do c.o. 8L	+	+	–
Przeponowe naczynie wzbiorcze do c.o. 10L	–	–	●
Zawór bezpieczeństwa	●	●	●
Układ priorytetowego załączania podgrzewania c.w.u. z zaworem przełączającym 3-drogowym	●	●	●
Zintegrowany system podgrzewania c.w.u. oparty na zasadzie przepływu przez płytowy wymiennik ciepła	–	–	●
Regulacja hydrauliczna za pośrednictwem aplikacji	+	+	+
Bramka do komunikacji z systemami opartymi na protokołach komunikacyjnych Modbus/Bacnet	+	+	+
Biwalentny podgrzewacz do kolektorów słonecznych	+	+	–

● w zakresie dostawy **+** możliwość zastosowania/wyp. dodatkowe **–** nie stosowane

■ Dane techniczne dotyczące kotłów do ogrzewania pomieszczeń zgodne z ErP

Model			**WBS 14.1**	**WBS 22.1**	**WBC 22/28.1**
Kocioł kondensacyjny			Tak	Tak	Tak
Kocioł niskotemperaturowy[1]			Nie	Nie	Nie
Kocioł B1			Nie	Nie	Nie
Kogeneracyjny ogrzewacz pomieszczeń			Nie	Nie	Nie
Ogrzewacz wielofunkcyjny			Nie	Nie	Tak
Znamionowa moc cieplna	*Prated*	kW	14	21	21
Wytworzone ciepło użytkowe przy znamionowej mocy cieplnej i w reżimie wysokotemperaturowym[2]	P_4	kW	13,6	21,4	21,4
Wytworzone ciepło użytkowe przy znamionowej mocy cieplnej na poziomie 30% i w reżimie niskotemperaturowym[1]	P_1	kW	4,6	7,3	7,3
Sezonowa efektywność energetyczna ogrzewania pomieszczeń	η_s	%	94	94	94
Sprawność użytkowa przy znamionowej mocy cieplnej i w reżimie wysokotemperaturowym[2]	η_4	%	87,8	87,7	87,8
Sprawność użytkowa przy znamionowej mocy cieplnej na poziomie 30% i w reżimie niskotemperaturowym[1]	η_1	%	99,5	99,2	99,1
Zużycie energii elektrycznej na potrzeby własne					
Przy pełnym obciążeniu	*elmaks*	kW	0,024	0,034	0,032
Przy częściowym obciążeniu	*elmin*	kW	0,014	0,014	0,015
W trybie czuwania	P_{SB}	kW	0,005	0,005	0,005
Inne parametry					
Straty ciepła w trybie czuwania	P_{stby}	kW	0,040	0,040	0,042
Pobór mocy palnika zapłonowego	*Pign*	kW	0,000	0,000	0,000
Roczne zużycie energii	Q_{HE}	GJ	42	66	66
Poziom mocy akustycznej w pomieszczeniu	L_{WA}	dB	41	47	46
Emisje tlenków azotu	NO_X	mg/kWh	23	24	31
Parametry c.w.u.					
Deklarowany profil obciążeń			-	-	XL
Dzienne zużycie energii elektrycznej	Q_{elec}	kWh	-	-	0,254
Roczne zużycie energii elektrycznej	*AEC*	kWh	-	-	56
Efektywność energetyczna podgrzewania wody	η_{wh}	%	-	-	82
Dzienne zużycie paliwa	Q_{fuel}	kWh	-	-	23,7
Roczne zużycie paliwa	*AFC*	GJ	-	-	18

(1) Niska temperatura oznacza 30 °C w przypadku kotłów kondensacyjnych i 37 °C w przypadku kotłów niskotemperaturowych, a w przypadku innych ogrzewaczy oznacza temperaturę wody powrotnej 50 °C (na wlocie ogrzewacza).

(2) W reżimie wysokotemperaturowym temperatura wody powrotnej na wlocie ogrzewacza wynosi 60 °C, a wody zasilającej na jego wylocie 80 °C.

■ Dane techniczne

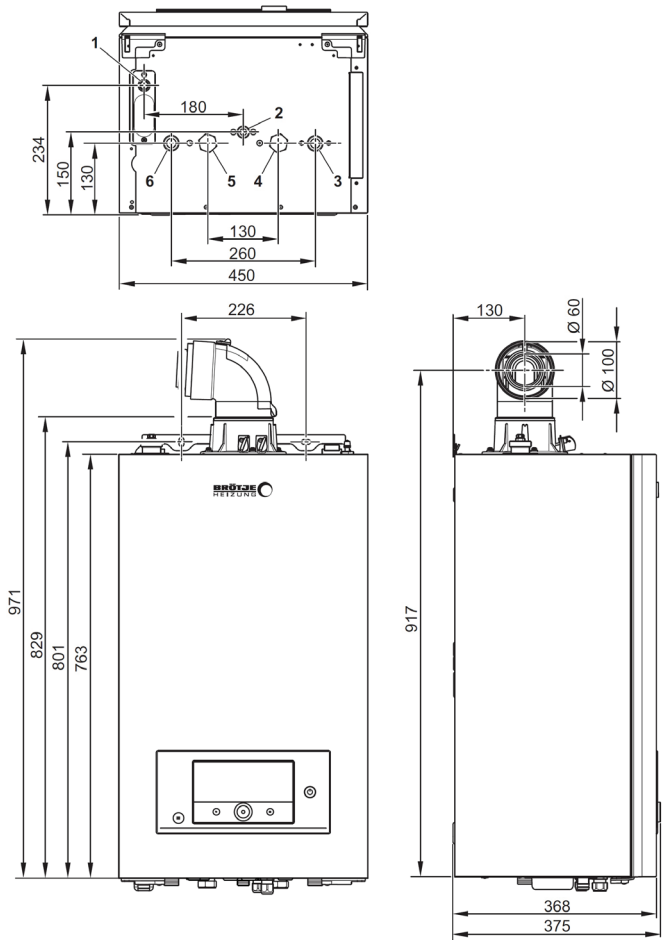
Model				**WBS 14.1**	**WBS 22.1**	**WBC 22/28.1**
Nr identyfikacyjny produktu				CE-0085DM0647		
Stopień ochrony IP				IPx4D		
Kategoria gazu				II2N3P		
Kategoria urządzenia				B_{23p}, B_{33}, B_{53p}, C_{13x}, C_{33x}, C_{43x}, C_{53}, C_{53X}, C_{63x}, C_{83}, C_{93x} $C_{(10)3x}$ i $C_{(11)3x}$		
Zakres znamionowego obciążenia cieplnego	gaz ziemny E (GZ 50); Lw (GZ 41,5)	c.o.	kW	2,9 – 14,0	2,9 – 22,0	3,9 – 22,0
		c.w.u.	kW	2,9 – 14,0	2,9 – 22,0	3,9 – 28,0
	gaz płynny	c.o.	kW	4,9 – 14,0	4,9 – 22,0	5,9 – 22,0
		c.w.u.	kW	4,9 – 14,0	4,9 – 22,0	5,9 – 28,0
Zakres znamionowej mocy cieplnej	gaz ziemny E (GZ 50); Lw (GZ 41,5)	c.o. 80/60 °C	kW	2,8 – 13,6	2,8 – 21,4	3,8 – 21,4
		c.o. 50/30 °C	kW	3,1 – 14,6	3,1 – 22,9	4,2 – 22,9
		c.w.u. 80/60 °C	kW	2,8 – 13,6	2,8 – 21,4	3,8 – 27,3
	gaz płynny	c.o. 80/60 °C	kW	4,7 – 13,6	4,7 – 21,4	5,7 – 21,4
		c.o. 50/30 °C	kW	5,2 – 14,6	5,2 – 22,9	6,4 – 22,9
		c.w.u. 80/60 °C	kW	4,7 – 13,6	4,7 – 21,4	5,7 – 27,3
Sprawność znormalizowana		75/60 °C	%	106	106	106
		40/30 °C	%	109	109	109
Wartość pH skroplin			-	4 - 5		
Ilość skroplin		40/30 °C	l/h	0,41 – 1,50	0,41 – 2,35	0,52 – 2,51
Emisja NO_X zgodnie z normą EN 15502			mg/kWh	< 56		
Klasa NO_X zgodnie z normą EN 15502				6		
Dane do projektowania komina zgodnie z normą DIN EN 13384 (powietrze do spalania zasysane z pomieszczenia)						
Temperatura spalin	moc częściowa/ maksymalna	80/60 °C	°C	56 – 65	56 – 69	57 – 66
	moc częściowa/ maksymalna	50/30 °C	°C	34 – 46	34 – 51	33 – 49
Masowe natężenie przepływu spalin	gaz ziemny E (GZ 50); Lw (GZ 41,5)	80/60 °C	g/s	1,4 – 6,5	1,4 – 10,3	1,8 – 13,1
		50/30 °C	g/s	1,2 – 6,2	1,2 – 9,8	1,7 – 12,4
	gaz płynny	80/60 °C	g/s	2,2 – 6,3	2,2 – 9,9	2,6 – 12,6
		50/30 °C	g/s	2,1 – 6,0	2,1 – 9,4	2,5 – 11,9
Zawartość CO_2 w gazie ziemnym			%	8,3 – 9,7	8,3 – 9,7	8,3 – 9,7
Zawartość CO_2 w gazie płynnym			%	9,8 – 11,2	9,8 – 11,2	9,8 – 11,2
Zapotrzebowanie na ciąg			mbar	0	0	0
Maks. ciśnienie tłoczenia na króćcu spalin		moc częściowa/ maksymalna	mbar	0,1 – 0,8	0,1 – 1,0	0,1 – 1,4
Maks. ciśnienie tłoczenia na króćcu spalin po kompensacji mocy[(1)]		moc częściowa/ maksymalna	mbar	0,1 – 1,2	0,1 – 1,5	0,1 – 1,8
Średnice przyłącza spalinowo-powietrznego			mm	60/100	60/100	60/100
Grupa emisji spalin zgodnie z DVGW G636				G6		
Woda grzewcza						
Zakres nastawy temperatury wody grzewczej			°C	20 – 85		
Maksymalna, regulowana przez automatykę, temperatura zasilania kotła			°C	85	85	85
Ciśnienie robocze wody w c.o.		min.	bar	1		
		maks.	bar	3		
Naczynie wzbiorcze do c.o.		pojemność	l	-	-	10
		ciśnienie wstępne	bar	-	-	1
Ciepła woda użytkowa						
Pojemność podgrzewacza c.w.u.			l	-		
Wydajność ciągła przy temperaturze zasilania 80 °C i podgrzewaniu wody od 10 °C do 45 °C			l/h	-	-	672

Model			**WBS 14.1**	**WBS 22.1**	**WBC 22/28.1**
Zakres nastawy temperatury c.w.u. w trybie komfortowym		°C	40 - 65	40 - 65	40 - 65
Zakres nastawy temperatury c.w.u. w trybie obniżonym		°C	7 - 50	7 - 50	7 - 50
Ciśnienie robocze c.w.u.	min.	bar	-	-	2
	maks.	bar	-	-	10
Gaz					
Dobór ogranicznika przepływu gazu[2]	Typ	GS	2,5	4,0	6,0
Ciśnienie przyłączeniowe dla gazu ziemnego	gaz ziemny E (GZ 50)	mbar	min. 16 – maks. 25		
	gaz ziemny Lw (GZ 41,5)	mbar	min. 17,5 – maks. 23		
Parametry przyłączeniowe	gaz ziemny E (GZ 50) [H_{UB} 9,45 kWh/m³]	m³/h	0,31 – 1,50	0,31 – 2,30	0,41 – 3,00
	gaz ziemny Lw (GZ 41,5) [H_{UB} 8,13 kWh/m³]	m³/h	0,36 – 1,70	0,36 – 2,70	0,48 – 3,40
Ciśnienie przyłączeniowe dla gazu płynnego		mbar	min. 29 – maks. 44		
Parametry przyłączeniowe	gaz płynny (LPG) [H_U 12,87 kWh/kg]	kg/h	0,38 – 1,09	0,38 – 1,71	0,46 – 2,18
	gaz płynny (LPG) [H_U 24,64 kWh/kg]	m³/h	0,20 – 0,57	0,20 – 0,89	0,24 – 1,14
Prąd elektryczny					
Podłączenie elektryczne		V/Hz	230 V / 50 Hz		
Maks. pobór energii elektrycznej		W	84	94	112
Pobór energii elektrycznej w trybie c.o.	przy pełnym obciążeniu, pompa z nastawą fabryczną	W	53	63	63
	praca w trybie czuwania	W	5	5	5
Pobór energii elektrycznej w trybie c.w.u.	przy pełnym obciążeniu, pompa z nastawą fabryczną	W	-	-	94
Wymiary					
Masa kotła		kg	35	35	44
Pojemność wodna kotła		l	2,5	2,5	6,1
Wysokość		mm	763		
Szerokość		mm	450		
Głębokość		mm	368		

(1) Funkcja dzięki której można powiększyć dopuszczalną długość przewodu odprowadzania spalin, patrz Podręcznik montażu: *Dopuszczalna długość przewodów odprowadzania spalin.*

(2) Tylko pojedynczy przewód metalowy. W innym przypadku należy dostosować długość przewodu; patrz TRGI 2008.

■ Wymiary i przyłącza WBS 14.1 - 22.1 i WBC 22/28.1



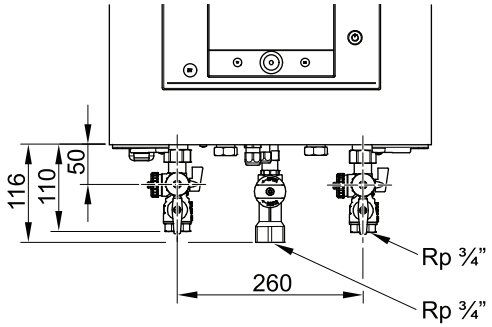
1 - przyłącze odprowadzania kondensatu
2 - przyłącze gazu
3 - króciec powrotu z instalacji c.o.
4 - króciec powrotu z podgrzewacza c.w.u. (WBS) / króciec wlotowy zimnej wody użytkowej (WBC)
5 - króciec zasilania podgrzewacza c.w.u. (WBS) / króciec wylotowy c.w.u. (WBC)
6 - króciec zasilania instalacji c.o.

Model		**WBS 14.1**	**WBS 22.1**
Szerokość	mm	450	450
Wysokość	mm	763	763
Głębokość	mm	368	368
Masa	kg	35	35
Spaliny/Powietrze	mm Ø	60/100	60/100
Odprowadzanie skroplin	mm Ø	25	25
Przyłącze gazu	cal	G 1/2″	G 1/2″
Obieg grzewczy c.o.	cal	G 3/4″	G 3/4″
Podłączenie podgrzewacza c.w.u.	cal	G 3/4″	G 3/4″
Króciec wyrzutowy zaworu bezpieczeństwa	cal	G 3/4″	G 3/4″

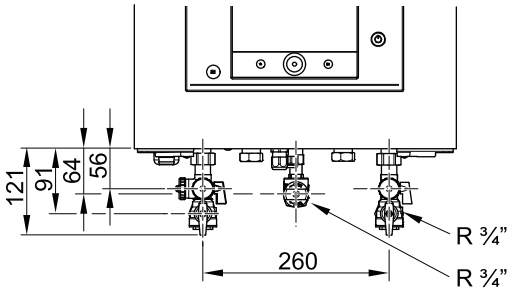
Model		**WBC 22/28.1**
Szerokość	mm	450
Wysokość	mm	763
Głębokość	mm	368
Masa	kg	44
Spaliny/Powietrze	mm Ø	60/100
Odprowadzanie skroplin	mm Ø	25
Przyłącze gazu	cal	G 1/2″
Obieg grzewczy c.o.	cal	G 3/4″
Ciepła woda/zimna woda	cal	G 1/2″
Króciec wyrzutowy zaworu bezpieczeństwa	cal	G 3/4″

■ **Wymiary kotłów WBS 14.1 – 22.1 i WBC 22/28.1 z zaworami odcinającymi AEH B / ADH B**

WBS/WBC z zestawem ADH 3/4˝ B



WBS/WBC z zestawem AEH 3/4˝ B



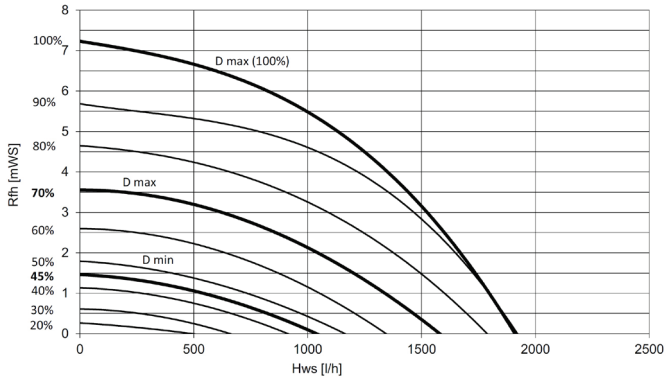
■ Odprowadzenia spalin

W celu doboru odpowiedniego systemu odprowadzania spalin należy skontaktować się z Działem Doradztwa Technicznego BIMs Plus

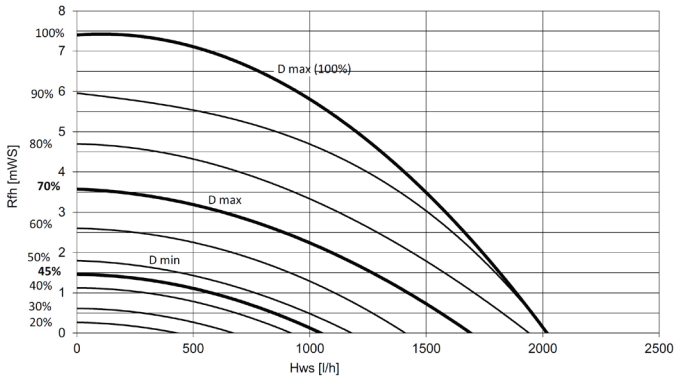
■ Wskazówki projektowe

Charakterystyka pompy (zawiera opory własne kotła).

WSKAZÓWKA: ustawione wartości min. i maks. są sterowane przez program odpowiadający za minimalną względnie maksymalną prędkość obrotową pompy.



Rys.1 Parametry dyspozycyjne pompy obiegowej kotłów WBS 14.1/22.1



Rys.2 Parametry dyspozycyjne pompy obiegowej kotła WBC 22/28.1

Objaśnienia	
Dmax.	zadana prędkość max.
Dmin.	zadana prędkość min.
Hws	objętościowy przepływ wody grzewczej
Rfh	resztkowa wysokość podnoszenia pompy

■ Uwaga - należy stosować się do wymagań dotyczących jakości wody grzewczej.

Obowiązuje polska norma PN-C-04607:1993 P i dyrektywa VDI 2035 cz. 1 i 2. Jakość wody pitnej należy zbadać przed napełnieniem zładu. W wielu regionach kraju z uwagi na jej twardość całkowitą, odczyn pH oraz zawartość tlenu nie nadaje się do napełniania i uzupełniania instalacji i musi być uzdatniona.

Dopuszczone są dwie metody:
- demineralizacja (odsalanie) ze stabilizatorem odczynu pH,
- zastosowanie urządzeń do częściowego zmiękczania wody wraz ze stabilizatorem odczynu pH.

W zależności od wybranej metody producent określił graniczne wartości kluczowych parametrów wody, w wytycznej zawartej w rozdziale 3.19 niniejszego Poradnika oraz na stronie www.broetje.pl w Informacjach Technicznych oraz w Instrukcjach montażu i instalacji dla każdego kotła.

2.1.3. WGB 14.1, WGB 22.1, WGB 28.1 i WGB 38.1

■ **Zakres dostawy:**

- gazowy, wiszący kocioł kondensacyjny do pracy z płynnie obniżaną temperaturą w zamkniętych systemach c.o. bez wymagania minimalnego przepływu wody,
- w pełni automatyczne rozpoznanie i adaptacja do rodzaju gazu ziemnego dzięki systemowi BRÖTJE EVOlution; praca na propan po obróceniu o 180° bloku elektrod i zmianie nastaw w automatyce,*
- palnik modulacyjny ze stali nierdzewnej z dmuchawą, o pełnym, wstępnym zmieszaniu oraz modulacyjnym zaworem gazowym; przystosowany do spalania gazu ziemnego E (GZ 50) , Lw (GZ 41.5) oraz gazu płynnego (propanu),
- ciągła optymalizacja jakości spalania, utrzymywanie stale wysokiej sprawności oraz najniższej emisji i największego bezpieczeństwa pracy także przy wahającej się jakości gazu,
- zamknięta komora spalania do pracy niezależnej lub zależnej od powietrza w pomieszczeniu,
- zintegrowana klapa zwrotna spalin,
- wymiennik ciepła aluminiowo-krzemowy o dużej powierzchni grzewczej z powłoką nano,
- bezstopniowe dopasowanie obciążenia w trybie c.o. i c.w.u.,
- elektroniczna pompa obiegowa o wysokiej efektywności,
- zawór bezpieczeństwa, cyfrowy termometr, ciśnieniowy czujnik braku wody,
- cyfrowy i analogowy manometr, odpowietrznik automatyczny,
- zintegrowany system regulacji (IWR Alpha) do pogodowego sterowania pracą kotła i obiegów grzewczych, programowania godzinowego oraz diagnozowania układu, z możliwością rozbudowy,
- możliwość zdalnego sterowania poprzez aplikację (wymagane wyposażenie dodatkowe oraz połączenie WiFi),
- możliwość pracy w systemie kaskadowym po zainstalowaniu regulatora kaskady (wyposażenie dodatkowe),
- przejrzysty panel obsługowy w języku polskim z dużym, kolorowym, podświetlanym wyświetlaczem (LCD),
- czujnik temperatury zewnętrznej,
- układ kontrolny palnika z automatem palnikowym, czujnikiem jonizacji i zintegrowanym zapłonem elektrycznym,
- układ regulacji obiegu kotłowego z regulatorem temperatury kotła, ogranicznikiem temperatury bezpieczeństwa, wyłącznikiem sieciowym,
- ułatwiona regulacja hydrauliczna instalacji CO przy pomocy aplikacji Grundfoss GO Balance™ i modułu ALPHA Reader (wyposażenie dodatkowe),
- zintegrowany wielofunkcyjny regulator umożliwiający sterowanie układem kolektorów słonecznych do podgrzewu centralnego ogrzewania oraz ciepłej wody użytkowej lub jako obieg ze zmieszaniem,
- zintegrowana w automatyce kotła funkcja współpracy z kotłem na paliwo stałe,
- urządzenie przystosowane do pracy przy zasilaniu gazem ziemnym zawierającym do 20% wodoru,
- możliwość podłączenia urządzenia serwisowego PSS i aplikacji celem usprawnienia procesu wprowadzania nastaw automatyki oraz diagnostyki,
- obudowa stalowa, lakierowana proszkowo, biała.

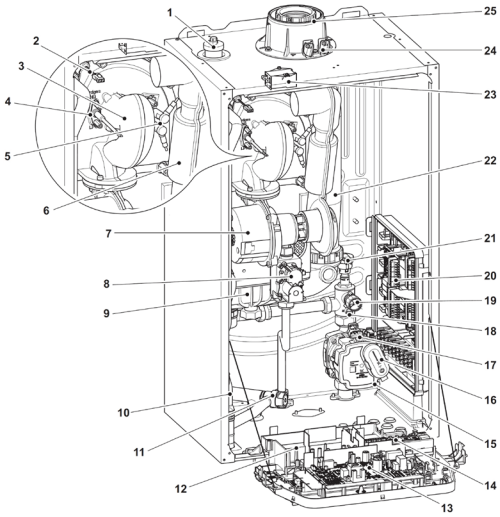
Ważne: w przypadku podłączenia kotła do układu ogrzewania podłogowego wykonanego z elementów z tworzywa sztucznego nie zapewniającego szczelności tlenowej zgodnie z DIN 4726, konieczne jest zastosowanie wymiennika ciepła rozdzielającego kocioł od reszty instalacji.

Dostawa: kompletny kocioł zapakowany w kartonie.

* w kotłach WGB 14.1 - 38.1 dzięki zastosowaniu automatycznej regulacji spalania nie stosuje się zestawów przezbrojeniowych; kotły te jednak nie mogą pracować na gaz ziemny Ls (GZ 35).

■ Główne elementy kotłów





WGB: 1 – odpowietrznik 2 – czujnik temperatury zasilania 3 – kanał mieszania 4 – elektroda jonizacyjna 5 – elektrody zapłonowe 6 – tłumik zasysania powietrza 7 – wentylator ze zwężką pomiarową Venturiego 8 – elektrozawór gazu 9 – taca skroplin 10 – syfon 11 – zawór bezpieczeństwa c.o. 12 – miejsce na dodatkowe moduły regulacyjne (wyposażenie dodatkowe) 13 – płyta główna CU-GH15 14 – płytka przyłączeniowa CB 15 – uchwyt czytnika Alpha Reader (zamontowany fabrycznie) 16 – Alpha Reader, ręczne urządzenie do równoważenia hydraulicznego instalacji (wyposażenie opcjonalne) 17 – pompa obiegowa c.o. 18 – zawór zwrotny klapowy 19 – manometr 20 – płytka rozszerzeń SCB-15+ 21 – czujnik ciśnienia wody 22 – przewód odprowadzania spalin 23 – transformator zapłonowy (pod obudową) 24 – króćce pomiarowe 25 – przyłącze kominowe

■ Wyposażenie

Model	WGB 14.1	WGB 22.1	WGB 28.1	WGB 38.1
Palnik modulowany z pełnym zmieszaniem wstępnym	●	●	●	●
Pogodowy system regulacji z czujnikiem temp. zewnętrznej	●	●	●	●
Automatyczna adaptacja i wykrywanie rodzaju gazu	●	●	●	●
Zintegrowana klapa zwrotna spalin	●	●	●	●
Elektroniczna pompa obiegowa	●	●	●	●
Termometr cyfrowy	●	●	●	●
Manometr analogowy i cyfrowy	●	●	●	●
Zawór bezpieczeństwa	●	●	●	●
Automatyka sterująca obiegu kolektorów słonecznych do podgrzewu c.w.u./c.o. (czujnik kolektora KF ISR oraz podgrzewacza UF60 stanowią wyposażenie dodatkowe)	●	●	●	●
Zestaw pompy obiegowej do ładowania podgrzewacza c.w.u.	+	+	+	+
Przeponowe naczynie wzbiorcze do c.o. 8L	+	+	+	-
Regulacja hydrauliczna za pośrednictwem aplikacji	+	+	+	+
Rura przyłączeniowa drugiego obiegu z mieszaczem (MAR C lub MAR S)	+	+	+	+
Automatyka do regulacji obiegu grzewczego z zaworem mieszającym (czujnik przylgowy UAF25 stanowi wyposażenie dodatkowe)	●	●	●	●
Bramka do komunikacji z systemami opartymi na protokołach komunikacyjnych Modbus/Bacnet	+	+	+	+

● w zakresie dostawy **+** możliwość zastosowania/wyposażenie dodatkowe **-** brak możliwości zastosowania

■ Dane techniczne dotyczące kotłów do ogrzewania pomieszczeń zgodne z ErP

Model			WGB 14.1	WGB 22.1	WGB 28.1	WGB 38.1
Kocioł kondensacyjny			Tak	Tak	Tak	Tak
Kocioł niskotemperaturowy(1)			Nie	Nie	Nie	Nie
Kocioł B1			Nie	Nie	Nie	Nie
Kogeneracyjny ogrzewacz pomieszczeń			Nie	Nie	Nie	Nie
Ogrzewacz wielofunkcyjny			Nie	Nie	Nie	Nie
Znamionowa moc cieplna	*Prated*	kW	14	21	27	37
Wytworzone ciepło użytkowe przy znamionowej mocy cieplnej i w reżimie wysokotemperaturowym(2)	P_4	kW	13,6	21,4	27,2	37,0

Model			**WGB 14.1**	**WGB 22.1**	**WGB 28.1**	**WGB 38.1**
Wytworzone ciepło użytkowe przy znamionowej mocy cieplnej na poziomie 30% i w reżimie niskotemperaturowym(1)	P_1	kW	4,6	7,3	9,2	12,5
Sezonowa efektywność energetyczna ogrzewania pomieszczeń	η_s	%	94	94	94	94
Sprawność użytkowa przy znamionowej mocy cieplnej i w reżimie wysokotemperaturowym(2)	η_4	%	87,8	87,7	87,7	87,7
Sprawność użytkowa przy znamionowej mocy cieplnej na poziomie 30% i w reżimie niskotemperaturowym(1)	η_1	%	99,5	99,2	99,1	98,9
Zużycie energii elektrycznej na potrzeby własne						
Przy pełnym obciążeniu	*elmaks*	kW	0,024	0,034	0,050	0,062
Przy częściowym obciążeniu	*elmin*	kW	0,014	0,014	0,015	0,016
W trybie czuwania	P_{SB}	kW	0,007	0,007	0,007	0,007
Inne parametry						
Straty ciepła w trybie czuwania	P_{stby}	kW	0,040	0,040	0,042	0,044
Pobór mocy palnika zapłonowego	P_{ign}	kW	0,0	0,0	0,0	0,0
Roczne zużycie energii	Q_{HE}	GJ	42	66	84	114
Poziom mocy akustycznej w pomieszczeniu	L_{WA}	dB	41	47	52	51
Emisje tlenków azotu	NO_X	mg/kWh	23	24	22	36

(1) Niska temperatura oznacza 30 °C w przypadku kotłów kondensacyjnych i 37 °C w przypadku kotłów niskotemperaturowych, a w przypadku innych ogrzewaczy oznacza temperaturę wody powrotnej 50 °C (na wlocie ogrzewacza).
(2) W reżimie wysokotemperaturowym temperatura wody powrotnej na wlocie ogrzewacza wynosi 60 °C, a wody zasilającej na jego wylocie 80 °C.

■ Dane techniczne

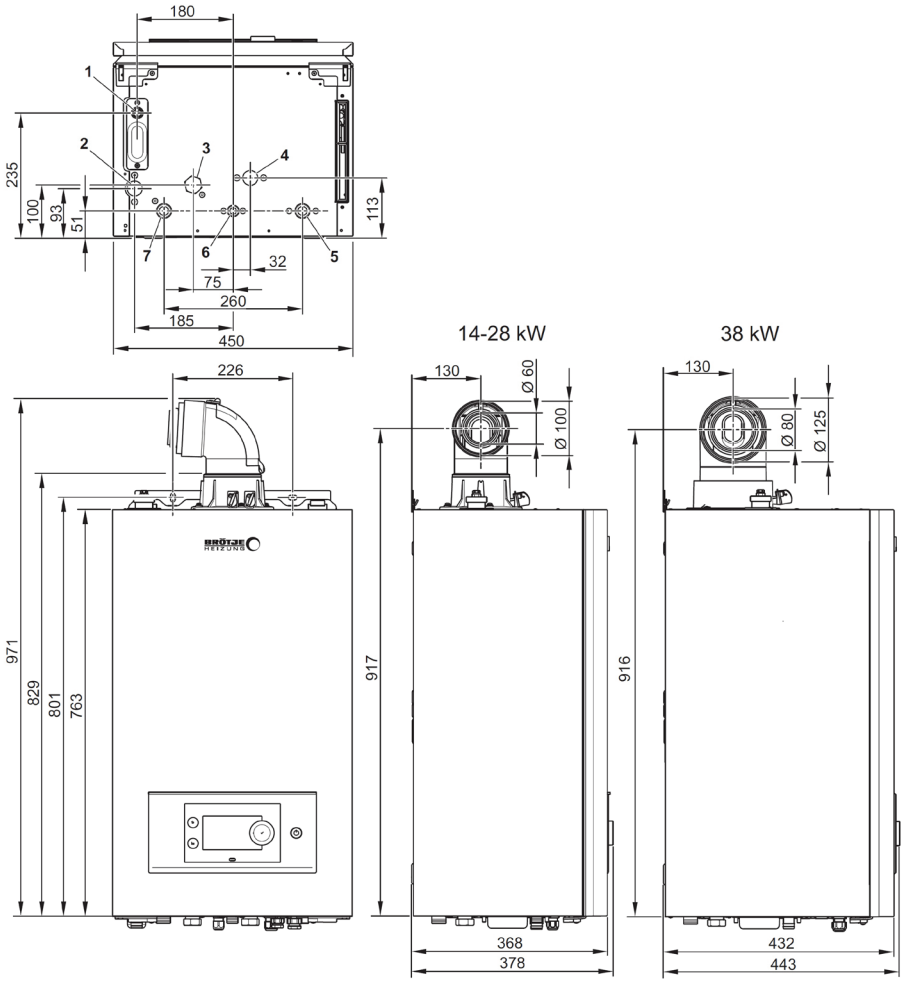
Model				**WGB 14.1**	**WGB 22.1**	**WGB 28.1**	**WGB 38.1**
Nr identyfikacyjny produktu				CE-0085DM0647			
Stopień ochrony IP				IPx4D			
Kategoria gazu				II2N3P			
Kategoria urządzenia				B_{23p}, B_{33}, B_{53p}, C_{13x}, C_{33x}, C_{43X}, C_{53}, C_{53x}, C_{63x}, C_{83}, C_{93x}, $C_{(10)3x}$ i $C_{(11)3x}$			
Zakres znamionowego obciążenia cieplnego	gaz ziemny E (GZ 50); Lw (GZ 41,5)	c.o.	kW	2,9 – 14,0	2,9 – 22,0	3,9 – 28,0	4,9 – 38,0
	gaz płynny	c.o.	kW	4,9 – 14,0	4,9 – 22,0	5,9 – 28,0	7,9 – 38,0
Zakres znamionowej mocy cieplnej	gaz ziemny E (GZ 50); Lw (GZ 41,5)	c.o. 80/60 °C	kW	2,8 – 13,6	2,8 – 21,4	3,8 – 27,2	4,7 – 37,0
		c.o. 50/30 °C	kW	3,1 – 14,6	3,1 – 22,9	4,2 – 29,2	5,3 – 39,6
	gaz płynny	c.o. 80/60 °C	kW	4,7 – 13,6	4,7 – 21,4	5,7 – 27,2	7,6 – 37,0
		c.o. 50/30 °C	kW	5,2 – 14,6	5,2 – 22,9	6,4 – 29,2	8,5 – 39,6
Sprawność znormalizowana		75/60 °C	%	106	106	106	106
		40/30 °C	%	109	109	109	109
Wartość pH skroplin		-	-	4 - 5			
Ilość skroplin		40/30 °C	l/h	0,41 – 1,50	0,41 – 2,35	0,52 – 2,51	0,73 – 3,41
Emisja NO_x zgodnie z normą EN 15502			mg/kWh	< 56			
Klasa NO_x zgodnie z normą EN 15502			-	6			
Dane do projektowania komina zgodnie z normą DIN EN 13384 (powietrze do spalania zasysane z pomieszczenia)							
Temperatura spalin	moc częściowa/ maksymalna	80/60 °C	°C	56 – 65	56 – 69	57 – 66	57 – 68
	moc częściowa/ maksymalna	50/30 °C	°C	34 – 46	34 – 51	33 – 49	32 – 51
Masowe natężenie przepływu spalin	gaz ziemny E (GZ 50); Lw (GZ 41,5	80/60 °C	g/s	1,4 – 6,5	1,4 – 10,3	1,8 – 13,1	2,3 – 17,8
		50/30 °C	g/s	1,2 – 6,2	1,2 – 9,8	1,7 – 12,4	2,1 – 16,8
	gaz płynny	80/60 °C	g/s	2,2 – 6,3	2,2 – 9,9	2,6 – 12,6	3,5 – 17,1
		50/30 °C	g/s	2,1 – 6,0	2,1 – 9,4	2,5 – 11,9	3,4 – 16,1

Model			**WGB 14.1**	**WGB 22.1**	**WGB 28.1**	**WGB 38.1**
Zawartość CO_2 w gazie ziemnym		%	8,3 – 9,7	8,3 – 9,7	8,3 – 9,7	8,3 – 9,7
Zawartość CO_2 w gazie płynnym		%	9,8 – 11,2	9,8 – 11,2	9,8 – 11,2	9,8 – 11,2
Zapotrzebowanie na ciąg		mbar	0			
Maks. ciśnienie tłoczenia na króćcu spalin	moc częściowa/ maksymalna	mbar	0,1 – 0,8	0,1 – 1,0	0,1 – 1,4	0,1 – 1,4
Maks. ciśnienie tłoczenia na króćcu spalin po kompensacji mocy(1)	moc częściowa/ maksymalna	mbar	0,1 – 1,2	0,1 – 1,5	0,1 – 1,8	-
Średnice przyłącza spalinowo-powietrznego		mm	60/100	60/100	60/100	80/125
Grupa emisji spalin zgodnie z DVGW G636			G6			
Woda grzewcza						
Zakres nastawy temperatury wody grzewczej		°C	20 – 85			
Maksymalna, regulowana przez automatykę, temperatura zasilania kotła		°C	85			
Ciśnienie robocze wody w c.o.	min.	bar	1			
	maks.	bar	3			
Pojemność wodna naczynia wzbiorczego(2)		l	-	-	-	-
Ciepła woda użytkowa						
Zakres nastawy temperatury c.w.u. w trybie komfortowym		°C	40 - 65			
Zakres nastawy temperatury c.w.u. w trybie obniżonym		°C	7 - 50			

Model			**WGB 14.1**	**WGB 22.1**	**WGB 28.1**	**WGB 38.1**
Gaz						
Dobór ogranicznika przepływu gazu(3)	Typ	GS	2,5	4,0	6,0	6,0
Ciśnienie przyłączeniowe dla gazu ziemnego	gaz ziemny E (GZ 50)	mbar	min. 16 – maks. 25			
	gaz ziemny Lw (GZ 41,5)	mbar	min. 17,5 – maks. 23			
Parametry przyłączeniowe	gaz ziemny E (GZ 50) [H_{UB} 9,45 kWh/m^3]	m^3/h	0,31 – 1,50	0,31 – 2,30	0,41 – 3,00	0,52 – 4,00
	gaz ziemny Lw (GZ 41,5) [H_{UB} 8,13 kWh/m^3]	m^3/h	0,36 – 1,70	0,36 – 2,70	0,48 – 3,40	0,60 – 4,70
Ciśnienie przyłączeniowe dla gazu płynnego		mbar	min. 29 – maks. 44			
Parametry przyłączeniowe	gaz płynny (LPG) [H_U 12,87 kWh/kg]	kg/h	0,38 – 1,09	0,38 – 1,71	0,46 – 2,18	0,61 – 2,95
	gaz płynny (LPG) [H_U 24,64 kWh/kg]	m^3/h	0,20 – 0,57	0,20 – 0,89	0,24 – 1,14	0,32 – 1,54
Prąd elektryczny						
Podłączenie elektryczne		V/Hz	230 V / 50 Hz			
Maks. pobór energii elektrycznej		W	86	96	112	124
Pobór energii elektrycznej w trybie c.o.	przy pełnym obciążeniu, pompa z nastawą fabryczną	W	55	65	97	123
	praca w trybie czuwania	W	7	7	7	7
Wymiary						
Masa kotła		kg	37	37	39	46
Pojemność wodna kotła		l	2,5	2,5	3,6	3,6
Wysokość		mm	763			
Szerokość		mm	450			
Głębokość		mm	368			432

(1) Funkcja, dzięki której można powiększyć dopuszczalną długość przewodu odprowadzania spalin. Patrz Podręcznik montażu: *Dopuszczalna długość przewodów odprowadzania spalin.*
(2) Wyposażenie dodatkowe; patrz akcesoria.
(3) Tylko pojedynczy przewód metalowy. W innym przypadku należy dostosować długość przewodu; patrz TRGI 2008.

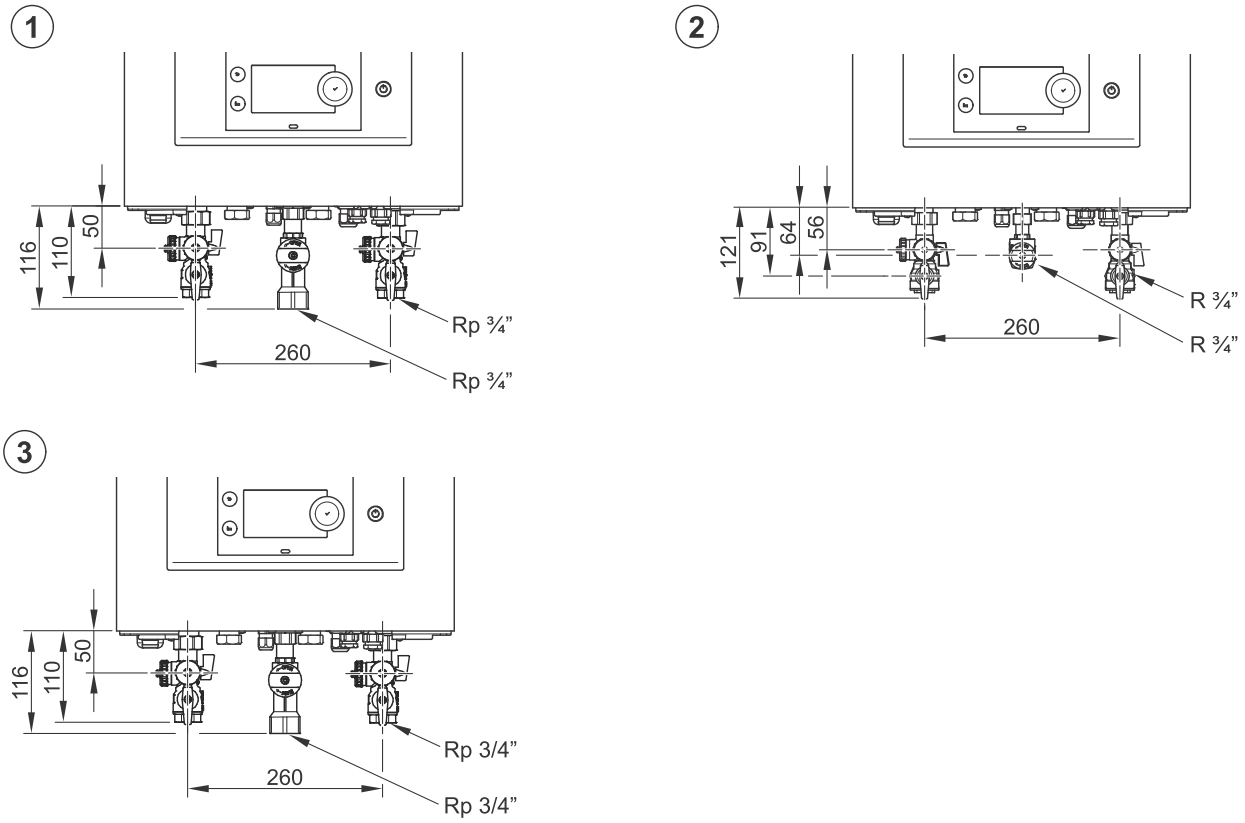
■ Wymiary i przyłącza WGB



1 - przyłącze odprowadzania kondensatu
2 - powrót instalacji c.o. drugiego obiegu (wyposażenie dodatkowe – MAR C lub MAR S)
3 - zasilanie podgrzewacza c.w.u. (wyposażenie dodatkowe – LS-U1 F lub LS-BS F)
4 - powrót z podgrzewacza c.w.u. (wyposażenie dodatkowe – LS-U1 F lub LS-BS F)
5 - powrót instalacji c.o.
6 - przyłącze gazu
7 - zasilanie instalacji c.o.

Model		**WGB 14.1**	**WGB 22.1**	**WGB 28.1**	**WGB 38.1**
Szerokość	mm	450	450	450	450
Wysokość	mm	763	763	763	763
Głębokość	mm	368	368	368	432
Masa	kg	37	37	39	46
Spaliny/Powietrze	mm Ø	60/100	60/100	60/100	80/125
Odprowadzanie skroplin	mm Ø	25	25	25	25
Przyłącze gazu	cal	G 1/2″	G 1/2″	G 1/2″	G 3/4″
Obieg grzewczy c.o. 1	cal	G 3/4″	G 3/4″	G 3/4″	G 3/4″
Obieg grzewczy c.o. 2 (wyposażenie dodatkowe – MAR C lub MAR S)	cal	G 3/4″	G 3/4″	G 3/4″	G 3/4″
Zasilanie/powrót podgrzewacza c.w.u. (wyposażenie dodatkowe – LS-U1 F lub LS-BS F)	cal	G 3/4″	G 3/4″	G 3/4″	G 3/4″

■ Wymiary kotłów WGB z zaworami odcinającymi AEH B / ADH B



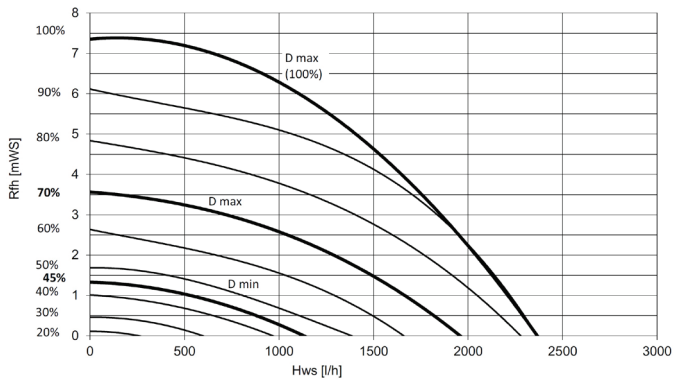
1	Kocioł WGB 14.1 / 22.1 / 28.1 z zestawiem ADH 3/4˝ B
2	Kocioł WGB 14.1 / 22.1 / 28.1 z zestawiem AEH 3/4˝ B
3	Kocioł WGB 38.1 z zestawiem ADH 2 B

■ Odprowadzenia spalin

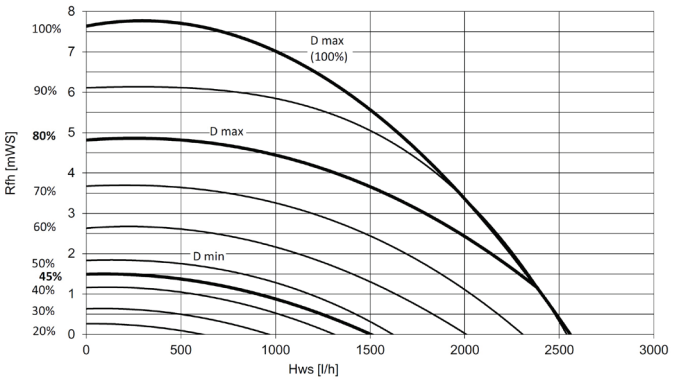
W celu doboru odpowiedniego systemu odprowadzania spalin należy skontaktować się z Działem Doradztwa Technicznego BIMs Plus

■ Wskazówki projektowe

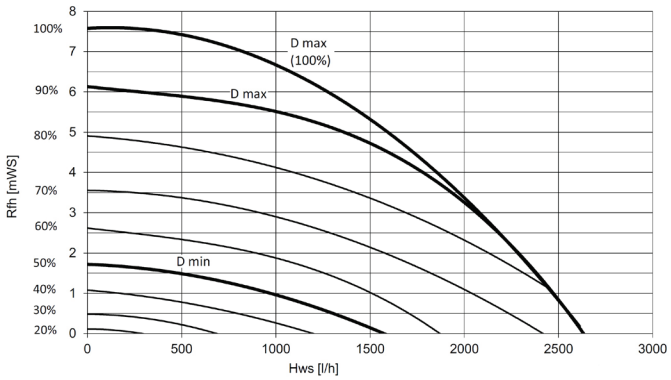
Charakterystyka pompy (charakterystyki zawierają opory własne kotła).



Rys.1 Parametry dyspozycyjne pompy obiegowej kotłów WGB 14.1/22.1



Rys.2 Parametry dyspozycyjne pompy obiegowej kotła WGB 28.1



Rys.3 Parametry dyspozycyjne pompy obiegowej kotła WGB 38.1

Objaśnienia	
Dmax.	zadana prędkość max.
Dmin.	zadana prędkość min.
Hws	objętościowy przepływ wody grzewczej
Rfh	resztkowa wysokość podnoszenia pompy

■ Uwaga - należy stosować się do wymagań dotyczących jakości wody grzewczej

Obowiązuje polska norma PN-C-04607:1993 P i dyrektywa VDI 2035 cz. 1 i 2. Jakość wody pitnej należy zbadać przed napełnieniem złądu. W wielu regionach kraju z uwagi na jej twardość całkowitą, odczyn pH oraz zawartość tlenu nie nadaje się do napełniania i uzupełniania instalacji i musi być uzdatniona .

Dopuszczone są dwie metody:
- demineralizacja (odsalanie) ze stabilizatorem odczynu pH,
- zastosowanie urządzeń do częściowego zmiękczania wody wraz ze stabilizatorem odczynu pH.

W zależności od wybranej metody producent określił graniczne wartości kluczowych parametrów wody, w wytycznej zawartej w rozdz. 3.19. niniejszego Poradnika oraz na stronie www.broetje.pl w Informacjach Technicznych oraz w Instrukcjach montażu i instalacji dla każdego kotła.

2.1.4. WGB-K 22/28.1

■ **Zakres dostawy:**

- gazowy, wiszący kocioł kondensacyjny do pracy z płynnie obniżaną temperaturą w zamkniętych systemach c.o. bez wymagania minimalnego przepływu wody,
- wbudowany podgrzewacz c.w.u. o pojemności 45 litrów ze stali nierdzewnej,
- w pełni automatyczne rozpoznanie i adaptacja do rodzaju gazu ziemnego dzięki systemowi BRÖTJE EVOlution; praca na propan po obróceniu o 180° bloku elektrod i zmianie nastaw w automatyce,*
- palnik modulacyjny ze stali nierdzewnej z dmuchawą, o pełnym, wstępnym zmieszaniu oraz modulacyjnym zaworem gazowym. Przystosowany do spalania gazu ziemnego E (GZ 50), Lw (GZ 41.5) oraz gazu płynnego (propanu),
- ciągła optymalizacja jakości spalania, utrzymywanie stale wysokiej sprawności oraz najniższej emisji i największego bezpieczeństwa pracy także przy wahającej się jakości gazu,
- zamknięta komora spalania do pracy niezależnej lub zależnej od powietrza w pomieszczeniu,
- zintegrowana klapa zwrotna spalin,
- wymiennik ciepła aluminiowo-krzemowy o dużej powierzchni grzewczej z powłoką nano,
- bezstopniowe dopasowanie obciążenia w trybie c.o. i c.w.u.,
- elektroniczna pompa obiegowa o wysokiej efektywności,
- zawór bezpieczeństwa, cyfrowy termometr, ciśnieniowy czujnik braku wody,
- wbudowane naczynie wzbiorcze, przeponowe 10 l do c.o.,
- grupa bezpieczeństwa do c.w.u. (bez naczynia wzbiorczego),
- cyfrowy i analogowy manometr, odpowietrznik automatyczny,
- zintegrowany system regulacji (IWR Alpha) do pogodowego sterowania pracą kotła i obiegów grzewczych, programowania godzinowego oraz diagnozowania układu, z możliwością rozbudowy,
- możliwość zdalnego sterowania poprzez aplikację (wymagane wyposażenie dodatkowe oraz połączenie WiFi),
- przejrzysty panel obsługowy w języku polskim z dużym, kolorowym, podświetlanym wyświetlaczem (LCD),
- czujnik temperatury zewnętrznej,
- układ kontrolny palnika z automatem palnikowym, czujnikiem jonizacji i zintegrowanym zapłonem elektrycznym,
- układ regulacji obiegu kotłowego z regulatorem temperatury kotła, ogranicznikiem temperatury bezpieczeństwa, wyłącznikiem sieciowym,
- ułatwiona regulacja hydrauliczna instalacji CO przy pomocy aplikacji Grundfos GO Balance™ i modułu ALPHA Reader (wyposażenie dodatkowe).

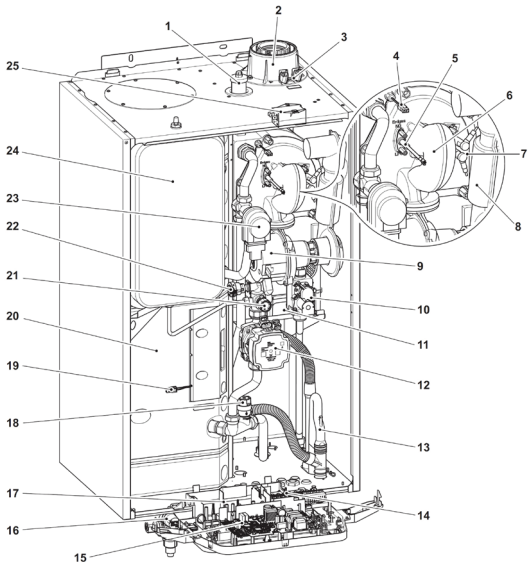
Ważne: w przypadku podłączenia kotła do układu ogrzewania podłogowego wykonanego z elementów z tworzywa sztucznego nie zapewniającego szczelności tlenowej zgodnie z DIN 4726, konieczne jest zastosowanie wymiennika ciepła rozdzielającego kocioł od reszty instalacji.

Dostawa: kompletny kocioł zapakowany w kartonie,

*w kotle WGB-K 22/28.1 dzięki zastosowaniu automatycznej regulacji spalania nie stosuje się zestawów przezbrojeniowych; kocioł ten jednak nie może pracować na gaz ziemny Ls (GZ 35).

■ **Główne elementy kotła**





1 – odpowietrznik 2 – przyłącze kominowe 3 – króćce pomiarowe 4 – czujnik temperatury zasilania 5 – elektroda jonizacyjna 6 – kanał mieszania 7 – elektrody zapłonowe 8 – tłumik zasysania powietrza 9 – wentylator ze zwężką pomiarową Venturiego 10 – elektrozawór gazu 11 – taca skroplin 12 – pompa obiegowa c.o. 13 – syfon 14 – płytka przyłączeniowa CB 15 – płyta główna CU-GH15 16 – grupa bezpieczeństwa c.w.u. 17 – miejsce na dodatkowe moduły regulacyjne (wyposażenie dodatkowe) 18 – zawór bezpieczeństwa c.o. 19 – czujnik c.w.u. 20 – zbiornik c.w.u. 45 l 21 – manometr analogowy 22 – czujnik ciśnienia wody 23 – zawór trójdrogowy przełączający c.o./c.w.u. 24 – przeponowe naczynie wzbiorcze c.o. 10 l 25 – transformator zapłonowy (wewnątrz obudowy) uchwyt czytnika Alpha Reader (zamontowany fabrycznie) 20 – Alpha Reader, urządzenie wspomagające proces ręcznego równoważenia hydraulicznego instalacji (wyposażenie opcjonalne)

■ Wyposażenie

Model	WGB-K 22/28.1
Palnik modulowany z pełnym zmieszaniem wstępnym	●
Pogodowy system regulacji z czujnikiem temp. zewnętrznej	●
Automatyczna adaptacja i wykrywanie rodzaju gazu	●
Zintegrowana klapa zwrotna spalin	●
Termometr cyfrowy	●
Manometr analogowy i cyfrowy	●
Zawory bezpieczeństwa c.w.u./c.o.	●
Przeponowe naczynie wzbiorcze do c.o. 10L	●
Przeponowe naczynie wzbiorcze do c.w.u 2L do montażu w kotle (MAG TW)	+
Układ priorytetowego załączania podgrzewania c.w.u. z zaworem przełączającym 3-drogowym	●
Elektroniczna pompa obiegowa	●
Bramka do komunikacji z systemami opartymi na protokołach komunikacyjnych Modbus/Bacnet	+
Regulacja hydrauliczna za pośrednictwem aplikacji	+
Rura przyłączeniowa drugiego obiegu z mieszaczem (MAR WGB-K B)	+
Podgrzewacz c.w.u. 45 l ze stali nierdzewnej	●

● w zakresie dostawy **+ możliwość zastosowania/wyp. dodatkowe** **-** nie stosowane

■ Dane techniczne dotyczące kotłów do ogrzewania pomieszczeń zgodne z ErP

Model			WGB-K 22/28.1
Kocioł kondensacyjny			Tak
Kocioł niskotemperaturowy[1]			Nie
Kocioł B1			Nie
Kogeneracyjny ogrzewacz pomieszczeń			Nie
Ogrzewacz wielofunkcyjny			Tak
Znamionowa moc cieplna	*Prated*	kW	21
Wytworzone ciepło użytkowe przy znamionowej mocy cieplnej i w reżimie wysokotemperaturowym[2]	P_4	kW	21,4
Wytworzone ciepło użytkowe przy znamionowej mocy cieplnej na poziomie 30% i w reżimie niskotemperaturowym[1]	P_1	kW	7,3
Sezonowa efektywność energetyczna ogrzewania pomieszczeń	η_s	%	94
Sprawność użytkowa przy znamionowej mocy cieplnej i w reżimie wysokotemperaturowym[2]	η_4	%	87,8
Sprawność użytkowa przy znamionowej mocy cieplnej na poziomie 30% i w reżimie niskotemperaturowym[1]	η_1	%	99,1
Zużycie energii elektrycznej na potrzeby własne			
Przy pełnym obciążeniu	*elmaks*	kW	0,032
Przy częściowym obciążeniu	*elmin*	kW	0,015
W trybie czuwania	P_{SB}	kW	0,005
Inne parametry			
Straty ciepła w trybie czuwania	P_{stby}	kW	0,054
Pobór mocy palnika zapłonowego	P_{ign}	kW	0,0
Roczne zużycie energii	Q_{HE}	GJ	66
Poziom mocy akustycznej w pomieszczeniu	L_{WA}	dB	46
Emisje tlenków azotu	NO_X	mg/kWh	31
Parametry c.w.u.			
Deklarowany profil obciążenia			XL
Dzienne zużycie energii elektrycznej	Q_{elec}	kWh	0,260
Roczne zużycie energii elektrycznej	*AEC*	kWh	57

Model			**WGB-K 22/28.1**
Efektywność energetyczna podgrzewania wody	η_{wh}	%	80
Dzienne zużycie paliwa	Q_{fuel}	kWh	24,300
Roczne zużycie paliwa	*AFC*	GJ	18

(1) Niska temperatura oznacza 30 °C w przypadku kotłów kondensacyjnych i 37 °C w przypadku kotłów niskotemperaturowych, a w przypadku innych ogrzewaczy oznacza temperaturę wody powrotnej 50 °C (na wlocie ogrzewacza).
(2) W reżimie wysokotemperaturowym temperatura wody powrotnej na wlocie ogrzewacza wynosi 60 °C, a wody zasilającej na jego wylocie 80 °C.

■ Dane techniczne

Model				**WGB-K 22/28.1**
Nr identyfikacyjny produktu				CE-0085DM0647
Stopień ochrony IP				IPx4D
Kategoria gazu				II2N3P
Kategoria urządzenia				B_{23p}, B_{33}, B_{53p}, C_{13x}, C_{33x}, C_{43x}, C_{53}, C_{53x}, C_{63x}, C_{83}, C_{93x}, $C_{(10)3x}$ i $C_{(11)3x}$
Zakres znamionowego obciążenia cieplnego	gaz ziemny E (GZ 50); Lw (GZ 41,5)	c.o.	kW	3,9 – 22,0
		c.w.u.	kW	3,9 – 28,0
	gaz płynny	c.o.	kW	5,9 – 22,0
		c.w.u.	kW	5,9 – 28,0
Zakres znamionowej mocy cieplnej	gaz ziemny E (GZ 50); Lw (GZ 41,5)	c.o. 80/60 °C	kW	3,8 – 21,4
		c.o. 50/30 °C	kW	4,2 – 22,9
		c.w.u. 80/60 °C	kW	3,8 – 27,3
	gaz płynny	c.o. 80/60 °C	kW	5,7 – 21,4
		c.o. 50/30 °C	kW	6,4 – 22,9
		c.w.u. 80/60 °C	kW	5,7 – 27,3
Sprawność znormalizowana		75/60 °C	%	106
		40/30 °C	%	110
Wartość pH skroplin		-	-	4 - 5
Ilość skroplin		40/30 °C	l/h	0,52 – 2,51
Emisja NO_x zgodnie z normą EN 15502			mg/kWh	< 56
Klasa emisji NO_x zgodnie z normą EN 15502			-	6
Dane do projektowania komina zgodnie z normą DIN EN 13384 (powietrze do spalania zasysane z pomieszczenia)				
Temperatura spalin	moc częściowa/ maksymalna	80/60 °C	°C	57 – 66
	moc częściowa/ maksymalna	50/30 °C	°C	33 – 49
Masowe natężenie przepływu spalin	gaz ziemny E (GZ 50); Lw (GZ 41,5)	80/60 °C	g/s	1,8 – 13,1
		50/30 °C	g/s	1,7 – 12,4
	gaz płynny	80/60 °C	g/s	2,6 – 12,6
		50/30 °C	g/s	2,5 – 11,9
Zawartość CO_2 w gazie ziemnym			%	8,3 – 9,7
Zawartość CO_2 w gazie płynnym			%	9,8 – 11,2
Zapotrzebowanie na ciąg			mbar	0
Maks. ciśnienie tłoczenia na króćcu spalin		moc częściowa/ maksymalna	mbar	0,1 – 1,4
Maks. ciśnienie tłoczenia na króćcu spalin po kompensacji mocy(1)		moc częściowa/ maksymalna	mbar	0,1 – 1,8
Średnice przyłącza spalinowo-powietrznego			mm	60/100
Grupa emisji spalin zgodnie z DVGW G636			-	G6
Woda grzewcza				

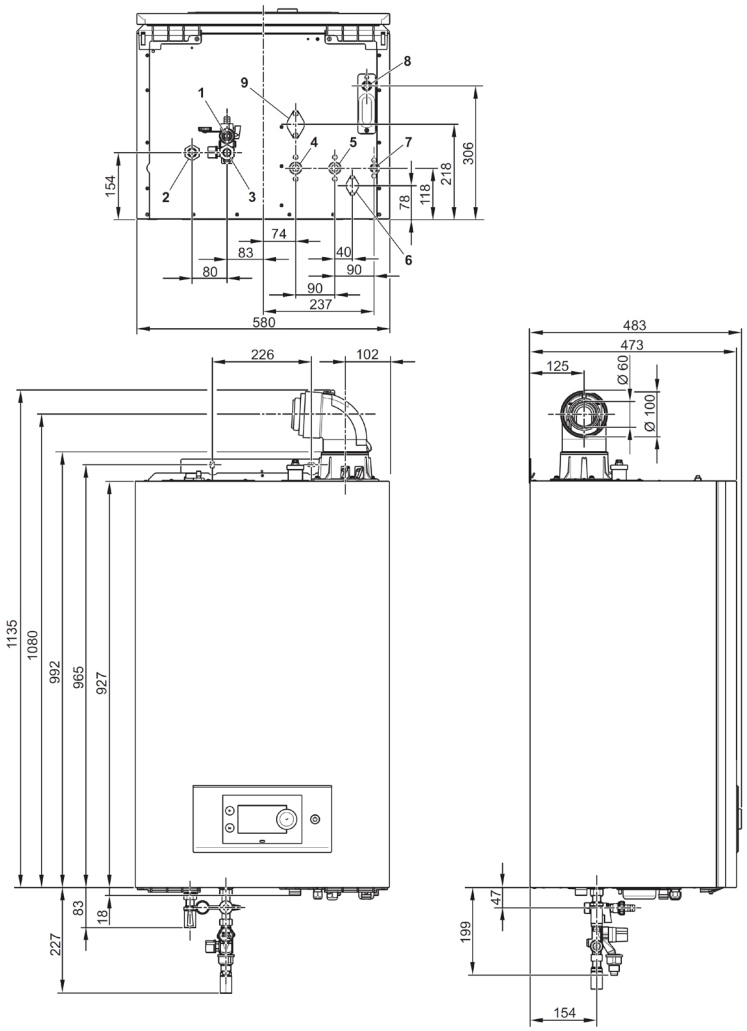
Model			**WGB-K 22/28.1**
Zakres nastawy temperatury wody grzewczej		°C	20 - 85
Maksymalna, regulowana przez automatykę, temperatura zasilania kotła		°C	85
Ciśnienie robocze wody w c.o.	min.	bar	1
	maks.	bar	3
Naczynie wzbiorcze do c.o.	pojemność	l	10
	ciśnienie wstępne	bar	1 ± 0,3
Ciepła woda użytkowa			
Pojemność podgrzewacza c.w.u.		l	45
Wydajność ciągła przy temperaturze zasilania 80 °C i podgrzewaniu wody od 10 °C do 45 °C		l/h	670
Współczynnik mocy przy temperaturze zasilania 80 °C i temperaturze wody w podgrzewaczu 60 °C		N_L	1,2
Zakres nastawy temperatury c.w.u. w trybie komfortowym		°C	40 - 65
Zakres nastawy temperatury c.w.u. w trybie obniżonym		°C	7 - 50
Maksymalne ciśnienie wody		bar	10

Model			**WGB-K 22/28.1**
Gaz			
Dobór ogranicznika przepływu gazu[2]	Typ	GS	6,0
Ciśnienie przyłączeniowe dla gazu ziemnego	gaz ziemny E (GZ 50)	mbar	min. 16 – maks. 25
	gaz ziemny Lw (GZ 41,5)	mbar	min. 17,5 – maks. 23
Parametry przyłączeniowe	gaz ziemny E (GZ 50) [H_{UB} 9,45 kWh/m³]	m³/h	0,41 – 3,00
	gaz ziemny Lw (GZ 41,5) [H_{UB} 8,13 kWh/m³]	m³/h	0,48 – 3,40
Ciśnienie przyłączeniowe dla gazu płynnego		mbar	min. 29 – maks. 44
Parametry przyłączeniowe	gaz płynny (LPG) [H_U 12,87 kWh/kg]	kg/h	0,46 – 2,18
	gaz płynny (LPG) [H_U 12,64 kWh/kg]	m³/h	0,24 – 1,14
Prąd elektryczny			
Podłączenie elektryczne		V/Hz	230 V / 50 Hz
Maksymalny pobór energii elektrycznej		W	112
Pobór energii elektrycznej w trybie c.o.	przy pełnym obciążeniu, pompa z nastawą fabryczną	W	63
	praca w trybie czuwania	W	5
Wymiary			
Masa kotła		kg	66
Pojemność wodna kotła		l	6,1
Wysokość		mm	927
Szerokość		mm	580
Głębokość		mm	473

(1) Funkcja, dzięki której można powiększyć dopuszczalną długość przewodu odprowadzania spalin. Patrz: Podręcznik montażu: *Dopuszczalna długość przewodów odprowadzania spalin.*

(2) Tylko pojedynczy przewód metalowy. W innym przypadku należy dostosować długość przewodu; patrz TRGI 2008.

■ **Wymiary i przyłącza WGB-K 22/28.1**

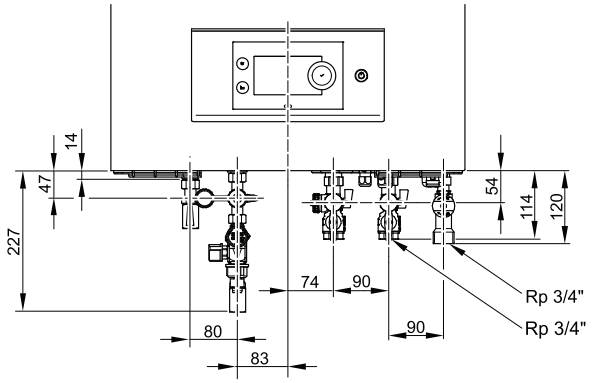


1 - zawór napełniająco-spustowy do zasilania zbiornika wody pitnej
2 - króciec wylotowy ciepłej wody użytkowej
3 - króciec wlotowy zimnej wody użytkowej
4 - króciec zasilania instalacji c.o.
5 - króciec powrotu z instalacji c.o.
6 - przyłącze naczynia wzbiorczego c.w.u. (wyposażenie dodatkowe – MAG TW)
7 - przyłącze gazu
8 - przyłącze odprowadzania kondensatu
9 - króciec powrotu z instalacji c.o. drugiego obiegu (wyposażenie dodatkowe – MAR WGB-K B)

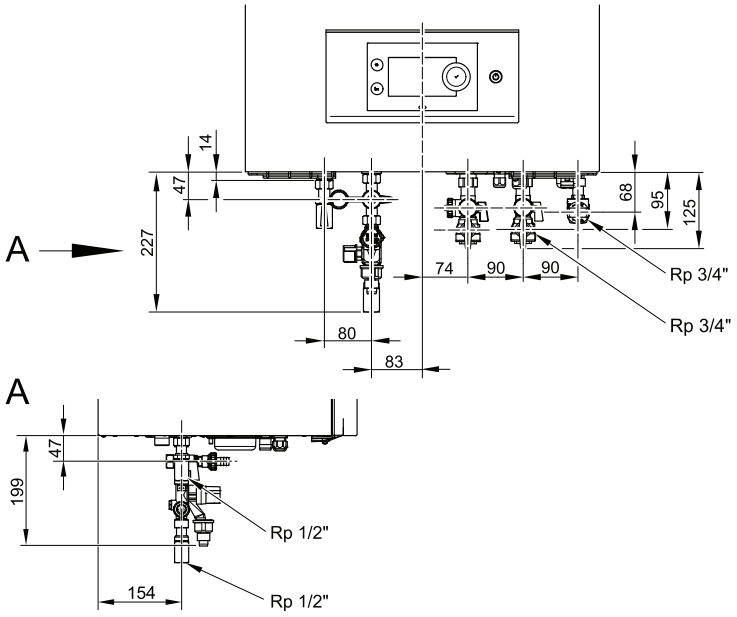
Model		**WGB-K 22/28.1**
Szerokość	mm	580
Wysokość	mm	927
Głębokość	mm	473
Masa	kg	66
Spaliny/powietrze	mm Ø	60/100
Odprowadzanie skroplin	mm Ø	25
Przyłącze gazu	cal	G 1/2″
Obieg grzewczy c.o. 1	cal	G 3/4″
Obieg grzewczy c.o. 2 (wyposażenie dodatkowe – MAR WGB-K B)	cal	G 3/4″
Ciepła woda użytkowa/zimna woda użytkowa	cal	Rp 1/2″

■ **Wymiary kotła WGB-K 22/28.1 z zaworami odcinającymi AEH B / ADH B**

WGB-K 22/28.1 z zestawem ADH 3/4˝ B



WGB-K 22/28.1 z zestawem AEH 3/4˝ B

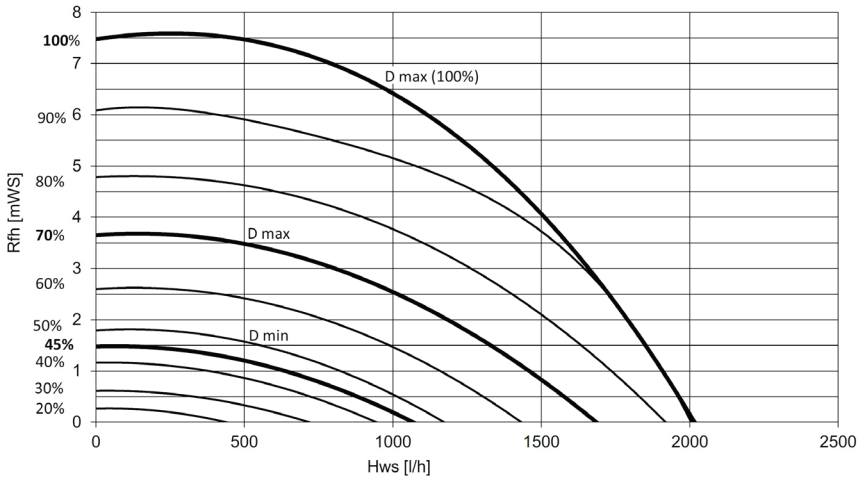


■ Odprowadzenia spalin

W celu doboru odpowiedniego systemu odprowadzania spalin należy skontaktować się z Działem Doradztwa Technicznego BIMs Plus

■ Wskazówki projektowe

Charakterystyka pompy (charakterystyki zawierają opory własne kotła).



Rys.1 Parametry dyspozycyjne pompy obiegowej kotła WGB-K 22/28.1

Objaśnienia	
Dmax.	zadana prędkość max.
Dmin.	zadana prędkość min.
Hws	objętościowy przepływ wody grzewczej
Rfh	resztkowa wysokość podnoszenia pompy

■ Uwaga - należy stosować się do wymagań dotyczących jakości wody grzewcze.

Obowiązuje polska norma PN-C-04607:1993 P i dyrektywa VDI 2035 cz. 1 i 2. Jakość wody pitnej należy zbadać przed napełnieniem złądu. W wielu regionach kraju z uwagi na jej twardość całkowitą, odczyn pH oraz zawartość tlenu nie nadaje się do napełniania i uzupełniania instalacji i musi być uzdatniona.

Dopuszczone są dwie metody:

- demineralizacja (odsalanie) ze stabilizatorem odczynu pH,
- zastosowanie urządzeń do częściowego zmiękczania wody wraz ze stabilizatorem odczynu pH.

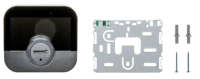
W zależności od wybranej metody producent określił graniczne wartości kluczowych parametrów wody, w wytycznej zawartej w rozdz. 3.19. niniejszego Poradnika oraz na stronie www.broetje.pl w Informacjach Technicznych oraz w Instrukcjach montażu i instalacji dla każdego kotła.

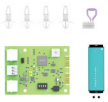
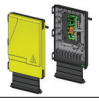
2.1.5. Regulatory IWR i akcesoria hydrauliczne

■ **Automatyka rozszerzająca IWR**

Model		WGB 14.1 - 38.1	WGB-K 22/28.1	WBS 14.1 – 22.1	WBC 22/28.1	QWHS / QWHC
IWR IDA	cyfrowy regulator pokojowy ze sterowaniem za pomocą aplikacji	+	+	+	+	+
RTW D	przewodowy, tygodniowy regulator pokojowy zwierno/rozwierny	+	+	+	+	-
RTD D	bezprzewodowy (radiowy), tygodniowy regulator pokojowy zwierno/rozwierny	+	+	+	+	-
IWR SBM	moduł rozszerzeń S-BUS	+	+	+	+	-
IWR SBK 3	przewód komunikacyjny S-BUS o długości 3 m	+	+	+	+	-
IWR SBK 12	przewód komunikacyjny S-BUS o długości 12 m	+	+	+	+	-
IWR MBM	moduł do komunikacji kotła z systemami opartymi na protokołach Modbus RTU	+	+	+	+	-
IWR MBK 12	przewód komunikacyjny Modbus o długości 12 m	+	+	+	+	-
IWR RMS-W	multifunkcyjny regulator kaskadowy RMS-W	+	+	+	+	-
UF60	uniwersalny, zanurzeniowy czujnik temperatury z przewodem o długości 6 m	+	+	+	+	-
UAF25	uniwersalny, przylgowy czujnik temperatury z przewodem o długości 2,5 m	+	+	+	+	-
KF ISR	czujnik kolektora słonecznego z przewodem o długości 1,5 m	+	-	+	-	-
AF60	czujnik temperatury zewnętrznej	-	-	-	-	+
IWR TWF B	czujnik temperatury c.w.u.	-	-	-	-	+
IWR UWG M	uniwersalna obudowa ścienna do montażu modułów IWR RMZ U lub IWR RMB + IWR MGW	+	+	+	+	-
IWR BNM	moduł do komunikacji kotła z systemami opartymi na protokołach Bacnet	+	+	+	+	-
IWR RMB	moduł rozszerzeń RMB	+	+	+	+	-
IWR MGW	moduł rozszerzeń MGW	+	+	+	+	-
IWR RMZ WG	moduł rozszerzeń RMZ WG do montażu ściennego	+	-	-(+)	-	-
IWR RMZ U	moduł rozszerzeń RMZ U do montażu wewnątrz kotła	+	+	+	+	-
IWR RMTE intern	moduł rozszerzeń RMTE do kotła WBS	-	-	+	-	-

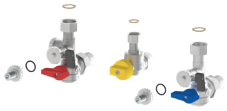
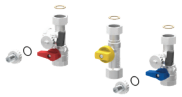
+ możliwe w połączeniu z modułem rozszerzeń IWR RMTE

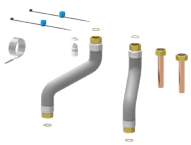
Typ	Opis	
IWR IDA		**Regulator pokojowy przewodowy** Inteligentny, cyfrowy regulator pokojowy z kolorowym wyświetlaczem z możliwością obsługi za pomocą Wi-Fi i aplikacji mobilnej przez smartfon lub tablet. Posiada wbudowany czujnik temperatury pomieszczenia.
RTW D		**Regulator pokojowy przewodowy** Przewodowy termostat tygodniowy zwierno/rozwierny (on/off). Regulator typu PID. Funkcja ochrony przed zamarzaniem. Możliwość nastawy 4 różnych temperatur w ciągu doby. Baterie w zestawie.
RTD D		**Regulator pokojowy bezprzewodowy (radiowy)** Bezprzewodowy termostat tygodniowy zwierno/rozwierny (on/off). Regulator typu PID. Funkcja ochrony przed zamarzaniem. Możliwość nastawy 4 różnych temperatur w ciągu doby. Termostat posiada wbudowany nadajnik radiowy o częstotliwości 868 MHz, odbiornik zasilany napięciem 230V. Baterie i odbiornik w zestawie.
IWR SBM		**Moduł S-BUS** Płytka rozszerzeń, wymagana w przypadku łączenia dodatkowych modułów IWR poprzez S-BUS. Zawiera niezbędne elementy podłączeniowe.
IWR SBK 3		**Przewód komunikacyjny S-BUS** Do komunikacji kaskad opartych o regulator RMS-W oraz modułów opartych na komunikacji S-BUS, np. SBM. Przewód o długości 3 metrów.
IWR SBK 12		**Przewód komunikacyjny S-BUS** Do komunikacji kaskad opartych o regulator RMS-W oraz modułów opartych na komunikacji S-BUS, np. SBM. Przewód o długości 12 metrów.

IWR MBM		**Moduł komunikacyjny Modbus RTU** Do komunikacji kotłów wyposażonych w automatykę IWR z systemami opartymi na protokołach Modbus RTU. Zawiera niezbędne elementy podłączeniowe.
IWR MBK 12		**Przewód komunikacyjny Modbus** Do komunikacji pomiędzy modułami Modbus RTU w kolejnych kotłach. Zawiera przewód o długości 12 m.
IWR RMS-W		**Multifunkcyjny regulator kaskadowy** Regulator naścienny, pogodowy, umożliwiający sterowanie maksymalnie dwoma dodatkowymi obiegami grzewczymi (z zaworem mieszającym lub bez, obiegiem basenowym, obiegiem wysokotemperaturowym) i obiegiem przygotowywania c.w.u. Posiada wejście sterujące 0...10V. Każdy obieg grzewczy może mieć maksymalnie 3 różne programy czasowe. Możliwość sterowania kaskadowego aż do 8 kotłów w kaskadzie.
UF60		**Uniwersalny czujnik zanurzeniowy** Może służyć np. jako czujnik temperatury bufora, podgrzewacza c.w.u., sprzęgła hydraulicznego. Posiada przewód o długości 6 m.
UAF25		**Uniwersalny czujnik przylgowy** Może służyć np jako czujnik temperatury obiegu z mieszaczem, wspólnego powrotu, wspólnego zasilania. Posiada przewód o długości 2,5 m.
KF ISR		**Czujnik kolektora** Zanurzeniowy czujnik kolektora do kotłów z automatyką IWR oraz ISR. Średnica czujnika około 6mm. Posiada przewód o długości 1,5 m.
AF60		**Czujnik temperatury zewnętrznej do QWHS/QWHC**
TWF B		**Czujnik temperatury c.w.u. do QWHS**
IWR UWG M		**Obudowa ścienna IWR UWG M** do montażu modułów IWR RMZ U lub IWR RMB + IWR MGW. Wymiary: S = 180mm, H = 230 mm, G = 110 mm. W zestawie przewód komunikacji L-BUS o długości 1,5m i elementy montażowe.
IWR BNM		**Moduł komunikacji Bacnet** Do komunikacji kotłów wyposażonych w automatykę IWR z systemami opartymi na protokołach Bacnet. Zawiera niezbędne elementy podłączeniowe.
IWR RMB		**Moduł rozszerzeń IWR RMB** Posiada: - wyjście programowalne 0...10V lub PWM - dwa styki bezpotencjałowe do sygnalizacji stanów pracy i zakłóceń
IWR MGW		**Moduł rozszerzeń IWR MGW** Posiada: - wejście bezpotencjałowe sygnału z presostatu gazu - wyjście sterujące 230V, 1A na zewnętrzny zawór gazowy
IWR RMZ WG		**Moduł rozszerzeń IWR RMZ WG w obudowie (do montażu ściennego)** umożliwiający sterowanie dodatkowym, jednym obiegiem grzewczym (z zaworem mieszającym, bez zaworu mieszającego, obiegiem basenowym, obiegiem wysokotemperaturowym lub obiegiem przygotowywania c.w.u.). Zawiera przewód L-BUS o długości 1,5 m i obudowę do montażu naściennego.
IWR RMZ U		**Moduł rozszerzeń IWR RMZ U bez obudowy (do montażu w kotle)** umożliwiający sterowanie dodatkowym, jednym obiegiem grzewczym (z zaworem mieszającym, bez zaworu mieszającego, obiegiem basenowym, obiegiem wysokotemperaturowym lub obiegiem przygotowywania c.w.u.). Do montażu w kotle lub obudowie IWR UWG M. Zawiera wtyczkę zakańczającą z rezystorem.
IWR RMTE intern		**Moduł rozszerzeń do kotła WBS** umożliwiający sterowanie układem solarnym do podgrzewu c.w.u., cyrkulacją c.w.u. i pompą mieszającą c.w.u. Umożliwia podłączenie do kotła WBS modułu IWR RMZ WG.

■ Akcesoria hydrauliczne

Typ	Opis	WGB 14 / 22 / 28.1	WGB 38.1	WGB-K 22/28.1	WBS 14.1 – 22.1	WBC 22/28.1
ADH 3/4" B	zestaw zaworów odcinających gaz/c.o. – proste	+	-	+	+	+
AEH 3/4" B	zestaw zaworów odcinających gaz/c.o. – kątowe	+	-	+	+	+
ADH 2 B	zestaw zaworów odcinających gaz/c.o. – proste	-	+	-	-	-
MAG Set 8L	przeponowe naczynie do c.o. 8L	+	-	-	+	-
MAG TW	przeponowe naczynie wzbiorcze do c.w.u. 2L	-	-	+	-	-
MAR C	rura przyłączeniowa drugiego obiegu grzewczego z mieszaczem dla układu z zestawem ładowania podgrzewacza c.w.u.	+	+	-	-	-
MAR S	rura przyłączeniowa drugiego obiegu grzewczego z mieszaczem dla układu bez zestawu ładowania podgrzewacza c.w.u.	+	+	-	-	-
MAR WGB-K B	rura przyłączeniowa drugiego obiegu z mieszaczem	-	-	+	-	-
LS-U1 F	uniwersalny zestaw ładowania podgrzewacza c.w.u.	+	+	-	-	-
LS-BS F	zestaw ładowania podgrzewacza BS 120 C i BS 160 C	+	+	-	-	-
USL B	uniwersalny zestaw ładowania podgrzewacza c.w.u.	-	-	-	+	-

Typ	Opis	
ADH 3/4" B		**Zestaw zaworów odcinających gaz/c.o.** Zestaw zaworów kulowych do podłączenia i odcinania gazu i centralnego ogrzewania. Zawory proste, do montażu natynkowego. Zawiera: - 1 zawór odcinający, prosty na zasilaniu 3/4", z króćcem do napełniania/opróżniania - 1 zawór odcinający, prosty na powrocie 3/4", z króćcem do napełniania/opróżniania - 1 zawór odcinający, prosty na instalacji gazu, z króćcem 1/2" od strony kotła i króćcem 3/4" od strony instalacji
AEH 3/4" B		**Zestaw zaworów odcinających gaz/c.o.** Zestaw zaworów kulowych do podłączenia i odcinania gazu i centralnego ogrzewania. Zawory kątowe, do montażu natynkowego. Zawiera: - 1 zawór odcinający, kątowy na zasilaniu 3/4", z króćcem do napełniania/opróżniania - 1 zawór odcinający, kątowy na powrocie 3/4", z króćcem do napełniania/opróżniania - 1 zawór odcinający, kątowy na instalacji gazu, z króćcem 1/2" od strony kotła i króćcem 3/4" od strony instalacji
ADH 2 B		**Zestaw zaworów odcinających gaz/c.o.** Zestaw zaworów kulowych do podłączenia i odcinania gazu i centralnego ogrzewania. Zawory proste, do montażu natynkowego. Zawiera: - 1 zawór odcinający, proste na zasilaniu 3/4", z króćcem do napełniania/opróżniania - 1 zawór odcinający, proste na powrocie 3/4", z króćcem do napełniania/opróżniania - 1 zawór odcinający, proste na instalacji gazu 3/4"
MAG Set 8L		**Naczynie wzbiorcze 8L** Przeponowe naczynie wzbiorcze o pojemności 8L do instalacji centralnego ogrzewania. Zawiera orurowanie umożliwiające montaż w kotle.
MAG TW		**Naczynie wzbiorcze 2L** Przeponowe naczynie wzbiorcze o pojemności 2L do instalacji ciepłej wody użytkowej. Zawiera orurowanie umożliwiające montaż w kotle.

MAR C		**Zestaw podłączeniowy drugiego obiegu** Orurowanie przyłączeniowe drugiego obiegu grzewczego z mieszaczem dla układu z zestawem ładowania podgrzewacza c.w.u. Umożliwia podłączenie obiegu bezpośrednio do kotła.
MAR S		**Zestaw podłączeniowy drugiego obiegu** Orurowanie przyłączeniowe drugiego obiegu grzewczego z mieszaczem dla układu bez zestawu ładowania podgrzewacza c.w.u. Umożliwia podłączenie obiegu bezpośrednio do kotła.
MAR WGB-K B		**Zestaw podłączeniowy drugiego obiegu** Orurowanie przyłączeniowe drugiego obiegu grzewczego z mieszaczem. Umożliwia podłączenie obiegu bezpośrednio do kotła.
LS-U1 F		**Uniwersalny zestaw ładowania podgrzewacza c.w.u.** Zawiera orurowanie, pompę obiegową, czujnik c.w.u., uszczelnienie. Zestaw umożliwia podłączenie obiegu ładowania podgrzewacza bezpośrednio do kotła.
LS-BS F		**Zestaw ładowania podgrzewacza BS 120 C i BS 160 C** Zawiera orurowanie, pompę obiegową, czujnik c.w.u., uszczelnienie. Zestaw umożliwia podłączenie podgrzewacza BS bezpośrednio do kotła. Orurowanie zawiera przyłącza 3/4".
USL B		**Uniwersalny zestaw ładowania podgrzewacza c.w.u.** Zawiera dwie miedziane rurki 18mm z króćcem 3/4", czujnik c.w.u., uszczelnienie. Zestaw umożliwia podłączenie obiegu ładowania podgrzewacza bezpośrednio do kotła.

2.2. Gazowe kotły kondensacyjne wiszące z automatyką ISR-Plus

2.2.1. WHBS D 14, 22 i 30, WHBC D 22/24 i 28/33 oraz WHBK 22/24

■ Zakres dostawy:

- gazowy, wiszący kocioł kondensacyjny do pracy z płynnie obniżaną temperaturą kotła,
- zamknięta komora spalania do pracy niezależnej lub zależnej od powietrza w pomieszczeniu,
- palnik modulacyjny z dmuchawą o pełnym, wstępnym zmieszaniu wykonany ze stali szlachetnej,
- wymiennik ciepła aluminiowo-krzemowy o dużej powierzchni grzewczej z powłoką nano,
- bezstopniowe dopasowanie mocy w trybie pracy na c.o. i c.w.u.,
- zawór bezpieczeństwa, cyfrowy termometr, czujnik braku wody,
- manometr i odpowietrznik automatyczny,
- zawór gazowy z modulowaną regulacją ilości gazu, elektroniczny ogranicznik temperatury bezpieczeństwa, regulator temperatury kotła, wyłącznik sieciowy,
- regulacja pogodowa kotła z panelem obsługowym,
- możliwość nastawy temperatury zasilania i temperatury c.w.u.,
- fabrycznie ustawiony do spalania gazu ziemnego E (GZ50), z możliwością przystosowania do spalania gazu Lw (GZ41.5) i Ls (GZ35)*; dostępny jest także zestaw przezbrojeniowy do pracy na gaz płynny,
- obudowa stalowa, lakierowana proszkowo, biała.

Tylko WHBC:

- podgrzewanie c.w.u. na zasadzie przepływu przez płytowy wymiennik ciepła ze stali nierdzewnej z ciepłym startem.

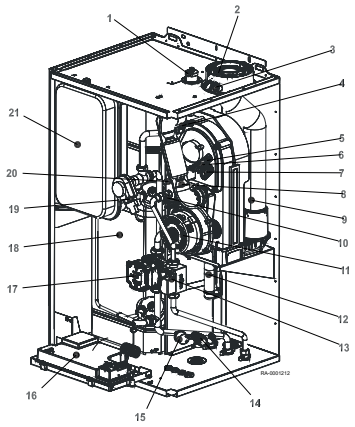
Tylko WHBK:

- wbudowany podgrzewacz ze stali nierdzewnej o pojemności 45 litrów.

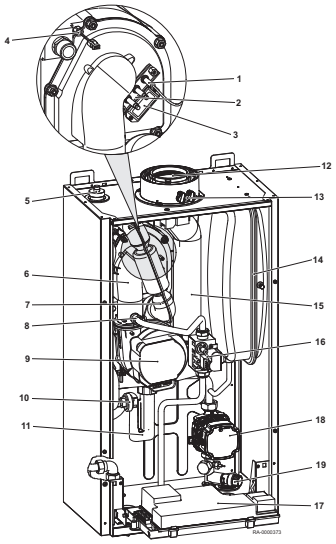
Ważne: w przypadku podłączenia kotła do układu ogrzewania podłogowego wykonanego z elementow z tworzywa sztucznego nie zapewniającego szczelności tlenowej zgodnie z DIN 4726, konieczne jest zastosowanie wymiennika ciepła rozdzielającego kocioł od reszty instalacji.

Dostawa: zapakowany w kartonie.

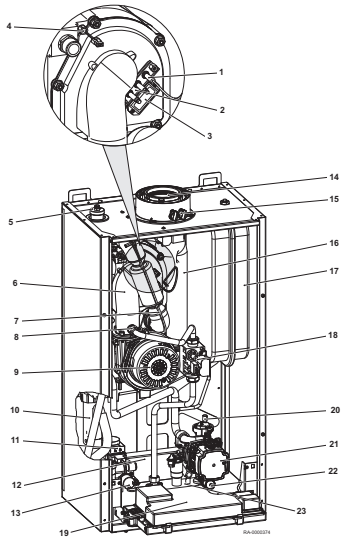
■ Widok kotłów



WHBK



WHBS



WHBC

WHBK: 1 - odpowietrznik 2 - przyłącze odprowadzenia spalin 3 - Otwory rewizyjne 4 - czujnik zasilania 5 - elektroda jonizacyjna 6 - elektrody zapłonowe 7 - wziernik płomienia 8 - Tłumik wlotu powietrza 9 - przewód odprowadzenia spalin 10 - dysza gazu 11 - wentylator 12 - Syfon 13 - zawór gazu 14 - Zawór bezpieczeństwa 15 - Czujnik ciśnienia 16 - moduł regulacyjny 17 - Pompa obiegu grzewczego 18 - Podgrzewacz c.w.u. 19 - 3-drogowy zawór przełączający 20 - kanał mieszający 21 - membranowe naczynie wzbiorcze (MAG)

WHBS: 1 - elektroda jonizacyjna 2 - elektrody zapłonowe 3 - Wziernik płomienia 4 - Czujnik zasilania 5 - Odpowietrznik 6 - Kanał mieszający 7 - Tłumik wlotu powietrza 8 - Dysza gazu 9 - Wentylator 10 - Czujnik ciśnienia 11 - Syfon 12 - Króciec podłączenia systemu odprowadzania spalin 13 - Otwory rewizyjne 14 - Membranowe naczynie wzbiorcze (MAG) 15 - Przewód odprowadzania spalin 16 - Zawór gazu 17 - Moduł regulacyjny 18 - Pompa obiegu grzewczego 19 Zawór bezpieczeństwa

WHBC: 1 - elektroda jonizacyjna 2 - elektrody zapłonowe 3 - Wziernik płomienia 4 - Czujnik zasilania 5 - Odpowietrznik 6 - Kanał mieszający 7 - Tłumik wlotu powietrza 8 - Dysza gazu 9 - Wentylator 10 - Syfon 11 - 3-drogowy zawór przełączający 12 Wymiennik ciepła c.w.u. 13 - Czujnik ciśnienia 14 - Adapter wylotu spalin 15 - Otwory rewizyjne 16 - Przewód gazów spalinowych 17 - Membranowe naczynie wzbiorcze (MAG) 18- Zawór gazu 19 - Moduł regulacyjny 20 - Odpowietrzenie pompy obiegu c.o. 21 - Pompa obiegu grzewczego 22 - Zawór bezpieczeństwa 23 - Urządzenie automatyczne doładowanie

■ Dane techniczne dotyczące kotłów do ogrzewania pomieszczeń zgodne z ErP

Model			**WHBC 22/24 D**	**WHBC 28/33 D**	**WHBS 14 D**	**WHBS 22 D**	**WHBS 30 D**	**WHBK 22/24**
Kocioł kondensacyjny			Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak
Kocioł niskotemperaturowy[1]			Nie	Nie	Nie	Nie	Nie	Nie
Kocioł B1			Nie	Nie	Nie	Nie	Nie	Nie
Kogeneracyjny ogrzewacz pomieszczeń			Nie	Nie	Nie	Nie	Nie	Nie
Ogrzewacz wielofunkcyjny			Tak	Tak	Nie	Nie	Nie	Tak
Znamionowa moc cieplna	*Prated*	kW	21	27	14	21	29	21
Wytworzone ciepło użytkowe przy znamionowej mocy cieplnej i w reżimie wysokotemperaturowym[2]	P_4	kW	21,3	27,2	13,6	21,3	29,1	21,3
Wytworzone ciepło użytkowe przy znamionowej mocy cieplnej na poziomie 30% i w reżimie niskotemperaturowym[1]	P_1	kW	7,1	9,2	4,6	7,1	9,1	7,1
Sezonowa efektywność energetyczna ogrzewania pomieszczeń	η_s	%	92	92	92	92	93	92
Sprawność użytkowa przy znamionowej mocy cieplnej i w reżimie wysokotemperaturowym	η_4	%	87,4	87,4	87,4	87,4	87,5	87,4
Sprawność użytkowa przy znamionowej mocy cieplnej na poziomie 30% i w reżimie niskotemperaturowym	η_1	%	97,3	97,4	97,5	97,3	98,0	96,7
Zużycie energii elektrycznej na potrzeby własne								
Przy pełnym obciążeniu	*elmax*	kW	0,040	0,045	0,035	0,040	0,045	0,040
Przy częściowym obciążeniu	*elmin*	kW	0,019	0,019	0,017	0,019	0,018	0,015
W trybie czuwania	P_{SB}	kW	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004
Inne parametry								
Straty ciepła w trybie czuwania	P_{stby}	kW	0,050	0,055	0,050	0,050	0,055	0,057
Pobór mocy palnika zapłonowego	P_{ign}	kW	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Roczne zużycie energii	Q_{HE}	GJ	67	85	43	67	90	67
Poziom mocy akustycznej w pomieszczeniu	L_{WA}	dB	49	51	44	49	53	46
Emisje tlenków azotu	NO_X	mg/kWh	21	23	17	21	21	22
Parametry wytwarzania ciepłej wody użytkowej								
Deklarowany profil obciążeń			XL	XL	–	–	–	XL
Dzienne zużycie energii elektrycznej	Q_{elec}	kWh	0,20	0,21	–	–	–	0,180
Roczne zużycie energii elektrycznej	*AEC*	kWh	44	46	–	–	–	40
Efektywność energetyczna podgrzewania wody	η_{wh}	%	86	85	–	–	–	85
Dzienne zużycie paliwa	Q_{fuel}	kWh	22,600	22,800	–	–	–	23,46
Roczne zużycie paliwa	*AFC*	GJ	17	17	–	–	–	17

[1] Niska temperatura oznacza 30 °C w przypadku kotłów kondensacyjnych i 37 °C w przypadku kotłów niskotemperaturowych, a w przypadku innych ogrzewaczy oznacza temperaturę wody powrotnej 50 °C (na wlocie ogrzewacza).

[2] W reżimie wysokotemperaturowym temperatura wody powrotnej na wlocie ogrzewacza wynosi 60 °C, a wody zasilającej na jego wylocie 80 °C.

■ Dane techniczne

Model				**WHBS 14 D**	**WHBS 22 D**	**WHBS 30 D**
Nr identyfikacyjny produktu				CE-0085CN0103		
Stopień ochrony IP				IPx4D		
Kategoria gazu				II2ELwLs3B/P		II2ELw3B/P
Kategoria urządzenia				B_{23}, B_{23p}, B_{33}, C_{13x}, C_{33x}, C_{43x}, C_{53}, C_{63x}, C_{83}, C_{93x}		
Zakres nominalnego obciążenia cieplnego	Gaz ziemny E, Lw, Ls*	c.o.	kW	3.5 - 14.0	4.9 - 22.0	6.9 - 30.0
		c.w.u.	kW	3.5 - 14.0	4.9 - 22.0	6.9 - 30.0
Zakres nominalnej mocy cieplnej	Gaz ziemny E, Lw, Ls*	80/60 °C	kW	3.4 - 13.6	4.7 - 21.3	6.6 - 29.1
		50/30 °C	kW	3.7 - 14.6	5.2 - 22.8	7.4 - 30.7
Sprawność znormalizowana		75/60 °C	%	106	105	105
		40/30 °C	%	109	108	103
Wartość pH skroplin				4 – 5		
Ilość skroplin		40/30 °C	l/h	0.5 - 1.5	0.7 - 2.1	0.9 - 2.3
Parametry obliczeniowe komina zgodnie z normą DIN EN 13384 (działanie zależnie od powietrza w pomieszczeniu)						
Temperatura spalin, obciążenie	Częściowe/Pełne	80/60 °C	°C	56/64	57/70	57/70
	Częściowe/Pełne	50/30 °C	°C	34/45	35/53	35/52
Masowe natężenie przepływu spalin gaz ziemny	E, Lw, Ls*	80/60 °C	g/s	1.7 - 6.9	2.4 - 10.8	3.4 - 14.8
		50/30 °C	g/s	1.6 - 6.5	2.2 - 10.3	3.2 - 14.3
Masowe natężenie przepływu spalin gaz płynny	Propan	80/60 °C	g/s	1.6 - 6.6	2.3 - 10.3	3.2 - 14.1
		50/30 °C	g/s	1.5 - 6.2	2.1 - 9.8	3.0 - 13.6
Zawartość CO_2 w gazie ziemnym	Gaz ziemny E, Lw, Ls*		%	8,3 - 8,8		
Zawartość CO_2 w gazie płynnym	Propan		%	10.3 - 10.7		
Zapotrzebowanie na ciąg			mbar	0		
Maks. ciśnienie tłoczenia na króćcu spalin			mbar	0,8	1,0	1,1
Średnice przyłącza spalinowo-powietrznego			mm	60/100		
Grupa emisji spalin zgodnie z DVGW G636			–	G6		
Woda grzewcza						
Zakres regulacji temperatury wody grzewczej			°C	20-85		
Maks. temperatura zasilania			°C	85		
Ciśnienie robocze wody w c.o.	Min.		bar	1,0		
	Max.		bar	3,0		
Gaz						
Ciśnienie zasilania gazem ziemnym			mbar	E: 16-25; Lw: 17,5-23; Ls: 10,5-16 (bez WHBS30 C)		
Ilość gazu ziemnego do spalania	E [H_{UB} 9,45 kWh/m³]		m³/h	0.37 - 1.50	0.52 - 2.30	0.73 - 3.20
	Lw [H_{UB} 8,13 kWh/m³]		m³/h	0.43 - 1.70	0.60 - 2.70	0.85 - 3.70
Ciśnienie zasilania propanem			mbar	min. 29 - maks. 44		
Ilość propanu do spalania	[H_U 12,87 kWh/kg]		kg/h	0.27 - 1.09	0.38 - 1.71	0.54 - 2.33
	[H_U 24,64 kWh/m³]		m³/h	0.14 - 0.57	0.20 - 0.89	0.28 - 1.22
Prąd elektryczny						
Podłączenie elektryczne			V/Hz	230 V / 50 Hz		
Maks. pobór energii elektrycznej			W	85	90	90
Pobór energii elektrycznej w trybie c.o. przy pełnym obciążaniu, pompa ustawienie fabryczne			W	25	25	25
Pobór energii elektrycznej w trybie czuwania			W	4	4	4
Wymiary						
Masa kotła			kg	43		48
Objętość wody grzewczej w kotle			l	2,5		4,1
Wysokość			mm	850		
Szerokość			mm	480		
Głębokość			mm	321		351

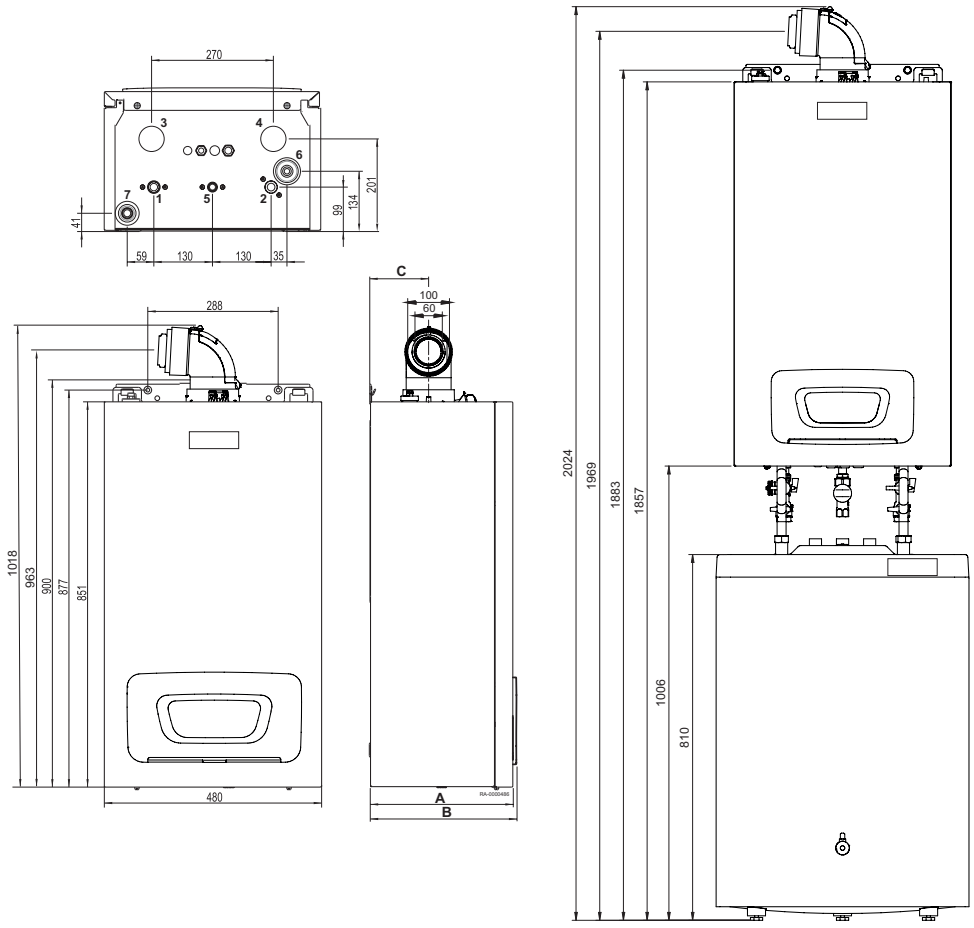
Model				**WHBC 22/24 D**	**WHBC 28/33 D**	**WHBK 22/24**
Nr identyfikacyjny produktu				CE-0085CN0103		
Stopień ochrony IP				IPx4D		
Kategoria gazu				II2ELwLs3B/P		
Kategoria urządzenia				B_{23}, B_{23p}, B_{33}, C_{13x}, C_{33x}, C_{43x}, C_{53}, C_{63x}, C_{83}, C_{93x}		
Zakres nominalnego obciążenia cieplnego	Gaz ziemny E, Lw, Ls*	c.o.	kW	4.9 - 22.0	6.9 - 28.0	4,9 - 22,0
		c.w.u.	kW	4.9 - 24.0	6.9 - 33.0	4,9 - 24,0
Zakres nominalnej mocy cieplnej	Gaz ziemny E, Lw, Ls*	80/60 °C	kW	4.7 - 21.3	6.6 - 27.2	4,7 - 21,3
		50/30 °C	kW	5.2 - 22.8	7.4 - 28.8	5,2 - 22,8
Sprawność znormalizowana		75/60 °C	%	105		106
		40/30 °C	%	108		109
Wartość pH skroplin				4 - 5		
Ilość skroplin		40/30 °C	l/h	0.7 - 2.1	0.9 - 2.5	0,66 - 2,08
Parametry obliczeniowe komina zgodnie z normą DIN EN 13384 (działanie zależnie od powietrza w pomieszczeniu)						
Temperatura spalin, obciążenie	Częściowe/pełne	80/60 °C	°C	57/72		
	Częściowe/pełne	50/30 °C	°C	35/54		35/53
Masowe natężenie przepływu spalin, gaz ziemny	E, Lw, Ls*	80/60 °C	g/s	2,4 - 11,8	3,4 - 16,2	2,4 - 11,8
		50/30 °C	g/s	2,2 - 11,3	3,2 - 15,7	
Masowe natężenie przepływu spalin, gaz płynny	Propan	80/60 °C	g/s	2,3 - 11,3	3,2 - 15,5	
		50/30 °C	g/s	2,1 - 10,8	3,0 - 14,9	
Zawartość CO_2 w gazie ziemnym	E, Lw, Ls*		%	8,3 - 8,8	8,6 - 9,0	
Zawartość CO_2 w gazie płynnym	Propan		%	10.3 - 10.7		
Zapotrzebowanie na ciąg			mbar	0		
Maks. ciśnienie tłoczenia na króćcu spalin			mbar	1,0	1,1	1,0
Średnice przyłącza spalinowo-powietrznego			mm	60/100		80/125
Grupa emisji spalin zgodnie z DVGW G636				G6		
Woda grzewcza						
Zakres regulacji temperatury wody grzewczej			°C	20 – 85		
Maks. temp. zasilania			°C	85		
Ciśnienie robocze	Min.		bar	1,0		
	Max.		bar	3,0		
Naczynie wzbiorcze c.o.	Pojemność		l	12		
	Ciśnienie początkowe		bar	0,75		
Ciepła woda użytkowa						
Zakres nastawy temperatury wody grzewczej				40 - 60		10 - 60
Wydajność ciągła c.w.u.		10 > 60 °C	l/min	6,7	9,2	5,6
		10 > 45 °C	l/min	9,5	12,0	9,5
Ciśnienie robocze	Min.		bar	2,0		
	Max.		bar	10,0		

Model			**WHBC 22/24 D**	**WHBC 28/33 D**	**WHBK 22/24**
Gaz					
Ciśnienie zasilania gazem ziemnym		mbar	E: 16-25; Lw: 17,5-23; Ls: 10,5-16 (bez 28/33)		
Ilość gazu ziemnego do spalania	E [H_{UB} 9,45 kWh/m³]	m³/h	0.52 - 2.50	0.73 - 3.50	0,52 - 2,50
	Lw [H_{UB} 8,13 kWh/m³]	m³/h	0.60 - 3.00	0.85 - 4.10	0,60 - 3,00
Ciśnienie zasilania propanem		mbar	min.29 mbar - maks. 44 mbar		
Ilość propanu do spalania	[H_U 12,87 kWh/kg]	kg/h	0.38 - 1.86	0.54 - 2.56	0,38 - 1,71
	[H_U 24,64 kWh/m³]	m³/h	0.20 - 0.97	0.28 - 1.34	0,20 - 0,89
Prąd elektryczny					
Podłączenie elektryczne		V/Hz	230 V / 50 Hz		

Model		WHBC 22/24 D	WHBC 28/33 D	WHBK 22/24
Maks. pobór energii elektrycznej	W	95	95	90
Pobór energii elektrycznej w trybie c.o. przy pełnym obciążaniu, pompa ustawienie fabryczne	W	25	25	58
Pobór energii elektrycznej w trybie czuwania	W	4	4	4
Wymiary				
Masa kotła	kg	46	48	64
Objętość wody grzewczej w kotle	l	2,7	4,1	3,5
Wysokość	mm	850		943
Szerokość	mm	480		560
Głębokość	mm	351		499

* kocioł WHBC 28/33 D nie może pracować na gaz ziemny Ls (GZ 35).

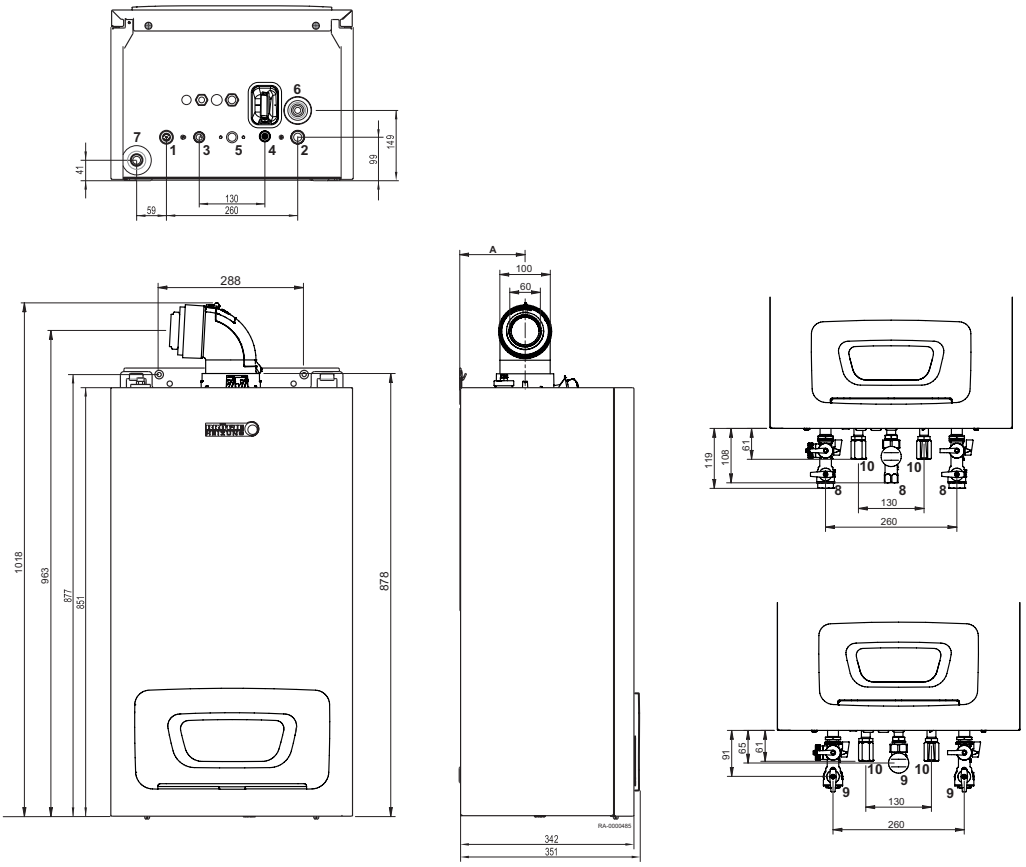
■ **Wymiary i przyłącza WHBS D**



Model	WHBS 14/22	WHBS 30
A	312 mm	342 mm
B	321 mm	351 mm
U	130 mm	146 mm
Zasilanie c.o.	G 3/4″	G 3/4″
Powrót c.o.	G 3/4″	G 3/4″
przyłącze gazu	G 1/2″	G 1/2″
zawór bezpieczeństwa	Ø 16 mm	Ø 16 mm
odprowadzenie skroplin	Ø 25 mm	Ø 25 mm

1 - zasilanie c.o.
2 - powrót c.o.
3 - zasilanie zasobnika buforowego
4 - powrót zasobnika buforowego
5 - przyłącze gazu
6 - zawór bezpieczeństwa
7 - odprowadzenie skroplin

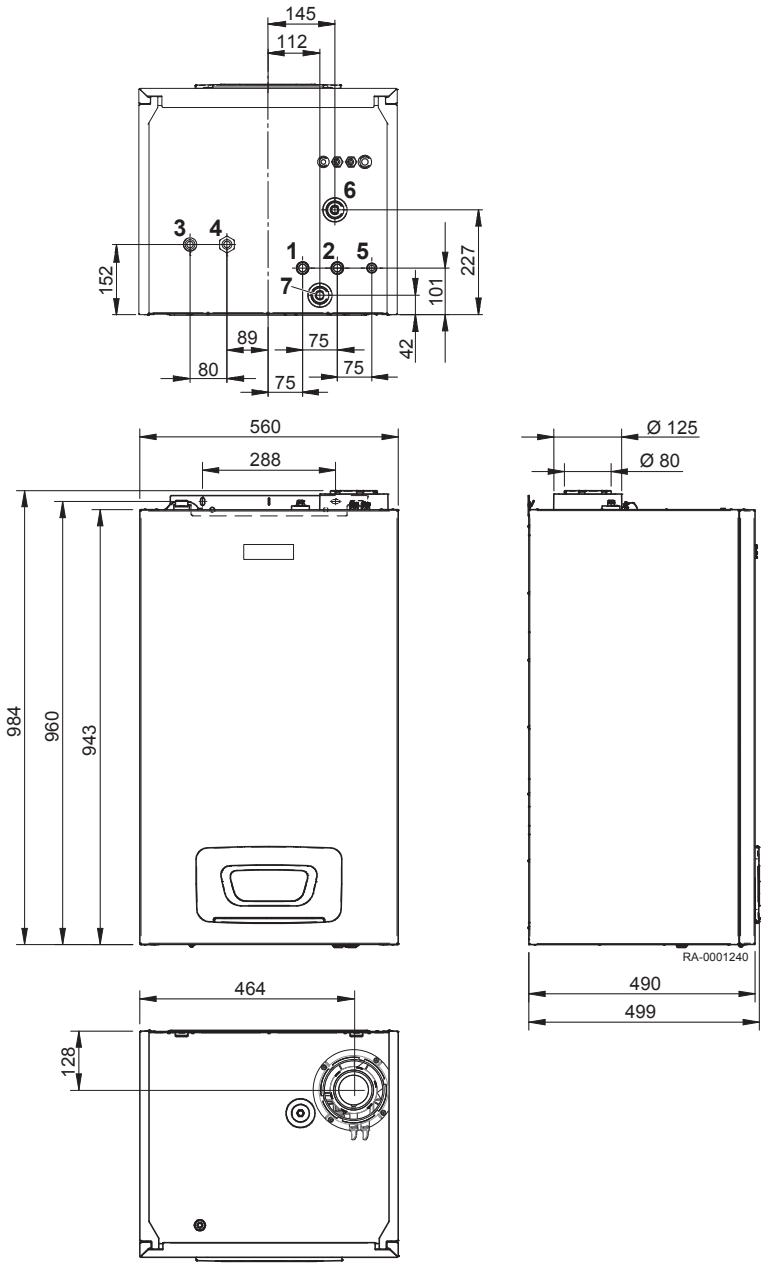
■ **Wymiary i przyłącza WHBC D**



Model	WHBC 22/24	WHBC 28/33
A	130 mm	146 mm
Zasilanie c.o.	G 3/4˝	G 3/4˝
Powrót c.o.	G 3/4˝	G 3/4˝
c.w.u.	G 1/2˝	G 1/2˝
zimna woda	G 1/2˝	G 1/2˝
przyłącze gazu	G 1/2˝	G 1/2˝
zawór bezpieczeństwa	Ø 16 mm	Ø 16 mm
odprowadzenie skroplin	Ø 16 mm	Ø 16 mm

1 - zasilanie c.o.
2 - powrót c.o.
3 - c.w.u.
4 - zimna woda
5 - przyłącze gazu
6 - zawór bezpieczeństwa
7 - odprowadzenie skroplin
8 - zestaw ADH (wyposażenie dodatkowe)
9 - zestaw odcinający (wyposażenie dodatkowe)

■ **Wymiary i przyłącza WHBK**



Model		**WHBK 22/24**
Szerokość	mm	560
Wysokość	mm	943
Głębokość	mm	499
Masa	kg	64
Spaliny/powietrze	mm Ø	80/125
Gaz	cal	G 1/2″
HV/HR Zasilanie/powrót obiegu 1	cal	G 3/4″
TWW/TKW	cal	G 1/2″
Zawór bezpieczeństwa (SIV)	cal	Ø 16

1 - zasilanie c.o.
2 - powrót c.o.
3 - c.w.u.
4 - zimna woda
5 - przyłącze gazu
6 - zawór bezpieczeństwa
7 - odprowadzenie skroplin

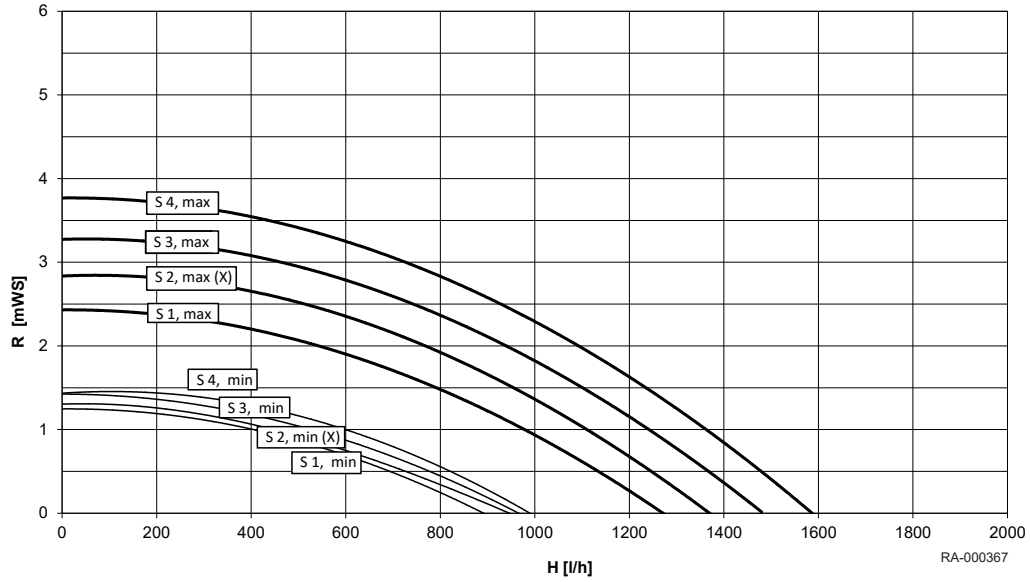
■ Odprowadzenia spalin

W celu doboru odpowiedniego systemu odprowadzania spalin należy skontaktować się z Działem Doradztwa Technicznego BIMs Plus

■ Wskazówki projektowe

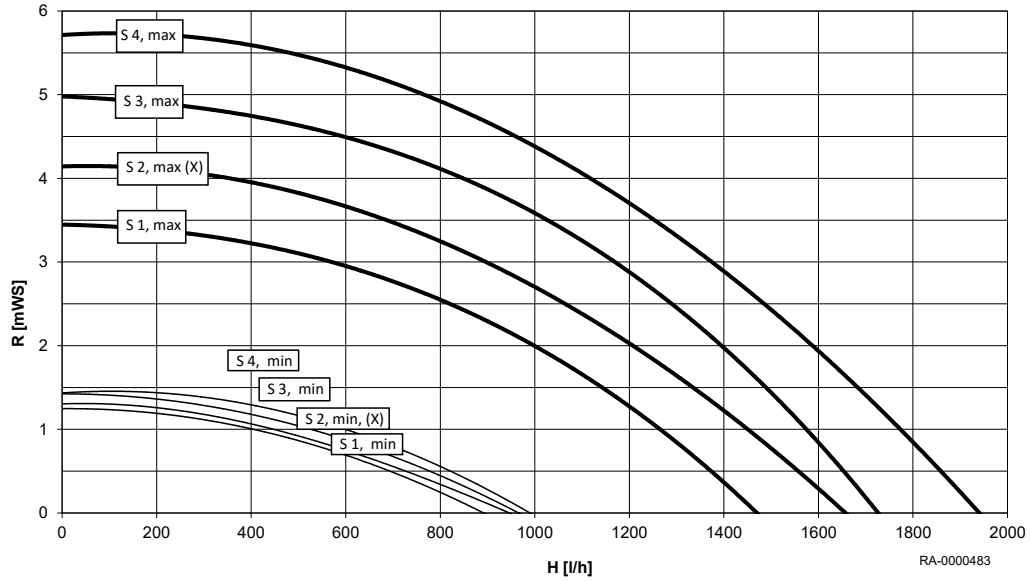
Charakterystyka pompy (charakterystyki zawierają opory własne kotła).

Rys.1 Szczątkowe ciśnienie tłoczenia WHBC 22/24



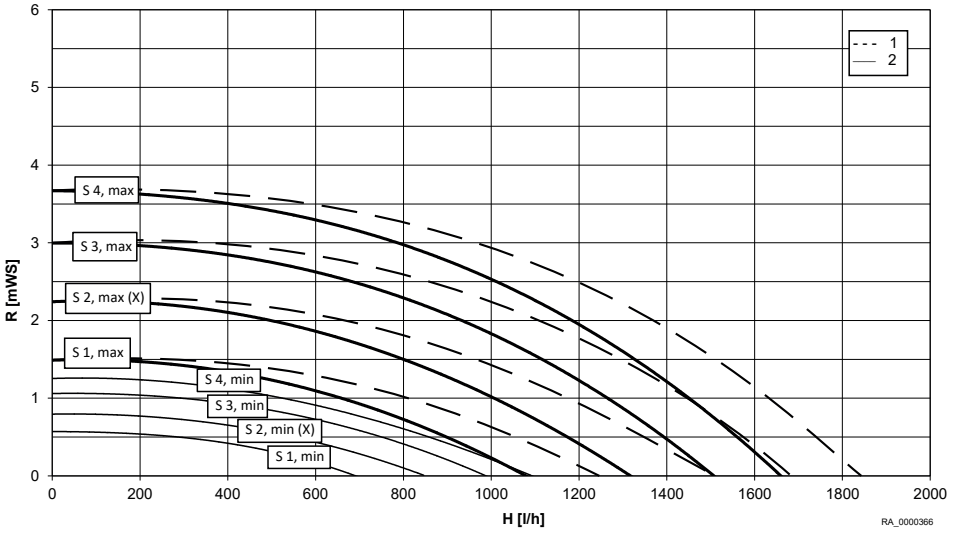
H przepływ wody grzewczej
R dynamiczne ciśnienie tłoczenia
S 1 Stopień 1
S 2 Stopień 2
S 3 3 stopień
S 4 4 stopień
X Nastawa fabryczna

Rys.2 Szczątkowe ciśnienie tłoczenia WHBC 28/33



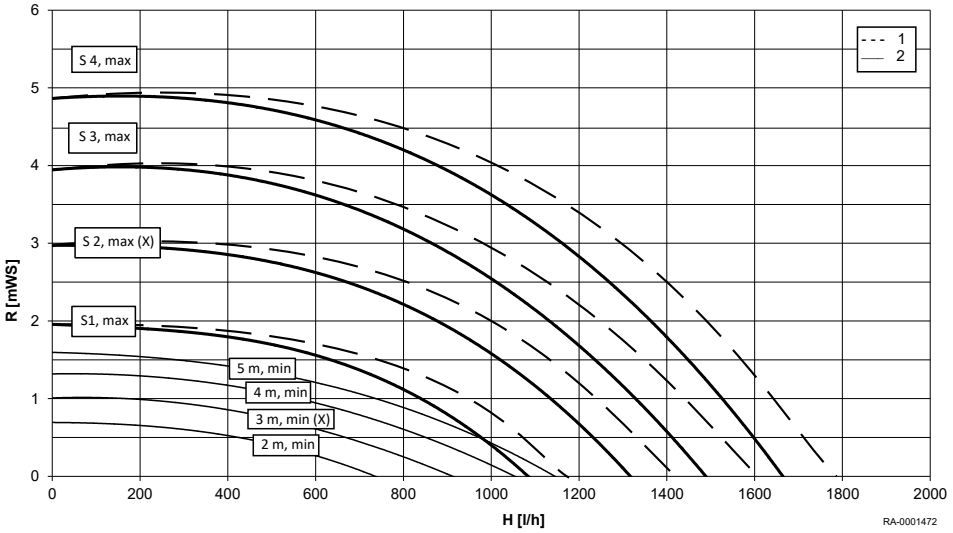
H przepływ wody grzewczej
R dynamiczne ciśnienie tłoczenia
S 1 Stopień 1
S 2 Stopień 2
S 3 3 stopień
S 4 4 stopień
X Nastawa fabryczna

Rys.3 Szczątkowe ciśnienie tłoczenia WHBS 14



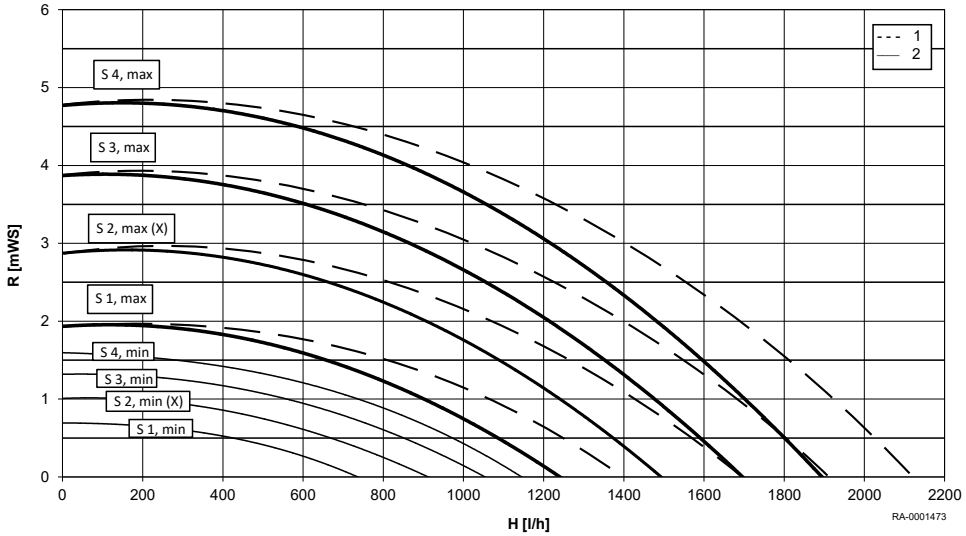
1 bez zaworu 3-drogowego
2 z zaworem 3-drogowym
H przepływ wody grzewczej
R dynamiczne ciśnienie tłoczenia
S 1 Stopień 1
S 2 Stopień 2
S 3 3 stopień
S 4 4 stopień
X Nastawa fabryczna

Rys.4 Szczątkowe ciśnienie tłoczenia WHBS 22



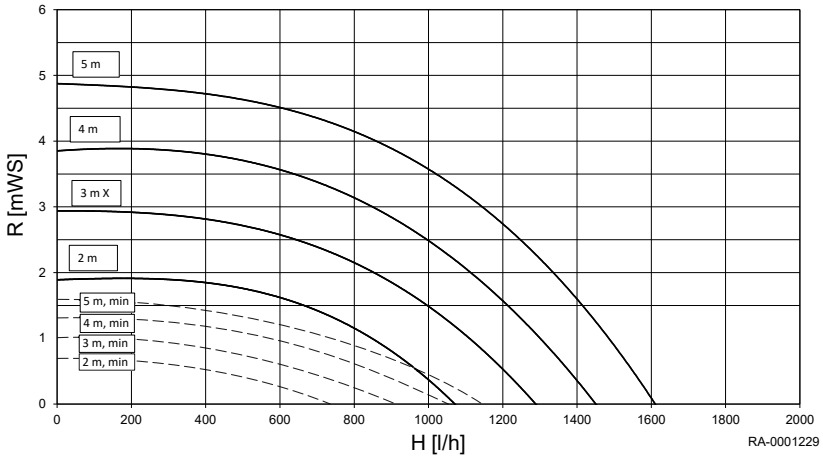
1 bez zaworu 3-drogowego
2 z zaworem 3-drogowym
H przepływ wody grzewczej
R dynamiczne ciśnienie tłoczenia
S 1 Stopień 1
S 2 Stopień 2
S 3 3 stopień
S 4 4 stopień
X Nastawa fabryczna

Rys.5 Szczątkowe ciśnienie tłoczenia WHBS 30



1 bez zaworu 3-drogowego
2 z zaworem 3-drogowym
H przepływ wody grzewczej
R dynamiczne ciśnienie tłoczenia
S 1 Stopień 1
S 2 Stopień 2
S 3 3 stopień
S 4 4 stopień
X Nastawa fabryczna

Rys.6 Maksymalna wysokość podnoszenia pompy o zmiennej prędkości obrotowej



H przepływ wody grzewczej
R wysokość podnoszenia pompy
X nastawa fabryczna

■ Uwaga - należy stosować się do wymagań dotyczących jakości wody grzewczej.
Obowiązuje Polska Norma PN-C-04607:1993 P i dyrektywa VDI 2035 cz. 1 i 2. Jakość wody pitnej należy zbadać przed napełnieniem zładu. W wielu regionach kraju z uwagi na jej twardość całkowitą, odczyn pH oraz zawartość tlenu nie nadaje się do napełniania i uzupełniania instalacji i musi być uzdatniona.

Dopuszczone są dwie metody:
- demineralizacja (odsalanie) ze stabilizatorem odczynu pH,
- zastosowanie urządzeń do częściowego zmiękczania wody wraz ze stabilizatorem odczynu pH.

W zależności od wybranej metody producent określił graniczne wartości kluczowych parametrów wody, w wytycznej zawartej w rozdz. 3.19. niniejszego Poradnika oraz na stronie www.broetje.pl w Informacjach Technicznych oraz w Instrukcjach montażu i instalacji dla każdego kotła.

2.2.2. WGB 50i, 70i, 90i, 110i

■ **Zakres dostawy:**

- gazowy kocioł kondensacyjny z płynnie obniżaną temperaturą do pracy w zamkniętych systemach c.o. bez wymagania minimalnego przepływu wody,
- wymiennik ciepła aluminiowo-krzemowy z nano powłoką,
- modulowany palnik wentylatorowy o pełnym zmieszaniu wstępnym ze stali nierdzewnej, fabrycznie dostosowany i nastawiony na gaz E (GZ50)*,
- zamknięta komora spalania do pracy zależnej lub niezależnej od powietrza w pomieszczeniu,
- wbudowany regulator pogodowy ISR Plus, LMS 14 z możliwością rozbudowy dla regulacji kotła, obiegu grzewczego oraz diagnostyki systemu,
- czytelny panel obsługowy z dużym podświetlanym wyświetlaczem,
- pięć okresów grzewczych w ciągu tygodnia dla trzech obiegów grzewczych, podgrzewanie c.w.u. oraz obsługa pompy cyrkulacyjnej,
- zintegrowany regulator solarny do 1 strefy kolektorów z opcją pomiaru energii,
- zintegrowany regulator kaskady do 16 kotłów,
- czujnik temperatury zewnętrznej,
- termometr cyfrowy, manometr, czujnik braku wody, odpowietrznik automatyczny,
- obudowa stalowa, lakierowana proszkowo, biała.

Ważne: w przypadku podłączenia kotła do układu ogrzewania podłogowego wykonanego z elementów z tworzywa sztucznego nie zapewniającego szczelności tlenowej zgodnie z DIN 4726, konieczne jest zastosowanie wymiennika ciepła rozdzielającego kocioł od reszty instalacji.

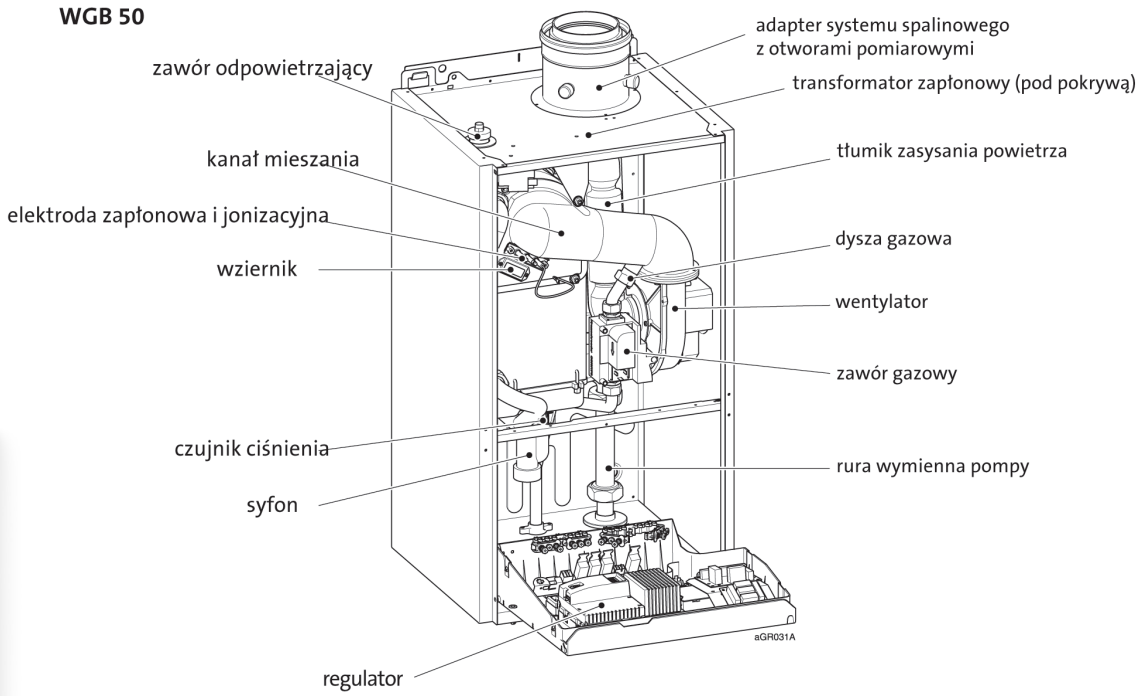
Dostawa:

- kompletny kocioł zapakowany w kartonie.

* eksploatacja na gaz płynny propan, ziemny Lw (GZ 41,5) wymaga zastosowania zestawu przezbrojeniowego - wyposażenie dodatkowe.

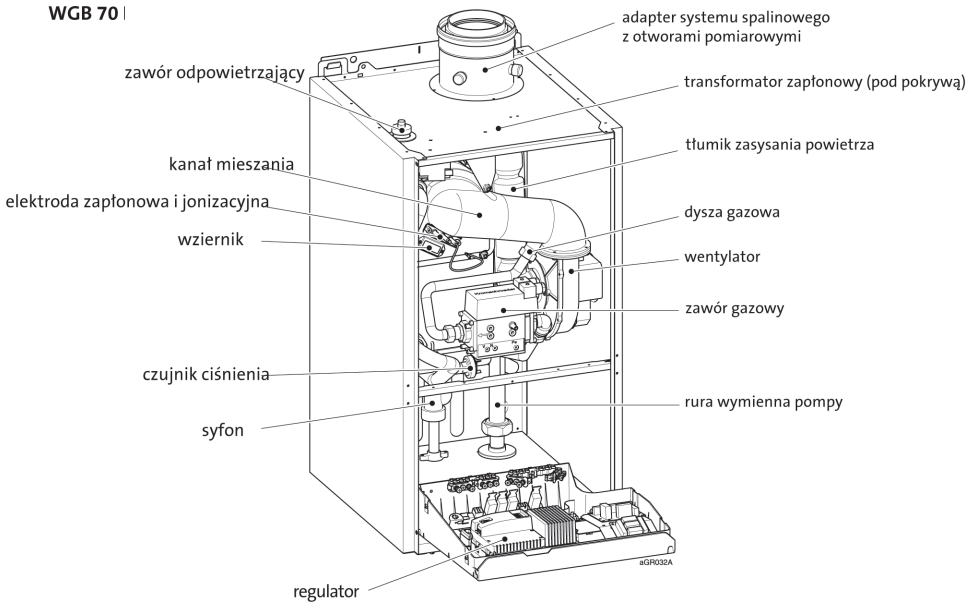
■ **Widoki kotłów**



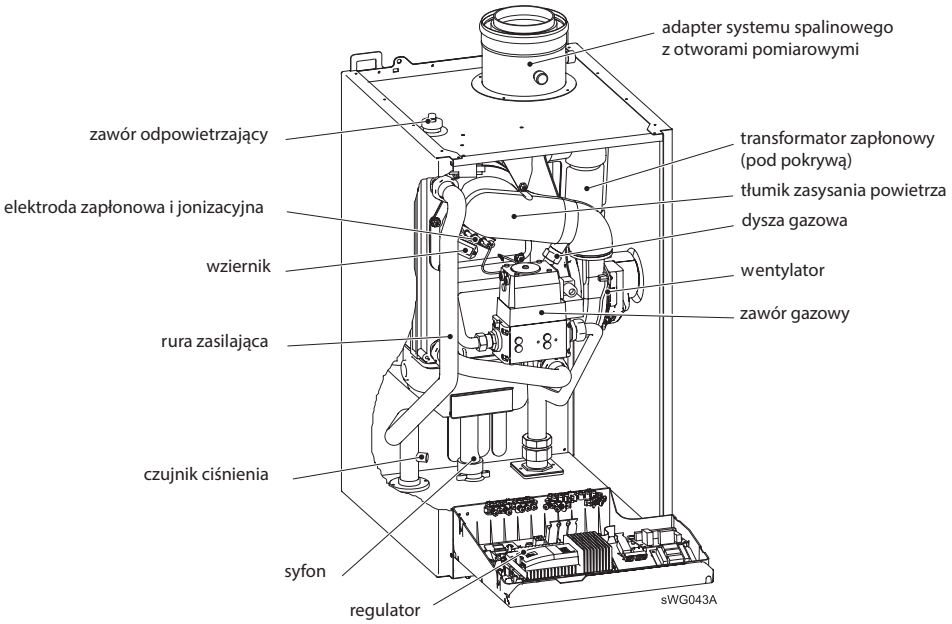


* Eksploatacja na gaz płynny Propan, ziemny Lw (GZ 41,5) wymaga zastosowania zestawu przezbrojeniowego - wyposażenie dodatkowe.

WGB 70 i



WGB 90/110



■ Wyposażenie

Model	WGB 50 i	WGB 70 i	WGB 90 i	WGB 110 i
Palnik modulowany z pełnym zmieszaniem wstępnym	●	●	●	●
Pogodowy system regulacji z czujnikiem temp. zewnętrznej	●	●	●	●
Termometr cyfrowy	●	●	●	●
Manometr analogowy	●	●	●	●
Zawór bezpieczeństwa	◆	◆	◆	◆
Przygotowanie c.w.u. za pomocą pompy zewnętrznej	◆	◆	◆	◆

● w zakresie dostawy ◆ montaż we własnym zakresie poza kotłem

■ Dane techniczne dotyczące kotłów do ogrzewania pomieszczeń zgodne z ErP

Model			**WGB 50 i**	**WGB 70 i**	**WGB 90 i**	**WGB 110 i**
Kocioł kondensacyjny			Tak	Tak	Tak	Tak
Kocioł niskotemperaturowy[1]			Nie	Nie	Nie	Nie
Kocioł B1			Nie	Nie	Nie	Nie
Kogeneracyjny ogrzewacz pomieszczeń			Nie	Nie	Nie	Nie
Ogrzewacz wielofunkcyjny			Nie	Nie	Nie	Nie
Znamionowa moc cieplna	*Prated*	kW	49	68	88	107
Wytworzone ciepło użytkowe przy znamionowej mocy cieplnej i w reżimie wysokotemperaturowym[2]	P_4	kW	48,7	68,1	87,7	107,0
Wytworzone ciepło użytkowe przy znamionowej mocy cieplnej na poziomie 30% i w reżimie niskotemperaturowym[1]	P_1	kW	16,3	22,8	29,4	35,8
Sezonowa efektywność energetyczna ogrzewania pomieszczeń	η_s	%	93	93	-	-
Sprawność użytkowa przy znamionowej mocy cieplnej i w reżimie wysokotemperaturowym[2]	η_4	%	87,7	87,7	87,8	87,6
Sprawność użytkowa przy znamionowej mocy cieplnej na poziomie 30% i w reżimie niskotemperaturowym[1]	η_1	%	97,8	98,0	98,0	97,9
Zużycie energii elektrycznej na potrzeby własne						
Przy pełnym obciążeniu	*elmax*	kW	0,088	0,108	0,160	0,196
Przy częściowym obciążeniu	*elmin*	kW	0,028	0,029	0,029	0,030
W trybie czuwania	P_{SB}	kW	0,003	0,003	0,003	0,003
Inne parametry						
Straty ciepła w trybie czuwania	P_{stby}	kW	0,060	0,065	0,070	0,070
Pobór mocy palnika zapłonowego	P_{ign}	kW	0,0	0,0	0,0	0,0
Roczne zużycie energii	Q_{HE}	GJ	151	211	-	-
Poziom mocy akustycznej w pomieszczeniu	L_{WA}	dB	55	55	57	60
Emisje tlenków azotu	NO_X	mg/kWh	18	23	25	30

[1] Niska temperatura oznacza 30°C w przypadku kotłów kondensacyjnych i 37°C w przypadku kotłów niskotemperaturowych, a w przypadku innych ogrzewaczy oznacza temperaturę wody powrotnej 50°C (na wlocie ogrzewacza).
[2] W trybie wysokotemperaturowym temperatura wody powrotnej na wlocie ogrzewacza wynosi 60°C, a wody zasilającej na jego wylocie 80°C.

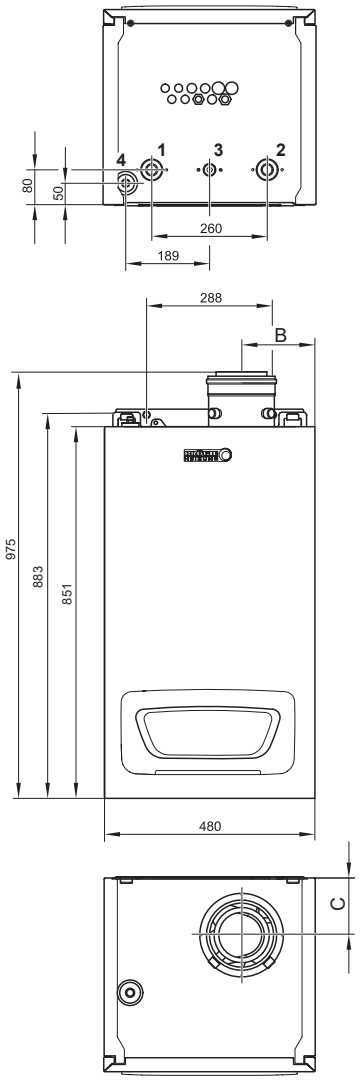
■ Dane techniczne

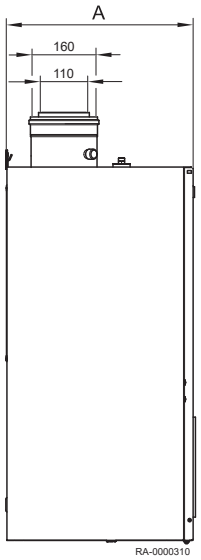
Model				**WGB 50 i**	**WGB 70 i**	**WGB 90 i**	**WGB 110 i**
Nr identyfikacyjny produktu Nr przep. VDE				CE-0085BL0514 Znak VDE			
Stopień ochrony IP				IPx4D			
Kategoria gazu				$II_{2ELwLs3B/P}$			
Kategoria urządzenia				B_{23P}, B_{33}, C_{13X}, C_{33X}, C_{43X}, C_{53}, C_{53P}, C_{63X}, C_{83}, C_{93X}			
Wersja oprogramowania				V 4.6			
Zakres nominalnego obciążenia cieplnego	Gaz ziemny E, Lw	c.o.	kW	10,0 - 50,0	17,0 - 70,0	20,0 - 90,0	25,0 - 110,0
Zakres nominalnej mocy cieplnej	Gaz ziemny E, Lw	80/60°C	kW	9,7 – 48,7	16,5 – 68,1	19,4 – 87,7	24,3 – 107,0
		50/30°C	kW	10,8 – 52,1	18,3 - 72,9	21,4 – 93,4	26,7 – 114,3
Sprawność znormalizowana		75/60°C	%	106			
		40/30°C	%	109			
Wartość pH skroplin			-	4 - 5			
Ilość skroplin		40/30°C	l/h	1,60 - 4,68	2,30 - 6,45	2,61 - 7,98	3,35 - 9,56
Wskaźnik emisji NO_X			mg/kWh	18	23	25	30
Klasa emisji NO_X zgodnie z EN 15502			-	6	6	6	6

Model				**WGB 50 i**	**WGB 70 i**	**WGB 90 i**	**WGB 110 i**
Parametry obliczeniowe komina zgodnie z normą DIN EN 13384 (działanie zależnie od powietrza w pomieszczeniu)							
Temperatura spalin, obciążenie	Częściowe/ Pełne	80/60°C	°C	58/69	58/71	58/72	60/76
	Częściowe/ Pełne	50/30°C	°C	33/50	34/52	32/50	33/55
Masowe natężenie przepływu spalin gaz ziemny	E, Lw	80/60°C	g/s	4,9 - 24,6	8,4 - 34,4	9,8 - 44,3	12,3 - 54,1
		50/30°C	g/s	4,5 - 23,5	7,8 - 32,9	9,2 - 42,4	11,4 - 51,9
Masowe natężenie przepływu spalin	Propan	80/60°C	g/s	5,6 - 23,5	9,8 - 32,8	14,1 - 42,2	16,4 - 51,6
		50/30°C	g/s	5,2 - 22,4	9,2 - 31,3	13,4 - 40,4	15,5 - 49,4
Zawartość CO_2 gaz ziemny	E, Lw		%	8,3 - 8,8	8,5 - 9,0	8,5 - 9,0	8,5 - 9,0
Zawartość CO_2 gaz płynny	Propan		%	10,3 - 10,8	10,3 - 10,8	10,3 - 10,8	10,3 - 10,8
Maks. ciśnienie tłoczenia na króćcu spalin	Obciążenie częściowe/pełne		mbar	0,4/1,1	0,4/1,1	0,4/1,5	0,4/1,8
Średnice przyłącza spalinowo-powietrznego			mm	110/160	110/160	110/160	110/160
Grupa emisji spalin zgodnie z DVGW G636				G6			
Woda grzewcza							
Zakres regulacji temperatury wody grzewczej			°C	20 – 85			
Maks. temperatura zasilania			°C	85			
Ciśnienie robocze wody	Min.		bar	1,0			
			MPa	0,1			
	Max.		bar	6,0			
			MPa	0,6			
Gaz							
Dobór ogranicznika przepływu gazu[1]		Typ	GS	10,0	16,0	16,0	16,0
Ciśnienie zasilania gazem ziemnym			mbar	E(GZ50): 16-25; Lw(GZ41,5): 17,5-23			
Ilość gazu ziemnego do spalania	E [H_{UB} 9,45 kWh/m]		m/h	1,06 - 5,30	1,80 - 7,40	2,12 - 9,50	2,65 - 11,60
	Lw [H_{UB} 8,13 kWh/m]		m/h	1,23 - 6,20	2,09 - 8,60	2,46 - 11,10	3,08 - 13,50
Ciśnienie zasilania propanem			mbar	min. 29 – maks. 44			
Ilość propanu do spalania	[H_U 12,87 kWh/kg]		kg/h	0,93 - 3,89	1,55 - 5,44	2,33 - 6,99	2,72 - 8,55
	[H_U 24,64 kWh/m]		m/h	0,49 - 2,03	0,81 - 2,84	1,22 - 3,65	1,42 - 4,46
Prąd elektryczny							
Podłączenie elektryczne			V/Hz	230/50			
Maks. pobór energii elektrycznej			W	83	108	160	196
Pobór energii elektrycznej w trybie czuwania			W	3	3	3	3
Wymiary							
Masa kotła			kg	61	72	84	84
Objętość wody grzewczej w kotle			l	4,7	5,8	7,8	7,8
Wysokość			mm	851			
Szerokość			mm	480			
Głębokość			mm	447	542	580	580

[1] Tylko z pojedynczą rurą metalową. W innych przypadkach niezbędne jest dobranie długości rury, zob. TRGI 2008.

■ **Wymiary i przyłącza WGB 50-110i**



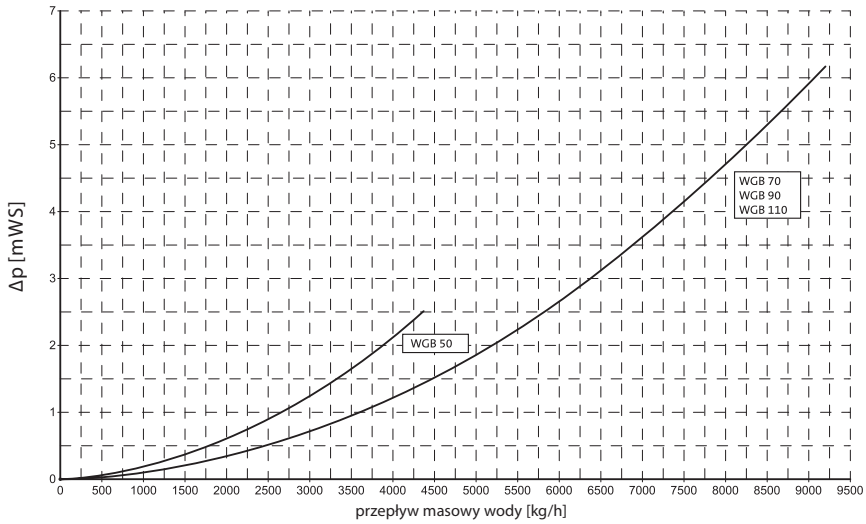


1 Zasilanie c.o.
2 Powrót c.o.
3 Przyłącze gazu
4 Odprowadzanie skroplin

Model		**WGB 50 i**	**WGB 70 i**	**WGB 90 i**	**WGB 110 i**
Zasilanie c.o.		G 1 1/2”	G 1 1/2”	G 1 1/2”	G 1 1/2”
Powrót z c.o.		G 1 1/2”	G 1 1/2”	G 1 1/2”	G 1 1/2”
Przyłącze gazu		G 1”	G 1”	G 1”	G 1”
Zawór bezpieczeństwa		G 3/4”	G 3/4”	G 3/4”	G 3/4”
Odprowadzenie skroplin		Ø 25 mm	Ø 25 mm	Ø 25 mm	Ø 25 mm
A	mm	447	542	580	580
B	mm	168	168	163	163
C	mm	132	132	152	152

■ **Odprowadzenia spalin**
Zalecane systemy odprowadzania spalin dla kotła WGB 50-110 przedstawiono w rozdz. 3.16.4.1. Poradnika.

■ **Wskazówki projektowe**
Opory hydrauliczne w kotłach WGB 50-110



■ **Uwaga - należy stosować się do wymagań dotyczących jakości wody grzewcze.**
Obowiązuje Polska Norma PN-C-04607:1993 P i dyrektywa VDI 2035 cz. 1 i 2. Jakość wody pitnej należy zbadać przed napełnieniem zładu. W wielu regionach kraju z uwagi na jej twardość całkowitą, odczyn pH oraz zawartość tlenu nie nadaje się do napełniania i uzupełniania instalacji i musi być uzdatniona.

Dopuszczone są dwie metody:
- demineralizacja (odsalanie) ze stabilizatorem odczynu pH,
- zastosowanie urządzeń do częściowego zmiękczania wody wraz ze stabilizatorem odczynu pH.

W zależności od wybranej metody producent określił graniczne wartości kluczowych parametrów wody, w wytycznej zawartej w rozdz. 3.19. niniejszego Poradnika oraz na stronie www.broetje.pl w Informacjach Technicznych oraz w Instrukcjach montażu i instalacji dla każdego kotła.

2.3. Gazowe kotły kondensacyjne stojące z automatyką ISR-Plus

2.3.1. BBK EVO 20/22i 2,9-20/22 kW - kocioł z zabudowanym podgrzewaczem c.w.u.

■ Zakres dostawy:

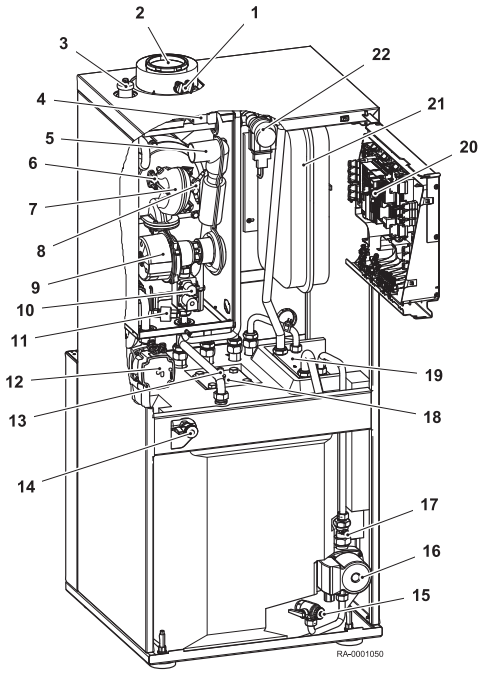
- gazowy, kompaktowy kocioł kondensacyjny do pracy z płynnie obniżaną temperaturą w zamkniętych systemach c.o. bez wymagania minimalnego przepływu wody,
- w pełni automatyczne rozpoznanie i adaptacja do rodzaju gazu ziemnego dzięki systemowi BROTJE EVOlution; praca na propan po obróceniu o 180 st. bloku elektrod,*
- ciągła optymalizacja jakości spalania, utrzymywanie stale wysokiej sprawności także przy wahającej się jakości gazu,
- zamknięta komora spalania do pracy niezależnej lub zależnej od powietrza w pomieszczeniu,
- zintegrowana klapa powietrza do systemów kaskadowych,
- palnik modulacyjny ze stali nierdzewnej - furinit z pełnym wstępnym zmieszaniem, wentylator powietrza do spalania ze zmieszaniem po stronie ssącej i modulacyjnym zaworem gazowym,
- wymiennik ciepła aluminiowo-krzemowy z nano powłoką,
- bezstopniowe dopasowanie obciążenia w trybie c.o. i c.w.u.,
- elektroniczna pompa obiegowa o wysokiej efektywności,
- analogowy i cyfrowy manometr, wbudowane przeponowe naczynie wzbiorcze 10l do c.o., odpowietrznik automatyczny,
- zintegrowany regulator systemowy z funkcjami rozszerzającymi (ISR-Plus LMS 15) do pogodowej regulacji pracą kotła, obiegu grzewczego i diagnostyki systemu,
- pięć tygodniowych programów czasowych dla trzech obiegów grzewczych, c.w.u. i pompy cyrkulacyjnej,
- wbudowany emaliowany podgrzewacz wody 95l z systemem ładowania przez płytowy wymiennik ciepła,
- panel obsługowy z dużym podświetlanym wyświetlaczem i komunikatami w języku polskim,
- obudowa stalowa, lakierowana proszkowo, biała.

Ważne: w przypadku podłączenia kotła do układu ogrzewania podłogowego wykonanego z elementów z tworzywa sztucznego nie zapewniającego szczelności tlenowej zgodnie z DIN 4726, konieczne jest zastosowanie wymiennika ciepła rozdzielającego kocioł od reszty instalacji.

Dostawa: zontowany kocioł, na palecie, zapakowany w karton.

■ Widoki kotłów





1 - otwory rewizyjne 2 - przyłącze odprowadzania spalin 3 - odpowietrznik 4 - transformator zapłonowy 5 - tłumik zasysania powietrza 6 - elektroda jonizacyjna 7 - kanał mieszający 8 - elektrody zapłonowe 9 - wentylator ze zwężką pomiarową Venturiego 10 - zawór gazu 11 - czujnik ciśnienia 12 - pompa obiegu grzewczego 13 - anoda 14 - opróżnianie/napełnianie obiegu c.o. 15 - spust wody z podgrzewacza c.w.u. i czujnik ładowania c.w.u. 16 - pompa ładująca c.w.u. 17 - zawór zwrotny stopowy 18 - czujnik temperatury c.w.u. 19 - wymiennik ciepła c.w.u. 20 - regulator LMS 21 - membranowe naczynie wzbiorcze (MAG) 22 - zawór 3-drogowy

■ Wyposażenie

Model	BBK EVO 20/22 i
Palnik modulowany z pełnym zmieszaniem wstępnym	●
Pogodowy system regulacji z czujnikiem temp. zewnętrznej	●
Elektroniczna pompa obiegowa o wysokiej efektywności	●
Termometr cyfrowy	●
Manometr cyfrowy i analogowy	●
Zintegrowane naczynie wzbiorcze do c.o. 10 l	●
Zintegrowana klapa powietrza	●
Zawór bezpieczeństwa c.o. 3 bar	●
Podgrzewacz 95 l z systemem ładowania podgrzewacza	●

● w zakresie dostawy

■ Dane techniczne dotyczące kotłów do ogrzewania pomieszczeń zgodne z dyrektywą ErP

Model			BBK EVO 20/22 i
Kocioł kondensacyjny			Tak
Kocioł niskotemperaturowy(1)			Nie
Kocioł B1			Nie
Kogeneracyjny ogrzewacz pomieszczeń			Nie
Ogrzewacz wielofunkcyjny			Tak
Znamionowa moc cieplna	P_{rated}	kW	20
Wytworzone ciepło użytkowe przy znamionowej mocy cieplnej i w reżimie wysokotemperaturowym(2)	P_4	kW	19,5
Wytworzone ciepło użytkowe przy znamionowej mocy cieplnej na poziomie 30% i w reżimie niskotemperaturowym(1)	P_1	kW	6,4
Sezonowa efektywność energetyczna ogrzewania pomieszczeń	η_s	%	93
Sprawność użytkowa przy znamionowej mocy cieplnej i w reżimie wysokotemperaturowym(2)	η_4	%	87,7
Sprawność użytkowa przy znamionowej mocy cieplnej na poziomie 30% i w reżimie niskotemperaturowym(1)	η_1	%	98,0
Zużycie energii elektrycznej na potrzeby własne			
Przy pełnym obciążeniu	*elmax*	kW	0,030
Przy częściowym obciążeniu	*elmin*	kW	0,015
W trybie czuwania	P_{SB}	kW	0,003
Inne parametry			
Straty ciepła w trybie czuwania	P_{stby}	kW	0 048
Pobór mocy palnika zapłonowego	P_{ign}	kW	0,000
Roczne zużycie energii	Q_{HE}	GJ	61
Poziom mocy akustycznej w pomieszczeniu	L_{WA}	dB	46
Emisje tlenków azotu	NO_X	mg/kWh	< 56
Parametry c.w.u.			
Deklarowany profil obciążenia			XL
Dzienne zużycie energii elektrycznej	Q_{elec}	KWh	0,249
Roczne zużycie energii elektrycznej	*AEC*	KwH	55
Efektywność energetyczna podgrzewania wody	η_{wh}	%	82
Dzienne zużycie paliwa	Q_{fuel}	kWh	23,825
Roczne zużycie paliwa	*AFC*	GJ	18

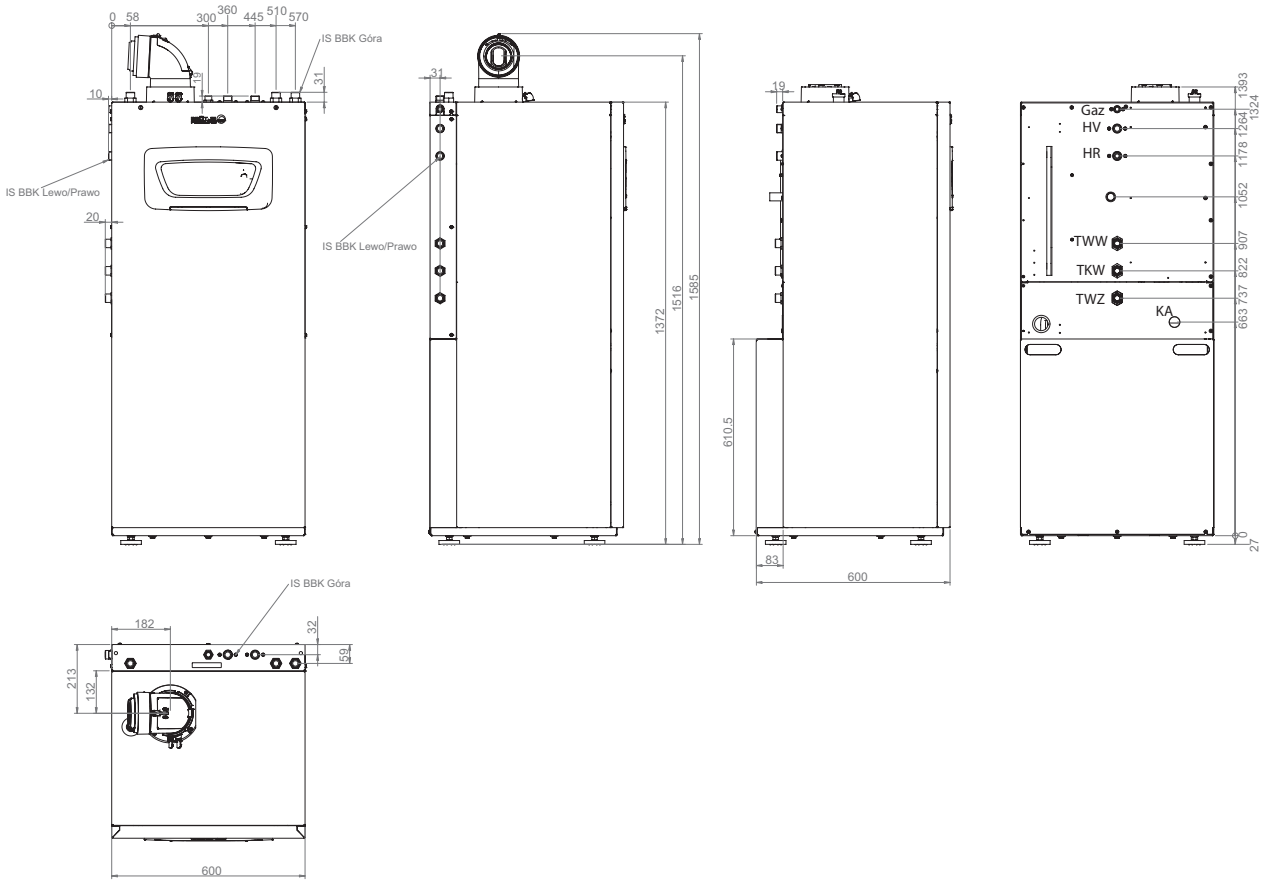
(1) Niska temperatura oznacza 30 °C w przypadku kotłów kondensacyjnych i 37 °C w przypadku kotłów niskotemperaturowych, a w przypadku innych ogrzewaczy oznacza temperaturę wody powrotnej 50 °C (na wlocie ogrzewacza).
(2) W reżimie wysokotemperaturowym temperatura wody powrotnej na wlocie ogrzewacza wynosi 60 °C, a wody zasilającej na jego wylocie 80 °C.

■ Dane techniczne

Model				**BBK EVO 20/22 i**
Nr identyfikacyjny produktu				CE-0085 CO 0217
Stopień ochrony IP				IPx4D
Kategoria gazu				II2N3P
Kategoria urządzenia				B_{23p}, B_{33}, B_{53p}, C_{13x}, C_{33x}, C_{43x}, C_{53}, C_{53x}, C_{63x}, C_{83}, C_{93x}, $C_{(10)3(x)}$ i $C_{(11)3(x)}$
Wersja oprogramowania				V 4.6
Interfejs OpenTherm				V 4.0
Zakres nominalnego obciążenia cieplnego	Gaz ziemny E (GZ 50); Lw (GZ 41,5)	c.o.	kW	2,9 - 20,0
	Gaz płynny	c.o.	kW	4,9 - 20,0
	Gaz ziemny E (GZ 50); Lw (GZ 41,5)	c.w.u.		2,9 - 22,0
	Gaz płynny	c.w.u.		4,9 - 22,0
Zakres nominalnej mocy cieplnej	Gaz ziemny E, Lw	80/60 °C	kW	2,8 - 19,5
		50/30 °C	kW	3,1 - 20,8
Wartość pH skroplin				4 - 5
Ilość skroplin		40/30 °C	l/h	0,41 - 2,08
Wskaźnik emisji NO_x zgodnie z EN 15502			mg/kWh	< 56
Klasa emisji NO_x zgodnie z EN 15502				6
Dane do projektowania komina zgodnie z DIN EN 13384 (działanie zależnie od powietrza w pomieszczeniu)				
Temperatura spalin	Obciążenie częściowe/pełne	80/60 °C	°C	56 - 71
	Obciążenie częściowe/pełne	50/30 °C	°C	34 - 52
Masowe natężenie przepływu spalin	Gaz ziemny E, Lw	80/60 °C	g/s	1,4 - 10,3
		50/30 °C	g/s	1,3 - 9,8
	Propan	80/60 °C	g/s	2,2 - 9,9
		50/30 °C	g/s	2,1 - 9,4
Zawartość CO_2, gaz ziemny			%	8,5 - 9,5
Zawartość CO_2, gaz płynny			%	10,0 - 11,0
Zapotrzebowanie na ciąg			mbar	0
Maks. ciśnienie podawane na króćcu spalin	Obciążenie częściowe/pełne		mbar	0,10/1,0
Maks. całkowita długość przewodów spalinowych po kompensacji mocy[1]	moc częściowa/maks.		mbar	0,15/1,5
Średnice przyłącza spalinowo-powietrznego			mm	80/125
Grupa emisji spalin zgodnie z DVGW G636				G6
Woda grzewcza				
Zakres regulacji temperatury wody grzewczej			°C	20 – 85
Maks. temp. zasilania			°C	85
Ciśnienie robocze wody	Min.		bar	1,0
	Min.		MPa	0,1
	Maks.		bar	3,0
	Maks.		MPa	0,3
Naczynie wzbiorcze c.o.	Pojemność		l	10
	Ciśnienie początkowe		bar	0,75
			MPa	0,075
Ciepła woda użytkowa				

Model			**BBK EVO 20/22 i**
Maks. ciśnienie wody		bar	10,0
		MPa	1,0
Temperatura maks. w podgrzewaczu wody		°C	65
Pojemność podgrzewacza		l	95
Wydajność ciągła przy $T_{zasil.}$ = 80 °C od 10 °C do 45 °C		l/h	526
Wydajność początkowa D (DIN EN 13203 – 1)		l/min	19,0
Wydajność ciągła przy $T_{zasil.}$ = 80 °C i SP = 60 °C		N_L	1,6
Parametry przyłączeniowe gazu			
Dobór ogranicznika przepływu gazu[1]	Typ	GS	4,0
Ciśnienie przyłączeniowe dla gazu ziemnego		mbar	E (GZ 50): 16 – 25; Lw (GZ 41,5): 17,5 – 23
Parametry przyłączeniowe	Gaz ziemny E (GZ 50) [H_{UB} 9,45 kWh/m³]	m³/h	0,31 - 2,30
	Gaz ziemny Lw (GZ 41,5) [H_{UB} 8,13 kWh/m³]	m³/h	0,36 - 2,70
Ciśnienie przyłączeniowe dla LPG (ciśnienie przepływu)		mbar	min. 29 – maks. 44
Parametry przyłączeniowe	LPG [H_U 12,87 kWh/kg]	kg/h	0,38 - 1,71
	LPG [H_U 24,64 kWh/m³]	m³/h	0,20 - 0,89
Pobór mocy elektrycznej			
Przyłącze elektryczne		V/Hz	230 V / 50 Hz
Maks. pobór energii elektrycznej		W	82
Pobór energii elektrycznej w trybie c.o. przy pełnym obciążaniu, pompa ustawienie fabryczne		W	66
Pobór energii elektrycznej w trybie c.w.u. przy pełnym obciążaniu, pompa ustawienie fabryczne		W	122
Pobór energii elektrycznej w trybie czuwania		W	3
Wymiary			
Masa kotła		kg	117
Pojemność wodna kotła		l	2,5
Wysokość		mm	1400
Szerokość		mm	600
Głębokość		mm	600

■ **Wymiary i przyłącza**



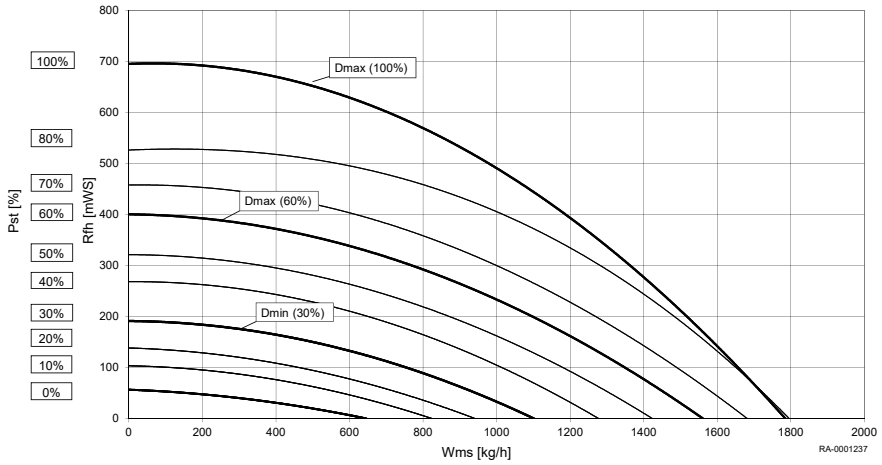
Model		**BBK EVO 20/22 i**
Szerokość	mm	600
Wysokość z nóżkami	mm	1372
Głębokość	mm	600
Masa	kg	117
Króciec spalinowo/powietrzny	mm Ø	80/125
Przyłącze kondensatu (KA)	mm Ø	25
Gaz	cal	½, płaskouszczelniane
HV/HR Zasilanie/Powrót obiegu c.o.	cal	¾, płaskouszczelniane
TWW/TKW c.w.u./woda zimna	cal	¾, płaskouszczelniane
TWZ cyrkulacja	cal	¾, płaskouszczelniane
Zawór bezpieczeństwa (SiV)	cal	G ¾

■ Odprowadzenia spalin

W celu doboru odpowiedniego systemu odprowadzania spalin należy skontaktować się z Działem Doradztwa Technicznego BIMs Plus

■ Wskazówki projektowe

Charakterystyka pompy (charakterystyki zawierają opory własne kotła).



Rys. 1 Łączne ciśnienie dynamiczne BBK EVO20/22

Objaśnienia	
Dmaks.	zadana prędkość maks.
Dmin.	zadana prędkość min.
Pst	stopień pracy pompy
Rfh	łączne ciśnienie dynamiczne
Wms	masowy przepływ wody

■ Uwaga - należy stosować się do wymagań dotyczących jakości wody grzewcze

Obowiązuje Polska Norma PN-C-04607:1993 P i dyrektywa VDI 2035 cz. 1 i 2. Jakość wody pitnej należy zbadać przed napełnieniem złądu. W wielu regionach kraju z uwagi na jej twardość całkowitą, odczyn pH oraz zawartość tlenu nie nadaje się do napełniania i uzupełniania instalacji i musi być uzdatniona.

Dopuszczone są dwie metody:

- demineralizacja (odsalanie) ze stabilizatorem odczynu pH,
- zastosowanie urządzeń do częściowego zmiękczania wody wraz ze stabilizatorem odczynu pH.

W zależności od wybranej metody producent określił graniczne wartości kluczowych parametrów wody, w wytycznej zawartej w rozdz. 3.19. niniejszego Poradnika oraz na stronie www.broetje.pl w Informacjach Technicznych oraz w Instrukcjach montażu i instalacji dla każdego kotła.

2.3.2. BBS EVO 15i, 20i, 28i - kocioł z zabudowanym podgrzewaczem c.w.u.

Zakres dostawy:

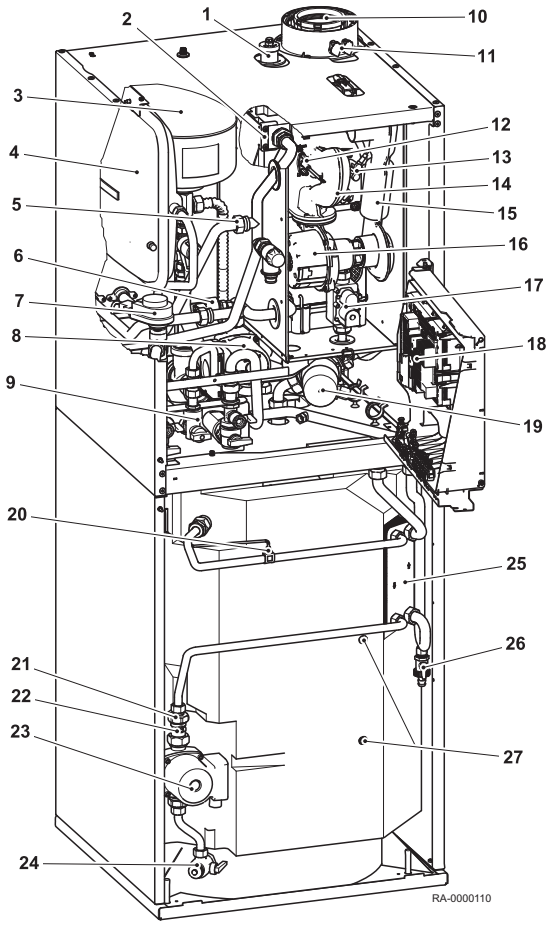
- gazowy kocioł kondensacyjny do pracy z płynnie obniżaną temperaturą do pracy w zamkniętych systemach c.o. bez wymagania minimalnego przepływu wody,
- w pełni automatyczne rozpoznanie i adaptacja do rodzaju gazu ziemnego dzięki systemowi BRÖTJE EVOlution; praca na propan po obróceniu o 180 st. bloku elektrod,*
- ciągła optymalizacja jakości spalania, utrzymywanie stale wysokiej sprawności także przy wahającej się jakości gazu,
- zoptymalizowany kanał wstępnego zmieszania gazu i powietrza w celu uzyskania najlepszej mieszanki, najniższej emisji i największego bezpieczeństwa pracy,
- zamknięta komora spalania do pracy niezależnej lub zależnej od powietrza w pomieszczeniu,
- zintegrowana klapa powietrza do systemów kaskadowych,
- palnik modulacyjny ze stali nierdzewnej – furinit z pełnym wstępnym zmieszaniem, wentylator powietrza do spalania ze zmieszaniem po stronie ssącej i modulacyjnym zaworem gazowym,
- wymiennik ciepła aluminiowo-krzemowy z nano powłoką,
- bezstopniowe dopasowanie obciążenia w trybie c.o. i c.w.u.,
- podgrzewanie c.w.u z zastosowaniem 135 l zasobnikowego podgrzewacza warstwowego (SSP), składającego się z pompy ładującej, płytowego wymiennika ciepła i emaliowanego podgrzewacza warstwowego z izolacją cieplną z bezfreonowej pianki poliuretanowej, z wykorzystaniem ciepła kondensacji,
- podgrzewanie c.w.u. z zastosowaniem 130 l zasobnikowego podgrzewacza z wężownicą grzewczą (RSP), z ładowaniem podgrzewacza za pomocą pompy c.o. i zaworu,
- elektroniczna pompa obiegowa c.o. o wysokiej efektywności,
- zawór bezpieczeństwa, cyfrowy termometr, ciśnieniowy czujnik braku wody,
- cyfrowy i analogowy manometr, odpowietrznik automatyczny,
- wbudowane membranowe naczynie wzbiorcze do c.o. 12l,
- zintegrowany regulator systemowy z funkcjami rozszerzającymi (ISR-Plus LMS 15) do pogodowej regulacji pracą kotła, obiegu grzewczego i diagnostyki systemu, z czujnikiem temp. zewnętrznej,
- pięć tygodniowych programów czasowych dla trzech obiegów grzewczych, c.w.u. i pompy cyrkulacyjnej,
- zintegrowany regulator solarny do 1 strefy kolektorów z opcją pomiaru energii,
- zintegrowany regulator kaskady do 16 kotłów,
- funkcje programowe do podłączenia kotła stałopalnego do systemu ogrzewania,
- panel obsługowy z dużym podświetlanym wyświetlaczem i komunikatami w języku polskim,
- obudowa stalowa, lakierowana proszkowo, biała.

Ważne: w przypadku podłączenia kotła do układu ogrzewania podłogowego, wykonanego z elementów z tworzywa sztucznego nie zapewniającego szczelności tlenowej zgodnie z DIN 4726, konieczne jest zastosowanie wymiennika ciepła rozdzielającego kocioł od reszty instalacji.

Dostawa: moduł kotłowy i zasobnikowy podgrzewacz c.w.u. oddzielnie na palecie, zapakowane w kartonach.

■ Widoki kotłów





1 - odpowietrznik
2 - płyta mocująca dla wymiennika ciepła
3 - membranowe naczynie wzbiorcze (MAG) dla wody pitnej(1)
4 - nagrzewnica MAG
5 - przyłącze, obieg grzewczy 2
6 - czujnik ciśnienia
7 - zawór 3-drogowy
8 - pompa obiegu grzewczego
9 - zestaw odcinający AEH(1)
10 - adapter wylotu spalin
11 - otwory rewizyjne
12 - elektroda jonizacyjna
13 - elektrody zapłonowe
14 - kanał mieszający
15 - tłumik wlotu powietrza
16 - wentylator
17 - zawór gazu
18 - regulator LMS
19 - pompa obiegowa(1)
20 - czujnik ładowania wody pitnej(21)
21 - kryza wylotu gorącej wody(2)
22 - blokada grawitacyjna
23 - pompa doładowująca wody pitnej(2)
24 - drenaż zasobnika i pompy doładowującej wody pitnej
25 - wymiennik ciepła wody pitnej(2)
26 - opóźnienie/napełnianie obiegu grzewczego
27 - gniazda na czujniki wody pitnej

(1) *Wyposażenie dodatkowe.*
(2) *Tylko dla zasobnika warstwowego SSP.*

■ Wyposażenie

	Podgrzewacz warstwowy			Podgrzewacz z wężownicą		
Model	**BBS EVO 15 i SSP**	**BBS EVO 20 i SSP**	**BBS EVO 28 i SSP**	**BBS EVO 15 i RSP**	**BBS EVO 20 i RSP**	**BBS EVO 28 i RSP**
Palnik modulowany z pełnym zmieszaniem wstępnym	●	●	●	●	●	●
Pogodowy system regulacji z czujnikiem temp. zewnętrznej	●	●	●	●	●	●
Elektroniczna pompa obiegowa klasy enegretycznej A	●	●	●	●	●	●
Termometr cyfrowy	●	●	●	●	●	●
Manometr analogowy i cyfrowy	●	●	●	●	●	●
Naczynie wzbiorcze przeponowe c.o. 12 l	●	●	●	●	●	●
Podgrzewacz warstwowy 135 l z układem priorytetowego załączania podgrzewania c.w.u. i systemem ładowania podgrzewacza	●	●	●	–	–	–
Podgrzewacz c.w.u. 130 l z wężownicą, z układem priorytetowego załączania podgrzewania	–	–	–	●	●	●

● w zakresie dostawy – nie stosowane

■ Dane techniczne dotyczące kotłów do ogrzewania pomieszczeń zgodne z dyrektywą ErP

Model			**BBS EVO 15 i SSP**	**BBS EVO 15 i RSP**	**BBS EVO 20 i SSP**	**BBS EVO 20 i RSP**	**BBS EVO 28 i SSP**	**BBS EVO 28 i RSP**
Kocioł kondensacyjny			Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak
Kocioł niskotemperaturowy(1)			Nie	Nie	Nie	Nie	Nie	Nie
Kocioł B1			Nie	Nie	Nie	Nie	Nie	Nie
Kogeneracyjny ogrzewacz pomieszczeń			Nie	Nie	Nie	Nie	Nie	Nie
Ogrzewacz wielofunkcyjny			Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak
Znamionowa moc cieplna	P_{rated}	kW	15	15	19	19	27	27
Wytworzone ciepło użytkowe przy znamionowej mocy cieplnej i w reżimie wysokotemperaturowym(2)	P_4	kW	14,6	14,6	19,4	19,4	27,2	27,2
Wytworzone ciepło użytkowe przy znamionowej mocy cieplnej na poziomie 30% i w reżimie niskotemperaturowym(1)	P_1	kW	4,9	4,9	6,5	6,5	9,1	9,1
Sezonowa efektywność energetyczna ogrzewania pomieszczeń	η_s	%	93	93	93	93	93	93
Sprawność użytkowa przy znamionowej mocy cieplnej i w reżimie wysokotemperaturowym(2)	η_4	%	87,8	87,8	87,7	87,7	87,7	87,7
Sprawność użytkowa przy znamionowej mocy cieplnej na poziomie 30% i w reżimie niskotemperaturowym(1)	η_1	%	98,2	98,2	97,9	97,9	97,8	97,8
Zużycie energii elektrycznej na potrzeby własne								
Przy pełnym obciążeniu	*elmax*	kW	0,022	0,022	0,030	0,030	0,045	0,045
Przy częściowym obciążeniu	*elmin*	kW	0,013	0,013	0,013	0,013	0,014	0,014
W trybie czuwania	P_{SB}	kW	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003
Inne parametry								
Straty ciepła w trybie gotowości	P_{stby}	kW	0,048	0,048	0,048	0,048	0,048	0,048
Pobór mocy palnika zapłonowego	P_{ign}	kW	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Roczne zużycie energii	Q_{HE}	GJ	45	45	60	60	84	84
Poziom mocy akustycznej w pomieszczeniu	L_{WA}	dB	41	41	46	46	52	52
Emisje tlenków azotu	NO_X	mg/kWh	23	23	24	24	22	22

Model			BBS EVO 15 i SSP	BBS EVO 15 i RSP	BBS EVO 20 i SSP	BBS EVO 20 i RSP	BBS EVO 28 i SSP	BBS EVO 28 i RSP
Parametry wytwarzania ciepłej wody użytkowej								
Deklarowany profil obciążeń			XL	XL	XL	XL	XL	XL
Dzienne zużycie energii elektrycznej	Q_{elec}	kWh	0,291	0,197	0,213	0,184	0,244	0,211
Roczne zużycie energii elektrycznej	*AEC*	kWh	64	43	47	40	54	46
Efektywność energetyczna podgrzewania wody	η_{wh}	%	80	81	84	81	83	80
Dzienne zużycie paliwa	Q_{fue}	kWh	24,190	24,151	23,180	24,123	23,420	24,755
Roczne zużycie paliwa	*AFC*	GJ	18	18	18	18	18	19

(1) Niska temperatura oznacza 30 °C w przypadku kotłów kondensacyjnych i 37 °C w przypadku kotłów niskotemperaturowych, a w przypadku innych ogrzewaczy oznacza temperaturę wody powrotnej 50 °C (na wlocie ogrzewacza).
(2) W reżimie wysokotemperaturowym temperatura wody powrotnej na wlocie ogrzewacza wynosi 60 °C, a wody zasilającej na jego wylocie 80 °C.

■ Dane techniczne

Model				BBS EVO 15 i	BBS EVO 20 i	BBS EVO 28 i
Nr identyfikacyjny produktu				CE-0085 CO 0217		
Nr przep. VDE				Znak VDE		
Stopień ochrony IP				IPx4D		
Kategoria gazu				II2E3P		
Kategoria urządzenia				B_{23}, B_{23p}, B_{33}, B_{53p}, C_{13x}, C_{33x}, C_{43x}, C_{53}, C_{53x}, C_{63x}, C_{83}, C_{93x}, $C_{(10)3x}$, i $C_{(11)3}$		
Wersja oprogramowania				V 4.2		
Zakres nominalnego obciążenia cieplnego	Gaz ziemny E, Lw	c.o.	kW	2,9 - 15,0	2,9 - 20,0	3,9 - 28,0
Zakres nominalnego obciążenia cieplnego	Propan	c.o.	kW	4,9 - 15,0	4,9 - 20,0	5,9 - 28,0
Zakres nominalnej mocy cieplnej	Gaz ziemny E, Lw	80/60 °C	kW	2,8 - 14,6	2,8 - 19,5	3,8 - 27,2
		50/30 °C	kW	3,1 - 15,6	3,1 - 20,8	4,2 - 29,0
Sprawność znormalizowana		75/60 °C	%	106,1	105,7	106,4
		40/30 °C	%	108,8	108,7	109,5
Wartość pH skroplin				4-5	4-5	4-5
Ilość skroplin		40/30 °C	l/h	0,38 - 1,60	0,38 - 2,14	0,54 - 3,05
Wskaźnik emisji NO_x zgodnie z EN 15502			mg/kWh	23	24	22
Klasa emisji NO_x zgodnie z EN 15502				5	5	5
Dane do projektowania komina zgodnie z DIN EN 13384 (działanie zależnie od powietrza w pomieszczeniu)						
Temperatura spalin	Obciążenie częściowe/ pełne	80/60 °C	°C	56/65	56/69	57/66
	Obciążenie częściowe/ pełne	50/30 °C	°C	34/46	34/51	34/49
Masowe natężenie przepływu spalin	Gaz ziemny E, Lw	80/60 °C	g/s	1,4 - 7,4	1,4 - 9,8	1,9 - 13,8
		50/30 °C	g/s	1,3 - 7,0	1,3 - 9,4	1,8 - 13,1
	Propan	80/60 °C	g/s	2,3 - 7,0	2,3 - 9,4	2,8 - 13,1
		50/30 °C	g/s	2,2 - 6,7	2,2 - 9,0	2,6 - 12,5
Zawartość CO_2, gaz ziemny			%	8,3 - 9,7		

Model			**BBS EVO 15 i**	**BBS EVO 20 i**	**BBS EVO 28 i**
Zawartość CO_2, gaz płynny		%	9,8 - 11,2		
Zapotrzebowanie na ciąg		mbar	0		
Maks. ciśnienie podawane na króćcu spalin	Obciążenie częściowe/pełne	mbar	0,1/0,8	0,1/1,0	0,1/1,1
Średnice przyłącza spalinowo-powietrznego		mm	80/125	80/125	80/125
Grupa emisji spalin zgodnie z DVGW G636			G6		
Woda grzewcza					
Zakres regulacji temperatury wody grzewczej		°C	20 – 85	20 – 85	20 – 85
Maks. temp. zasilania		°C	100		
Ciśnienie robocze wody	Min.	bar	1,0		
	Min.	MPa	0,1		
	Maks.	bar	3,0		
	Maks.	MPa	0,3		
Naczynie wzbiorcze c.o.	Pojemność	l	12	12	12
	Ciśnienie początkowe	bar	0,75	0,75	0,75
		MPa	0,075	0,075	0,75
Ciepła woda użytkowa					
Maks. ciśnienie wody		bar	10,0		
		MPa	1,0		
Temperatura maks. w podgrzewaczu wody		°C	65		

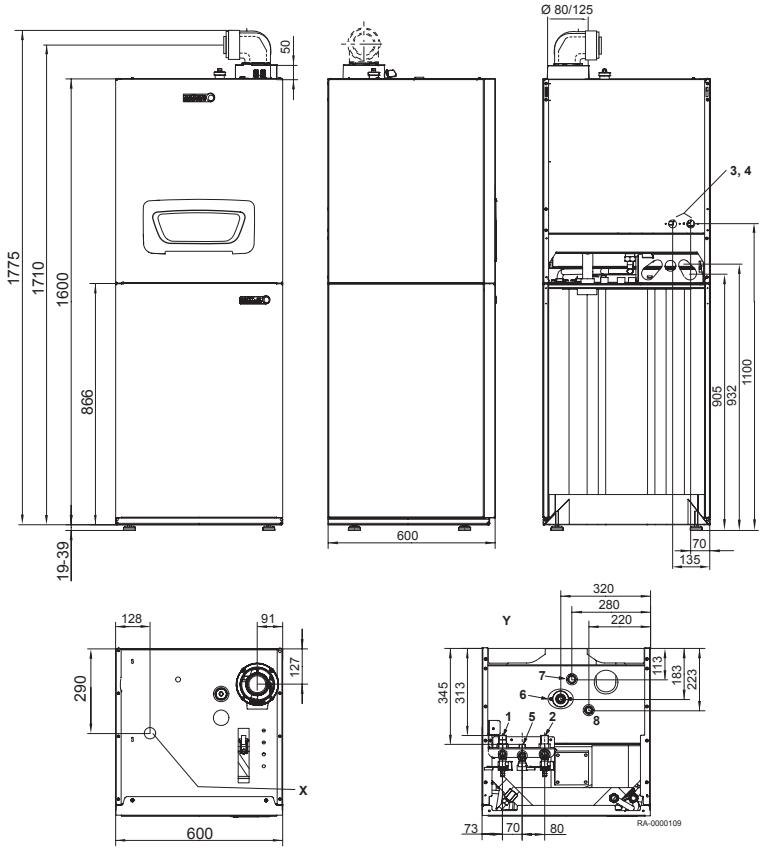
Typ podgrzewacza (z wężownicą spiralną =RSP; z ładowaniem warstwowym =SSP)		**RSP**	**SSP**	**RSP**	**SSP**	**RSP**	**SSP**
Pojemność podgrzewacza	l	130	135	130	135	130	135
Wydajność ciągła przy $T_{zasil.}$ = 80 °C od 10 °C do 45 °C	l/h	359	359	478	478	623	669
Wydajność ciągła przy $T_{zasil.}$ = 80 °C i SP = 60 °C	N_L	1,4	1,8	1,8	2,3	2,1	2,8

Model			**BBS EVO 15 i**	**BBS EVO 20 i**	**BBS EVO 28 i**
Gaz					
Dobór ogranicznika przepływu gazu [1]	Typ	GS	2,5	4,0	6,0
Ciśnienie zasilania gazem ziemnym		mbar	E(GZ50): 16 – 25; Lw(GZ41,5): 16 – 23		
Ilość gazu ziemnego do spalania	Gaz ziemny E [H_{UB} 9,45 kWh/m³]	m³/h	0,31 - 1,60	0,31 - 2,10	0,41 - 3,00
	Gaz ziemny Lw [H_{UB} 8,13 kWh/m³]	m³/h	0,36 - 1,80	0,36 - 2,50	0,48 - 3,40
Ciśnienie zasilania propanem		mbar	min. 29 – maks. 44		
Ilość gazu ziemnego do spalania	Propan [H_U 12,87 kWh/kg]	kg/h	0,23 - 1,17	0,27 - 1,55	0,31 - 2,18
	Propan [H_U 24,64 kWh/m³]	m³/h	0,12 - 0,61	0,12 - 0,81	0,16 - 1,14
Prąd elektryczny					
Podłączenie elektryczne		V/Hz	230 V / 50 Hz		

Maks. pobór energii elektrycznej	W	85	130	93	138	108	153
Pobór energii elektrycznej w trybie c.o. przy pełnym obciążaniu, pompa ustawienie fabryczne	W	57		70		92	
Pobór energii elektrycznej w trybie czuwania	W	4		4		4	
Wymiary							
Masa modułu kotła	kg	59		59		61	
Masa kotła, łącznie	kg	154	139	154	139	156	141
Objętość wody grzewczej w kotle	l	2,5		2,5		3,6	
Wysokość	mm	1600					
Szerokość	mm	600					
Głębokość	mm	600					

[1] Tylko z pojedynczą rurą metalową. W innych przypadkach niezbędne jest dobranie długości rury, zob. TRGI 2008.

■ **Wymiary i przyłącza**



Model		**BBS EVO 15/20 i**	**BBS EVO 28 i**
HV	1 – Zasilanie c.o.	G 3/4″	G 3/4″
HR	2 – Powrót c.o.	G 3/4″	G 3/4″
2. HV	3 – Zasilanie c.o. 2 obieg	G 3/4″	G 3/4″
2. HR	4 – Powrót c.o. 2 obieg	G 3/4″	G 3/4″
Gas	5 – Przyłącze gazu	G 1/2″	G 1/2″
SiV	Zawór bezpieczeństwa	G 3/4″	G 3/4″
KA	Przyłącze kondensatu	Ø 25 mm	Ø 25 mm
KW	6 – Zimna woda	G 3/4″, gwint zewnętrzny	G 3/4″, gwint zewnętrzny
WW	7 – C.w.u.	G 3/4″, gwint zewnętrzny	G 3/4″, gwint zewnętrzny
Z	8 – Cyrkulacja	G 3/4″, gwint zewnętrzny	G 3/4″, gwint zewnętrzny

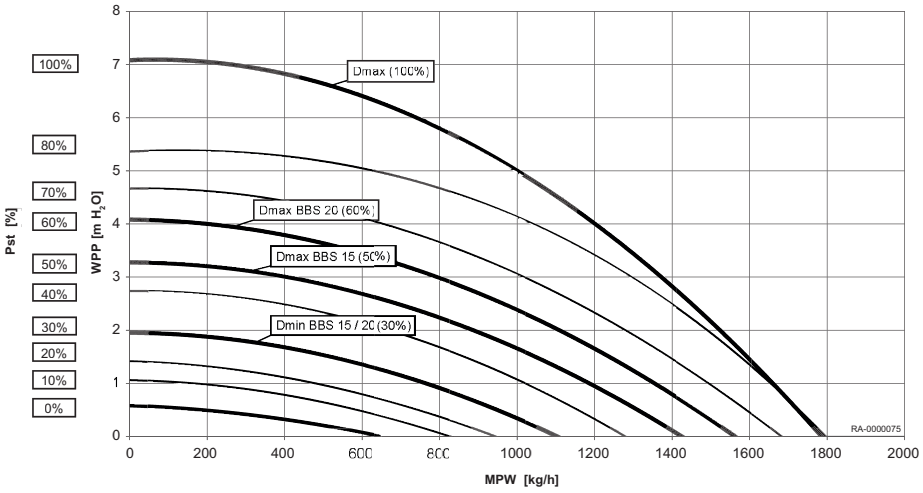
*Kolano spalinowo-powietrzne nie wchodzi w zakres dostawy kotła (wyposażenie dodatkowe).

■ Odprowadzenia spalin

W celu doboru odpowiedniego systemu odprowadzania spalin należy skontaktować się z Działem Doradztwa Technicznego BIMs Plus

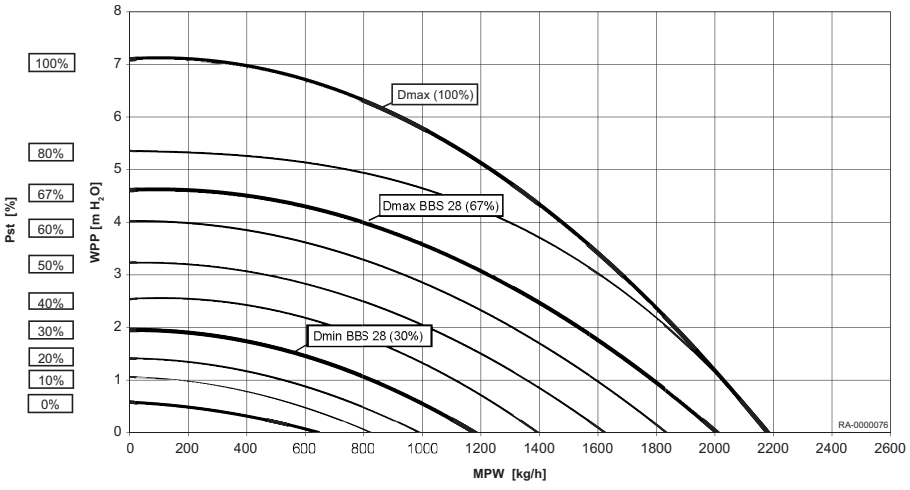
■ Wskazówki projektowe

Charakterystyka pompy (charakterystyki zawierają opory własne kotła).



Rys. Wysokość podnoszenia pompy zamontowanej w kotle BBS EVO 15 – 20 i.

Objaśnienia	
Dmax	nastawa wstępna maks. prędkości obrotowej pompy
Dmin	nastawa wstępna min. prędkości obrotowej pompy
Pst	stopień pracy pompy
WPP	wysokość podnoszenia pompy
MPW	masowy przepływ wody



Rys. Wysokość podnoszenia pompy zamontowanej w kotle BBS EVO 28 i.

Objaśnienia	
Dmax	nastawa wstępna maks. prędkości obrotowej pompy
Dmax	nastawa wstępna min. prędkości obrotowej pompy
Pst	stopień pracy pompy
WPP	wysokość podnoszenia pompy
MPW	masowy przepływ wody

■ **Uwaga - należy stosować się do wymagań dotyczących jakości wody grzewcze**.
Obowiązuje Polska Norma PN-C-04607:1993 P i dyrektywa VDI 2035 cz. 1 i 2. Jakość wody pitnej należy zbadać przed napełnieniem złądu. W wielu regionach kraju z uwagi na jej twardość całkowitą, odczyn pH oraz zawartość tlenu nie nadaje się do napełniania i uzupełniania instalacji i musi być uzdatniona.

Dopuszczone są dwie metody:
- demineralizacja (odsalanie) ze stabilizatorem odczynu pH,
- zastosowanie urządzeń do częściowego zmiękczania wody wraz ze stabilizatorem odczynu pH.

W zależności od wybranej metody producent określił graniczne wartości kluczowych parametrów wody, w wytycznej zawartej w rozdz. 3.19. niniejszego Poradnika oraz na stronie www.broetje.pl w Informacjach Technicznych oraz w Instrukcjach montażu i instalacji dla każdego kotła.

2.3.3. BGB EVO 15i, 20i, 28i, 38i

■ **Zakres dostawy:**

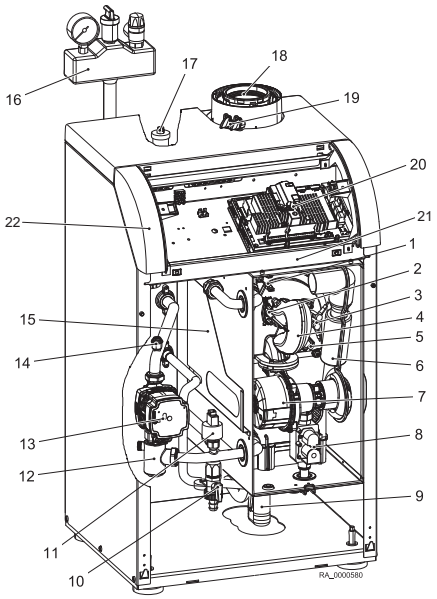
- gazowy, stojący kocioł kondensacyjny do pracy z płynnie obniżaną temperaturą w zamkniętych systemach c.o. bez wymagania minimalnego przepływu wody,
- w pełni automatyczne rozpoznanie i adaptacja do rodzaju gazu ziemnego dzięki systemowi BROTJE EVOlution; praca na propan po obróceniu o 180 st. bloku elektrod,*
- ciągła optymalizacja jakości spalania, utrzymywanie stale wysokiej sprawności także przy wahającej się jakości gazu,
- zoptymalizowany kanał wstępnego zmieszania gazu i powietrza w celu uzyskania najlepszej mieszanki, najniższej emisji i największego bezpieczeństwa pracy,
- zamknięta komora spalania do pracy niezależnej lub zależnej od powietrza w pomieszczeniu,
- zintegrowana klapa powietrza do systemów kaskadowych,
- palnik modulacyjny ze stali nierdzewnej - furinit z pełnym wstępnym zmieszaniem, wentylator powietrza do spalania ze zmieszaniem po stronie ssącej i modulacyjnym zaworem gazowym,
- wymiennik ciepła aluminiowo-krzemowy z nano powłoką,
- bezstopniowe dopasowanie obciążenia w trybie c.o. i c.w.u.,
- elektroniczna pompa obiegowa o wysokiej efektywności,
- zawór bezpieczeństwa, cyfrowy termometr, ciśnieniowy czujnik braku wody, odpowietrznik automatyczny,
- zintegrowany regulator systemowy z funkcjami rozszerzającymi (ISR-Plus LMS 15) do pogodowej regulacji pracą kotła, obiegu grzewczego i diagnostyki systemu,
- pięć tygodniowych programów czasowych dla trzech obiegów grzewczych, c.w.u. i pompy cyrkulacyjnej,
- zintegrowany regulator solarny do 1 strefy kolektorów z opcją pomiaru energii,
- zintegrowany regulator kaskady do 16 kotłów,
- funkcje programowe do podłączenia kotła stałopalnego do systemu ogrzewania,
- panel obsługowy z dużym podświetlanym wyświetlaczem i komunikatami w języku polskim,
- obudowa stalowa, lakierowana proszkowo, biała.

Ważne: w przypadku podłączenia kotła do układu ogrzewania podłogowego wykonanego z elementów z tworzywa sztucznego nie zapewniającego szczelności tlenowej zgodnie z DIN 4726, konieczne jest zastosowanie wymiennika ciepła rozdzielającego kocioł od reszty instalacji.

Dostawa: kocioł na jednorazowej palecie, zapakowany w karton.

■ **Widoki kotłów**





1 - czujnik zasilania 2 - elektroda jonizacyjna 3 - elektrody zapłonowe 4 - Kanał mieszający 5 - wziernik płomienia 6 - tłumik zasysania powietrza 7 - wentylator ze zwężką pomiarową Venturiego 8 - zawór gazu 9 - syfon 10 - spust 11 - czujnik ciśnienia wody 12 - zawór zwrotny stopowy 13 - pompa obiegowa c.o. 14 - odpowietrznik 15 - schowek na dokumenty 16 - zestaw zabezpieczający SIS (wyposażenie dodatkowe) 17 - odpowietrznik 18 - przyłącze odprowadzenia spalin 19 - otwory rewizyjne 20 - regulator LMS 21 - regulator LMS 22 - przekaźnik płytki elektronicznej transformatora zapłonowego; tylko kocioł BGB EVO 38)

* w kotłach BGB EVO 15-38 I dzięki zastosowaniu automatycznej regulacji spalania nie stosuje się zestawów przezbrojeniowych. Kotły te jednak nie mogą pracować na gaz ziemny Ls (GZ 35)

■ Wyposażenie

Model	BGB EVO 15 i	BGB EVO 20 i	BGB EVO 28 i	BGB EVO 38 i
Palnik modulowany z pełnym zmieszaniem wstępnym	●	●	●	●
Pogodowy system regulacji z czujnikiem temp. zewnętrznej	●	●	●	●
Elektroniczna pompa obiegowa o wysokiej efektywności	●	●	●	●
Termometr cyfrowy	●	●	●	●
Manometr analogowy	●	●	●	●
Zintegrowana klapa powietrza	●	●	●	●
Grupa z zaworem bezpieczeństwa 3 bar, analogowym manometrem i odpowietrznikiem	+	+	+	+
Ładowanie podgrzewacza za pomocą zewnętrznego zestawu pompowego	+	+	+	+

● w zakresie dostawy **+** możliwość zastosowania/wyp. dodatkowe

■ Dane techniczne dotyczące kotłów do ogrzewania pomieszczeń zgodne z dyrektywą ErP

Model			**BGB EVO 15 i**	**BGB EVO 20 i**	**BGB EVO 28 i**	**BGB EVO 38 i**
Kocioł kondensacyjny			Tak	Tak	Tak	Tak
Kocioł niskotemperaturowy[1]			Nie	Nie	Nie	Nie
Kocioł B1			Nie	Nie	Nie	Nie
Kogeneracyjny ogrzewacz pomieszczeń			Nie	Nie	Nie	Nie
Ogrzewacz wielofunkcyjny			Nie	Nie	Nie	Nie
Znamionowa moc cieplna	P_{rated}	kW	15	20	27	37
Wytworzone ciepło użytkowe przy znamionowej mocy cieplnej i w reżimie wysokotemperaturowym[2]	P_4	kW	14,6	19,5	27,2	37,0
Wytworzone ciepło użytkowe przy znamionowej mocy cieplnej na poziomie 30% i w reżimie niskotemperaturowym[1]	P_1	kW	5,0	6,4	9,2	12,6
Sezonowa efektywność energetyczna ogrzewania pomieszczeń	η_s	%	93	93	93	93
Sprawność użytkowa przy znamionowej mocy cieplnej i w reżimie wysokotemperaturowym[2]	η_4	%	87,8	87,7	87,7	87,7
Sprawność użytkowa przy znamionowej mocy cieplnej na poziomie 30% i w reżimie niskotemperaturowym[1]	η_1	%	98,2	98,0	97,8	97,8
Zużycie energii elektrycznej na potrzeby własne						
Przy pełnym obciążeniu	*elmax*	kW	0,022	0,030	0,045	0,59
Przy częściowym obciążeniu	*elmin*	kW	0,015	0,015	0,016	0,014
W trybie czuwania	P_{SB}	kW	0,003	0,003	0,003	0,003
Inne parametry						
Straty ciepła w trybie czuwania	P_{stby}	kW	0,048	0,48	0,048	0,052
Pobór mocy palnika zapłonowego	P_{ign}	kW	0,0	0,0	0,0	0,0
Roczne zużycie energii	Q_{HE}	GJ	45	61	84	115
Poziom mocy akustycznej w pomieszczeniu	L_{WA}	dB	43	47	52	55
Emisje tlenków azotu	NO_X	mg/kWh	< 56	< 56	< 56	< 56

(1) Niska temperatura oznacza 30 °C w przypadku kotłów kondensacyjnych i 37 °C w przypadku kotłów niskotemperaturowych, a w przypadku innych ogrzewaczy oznacza temperaturę wody powrotnej 50 °C (na wlocie ogrzewacza).

(2) W reżimie wysokotemperaturowym temperatura wody powrotnej na wlocie ogrzewacza wynosi 60 °C, a wody zasilającej na jego wylocie 80 °C.

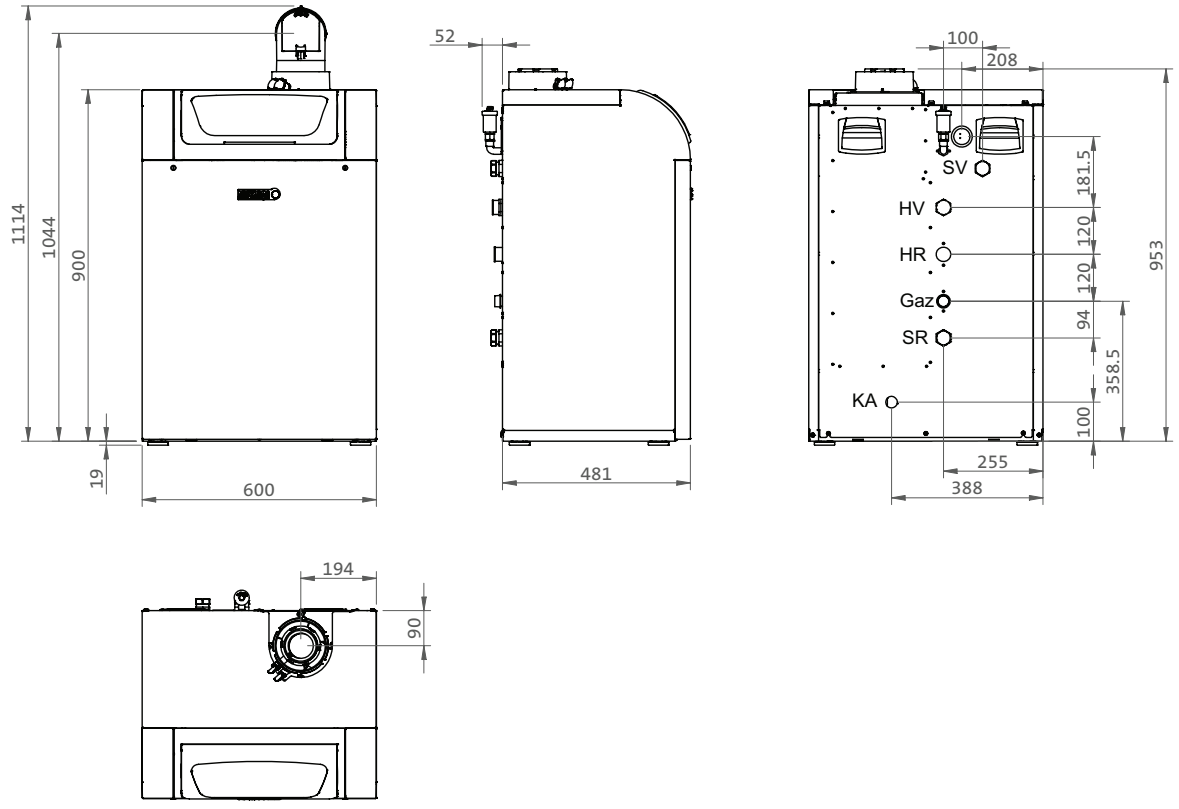
■ Dane techniczne

Model			**BGB EVO 15 i**	**BGB EVO 20 i**	**BGB EVO 28 i**	**BGB EVO 38 i**
Nr identyfikacyjny produktu			CE-0085 CO 0217			
Stopień ochrony			IPx0			
Kategoria gazu			II2N3P			
Kategoria instalacji			B_{23p}, B_{33}, B_{53p}, C_{13X}, C_{33X}, C_{43X}, C_{53}, C_{53X}, C_{63X}, C_{83}, C_{93X}, $C_{(10)3(X)}$ i $C_{(11)3(X)}$			
Wersja oprogramowania			V 4.6			
Interfejs OpenTherm			V 4.0			
Zakres nominalnego obciążenia cieplnego						
Gaz ziemny E (GZ 50); Lw (GZ 41,5)	Ogrzewanie	kW	2,9 - 15,0	2,9 - 15,0	3,9 - 28,0	4,9 - 38,0
Gaz płynny - propan	Ogrzewanie	kW	4,9 - 15,0	4,9 - 20,0	5,9 - 28,0	7,9 - 38,0
Zakres nominalnej mocy cieplnej						
Gaz ziemny E (GZ 50); Lw (GZ 41,5)	80/60 °C	kW	2,8 - 14,6	2,8 - 19,5	3,8 - 27,2	4,7 - 37,0
	50/30 °C	kW	3,1 - 15,6	3,1 - 20,8	4,2 - 29,2	5,3 - 39,6
Sprawność znormalizowana (Hi/Hs)	75/60 °C	%	106	106	106	106
	40/30 °C	%	109	109	109	109
Wartość pH skroplin			4 - 5			
Ilość skroplin	40/30 °C	l/h	0,38 - 1,60	2,38 - 2,14	0,54 - 3,05	0,68 - 4,06
Emisja tlenków azotu NO_X ważona zgodnie z normą EN 15502		mg/kWh	< 56	< 56	< 56	< 56
Klasa emisji NO_X zgodnie z normą EN 15502			6	6	6	6
Dane do projektowania komina zgodnie z DIN EN 13384 (działanie zależne od powietrza w pomieszczeniu)						
Temperatura spalin (obciążenie częściowe/pełne)	80/60 °C	°C	56 - 65	56 - 69	57 - 66	57 - 68
	50/30 °C	°C	34 - 46	34 - 51	33 - 49	32 - 51
Masowe natężenie przepływu spalin						
Gaz ziemny E (GZ 50); Lw (GZ 41,5)	80/60 °C	g/s	1,4 - 7,0	1,4 - 9,3	1,8 - 13,1	2,3 - 17,8
	50/30 °C	g/s	1,2 - 7,0	1,4 - 9,3	1,8 - 13,1	2,3 - 17,8
Propan	80/60 °C	g/s	2,2 - 6,7	2,2 - 9,0	2,6 - 12,6	3,5 - 17,1
LPG	50/30 °C	g/s	2,1 - 6,4	2,1 - 8,5	2,5 - 11,9	3,4 - 16,2
Zawartość CO_2, gaz ziemny		%	8,5 - 9,5	8,5 - 9,5	8,5 - 9,5	8,3 - 9,7
Zawartość CO_2, LPG		%	10,0 - 11,0	10,0 - 11,0	10,0 - 11,0	9,2 - 11,2
Zapotrzebowanie na ciąg		mbar	0			
Maks. ciśnienie na wylocie spalin (moc częściowa/maks.)		mbar	0,10/0,8	0,10/1,0	0,10/1,1	0,10/1,4
Maks. całkowita długość przewodów spalinowych po kompensacji mocy[1] (moc częściowa/ maks.)		mbar	0,15/1,2	0,15/1,5	0,15/1,6	–
Kanał wylotu spalin / doprowadzenia powietrza do spalania		mm	80/125	80/125	80/125	80/125
Klasa gazów spalinowych zgodnie z DVGW G636			G6			
Zakres nastawy temperatury wody grzewczej		°C	20 - 85			
Maks. temperatura zasilania		°C	85			
Ciśnienie robocze	min.	bar	1,0			
	min.	MPa	0,1			
	maks.	bar	3,0			
	maks.	MPa	0,3			
Parametry przyłączeniowe gazu						
Dobór czujnika przepływu gazu.[2]	typ	GS	2,5	4,0	6,0	6,0
Ciśnienie zasilania gazem ziemnym (ciśnienie przepływu)		mbar	E (GZ 50): 16 – 25; Lw (GZ 41,5): 17,5 – 23			
Parametry przyłączeniowe						
Gaz ziemny E (GZ 50) [H_{UB} 9,45 kWh/m³]		m³/h	0,31 - 1,60	0,31 - 2,10	0,41 - 3,00	0,52 - 4,00
Gaz ziemny Lw (GZ 41,5) [H_{UB} 8,13 kWh/m³]		m³/h	0,36 - 1,80	0,36 - 2,50	0,48 - 3,40	0,60 - 4,70
LPG [H_U 12,87 kWh/kg]		kg/h	0,38 - 1,17	0,38 - 1,55	0,46 - 2,18	0,61 - 2,95

Model		BGB EVO 15 i	BGB EVO 20 i	BGB EVO 28 i	BGB EVO 38 i
LPG [H_U 24,64 kWh/m³]	m³/h	0,20 - 0,61	0,20 - 0,81	0,24 - 1,14	0,32 - 1,54
Ciśnienie przyłączeniowe dla LPG (ciśnienie przepływu)	mbar	min. 29 – maks. 44			
Pobór mocy elektrycznej					
Przyłącze elektryczne	V/Hz	230 V / 50 Hz			
Maks. pobór energii elektrycznej	W	74	82	97	111
c.o. (pełne obciążenie pompa z nastawą fabryczną)	W	48	64	88	109
c.o. (praca w trybie ochronnym)	W	3	3	3	3
Wymiary					
Masa kotła	kg	53	53	57	66
Pojemność wodna kotła	l	2,5	2,5	2,8	3,1

(1) Dzięki której można zwiększyć ich dopuszczalną długość, patrz odnośnik poniżej.
(2) Tylko pojedynczy przewód metalowy. W innym przypadku należy dostosować długość przewodu; patrz TRGI 2008.

■ Wymiary i przyłącza



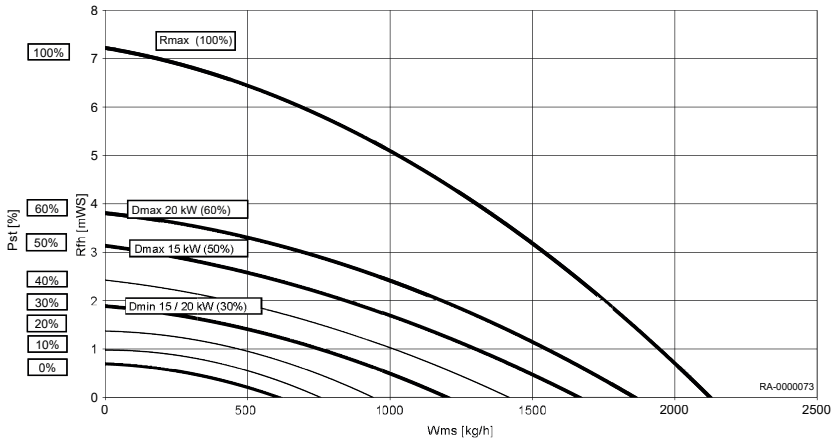
Model		BGB EVO 15 i	BGB EVO 20 i	BGB EVO 28 i	BGB EVO 38 i
Szerokość	mm	600	600	600	600
Wysokość	mm	900	900	900	900
Głębokość	mm	481	481	481	481
Masa	kg	53	53	57	66
Spaliny/Powietrze	mm Ø	80/125	80/125	80/125	80/125
Króciec kondensatu (KA)	mm Ø	25	25	25	25
Gaz	cal	¾, płaskouszczelniane	¾, płaskouszczelniane	¾, płaskouszczelniane	¾, płaskouszczelniane
HV/HR Zasilanie/Powrót obiegu c.o.	cal	1, płaskouszczelniane	1, płaskouszczelniane	1, płaskouszczelniane	1, płaskouszczelniane
SV/SR Zasilanie/Powrót podgrzewacza c.w.u.	cal	1, płaskouszczelniane	1, płaskouszczelniane	1, płaskouszczelniane	1, płaskouszczelniane

■ **Odprowadzenia spalin**

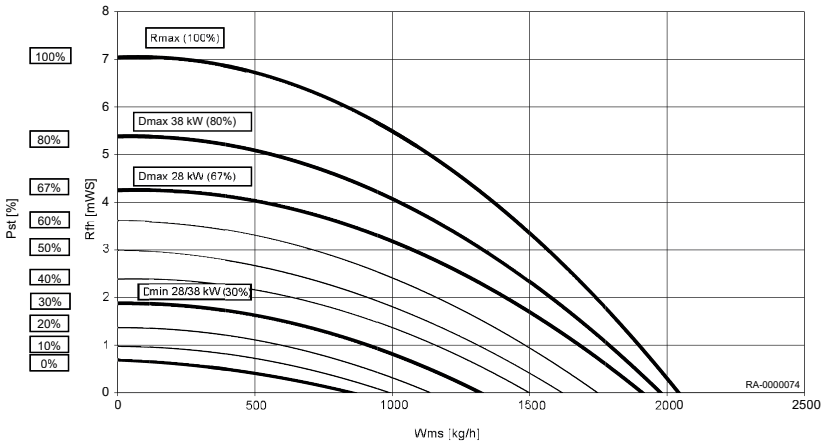
W celu doboru odpowiedniego systemu odprowadzania spalin należy skontaktować się z Działem Doradztwa Technicznego BIMs Plus

■ **Wskazówki projektowe**

Charakterystyka pompy (charakterystyki zawierają opory własne kotła).



Rys. Wysokość podnoszenia pompy zamontowanej w kotle BBS EVO 15 – 20 i



Rys. Wysokość podnoszenia pompy zamontowanej w kotle BBS EVO 28 i

Objaśnienia	
Dmaks.	zadana prędkość maks.
Dmin.	zadana prędkość min.
Pst	stopień pracy pompy
Rfh	wysokość podnoszenia pompy
Rmax	maks. wysokość podnoszenia pompy
Wms	masowy przepływ wody

■ **Uwaga - należy stosować się do wymagań dotyczących jakości wody grzewczej.**

Obowiązuje Polska Norma PN-C-04607:1993 P i dyrektywa VDI 2035 cz. 1 i 2. Jakość wody pitnej należy zbadać przed napełnieniem złądu. W wielu regionach kraju z uwagi na jej twardość całkowitą, odczyn pH oraz zawartość tlenu nie nadaje się do napełniania i uzupełniania instalacji i musi być uzdatniona.

Dopuszczone są dwie metody:
- demineralizacja (odsalanie) ze stabilizatorem odczynu pH,
- zastosowanie urządzeń do częściowego zmiękczania wody wraz ze stabilizatorem odczynu pH.

W zależności od wybranej metody producent określił graniczne wartości kluczowych parametrów wody, w wytycznej zawartej w rozdz. 3.19. niniejszego Poradnika oraz na stronie www.broetje.pl w Informacjach Technicznych oraz w Instrukcjach montażu i instalacji dla każdego kotła.

2.3.4. BGB 50i, 70i, 90i, 110i

■ **Zakres dostawy:**

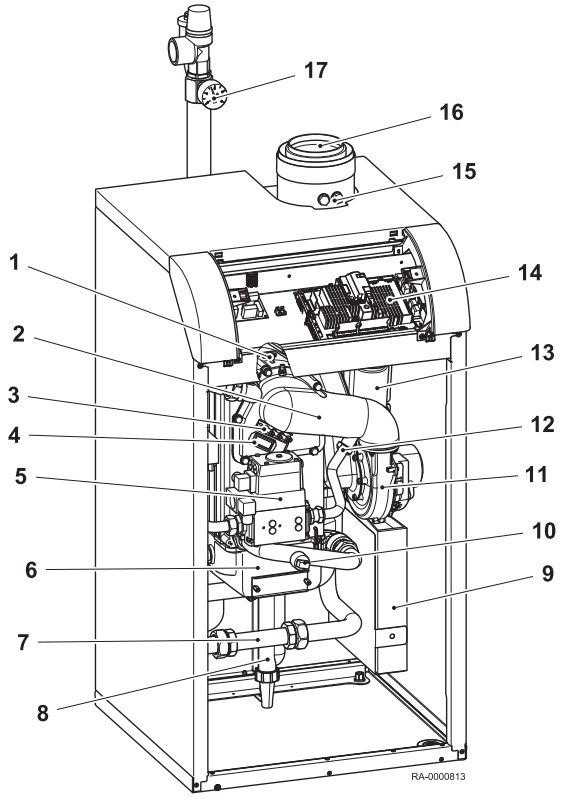
- gazowy, stojący kocioł kondensacyjny z płynnie obniżaną temperaturą do pracy w zamkniętych systemach c.o. bez wymagania minimalnego przepływu wody,
- wymiennik ciepła aluminiowo-krzemowy z nano powłoką,
- modulowany palnik wentylatorowy o pełnym zmieszaniu wstępnym ze stali nierdzewnej, fabrycznie dostosowany i nastawiony na gaz E (GZ50),*
- zamknięta komora spalania do pracy zależnej lub niezależnej od powietrza w pomieszczeniu,
- wbudowany regulator pogodowy ISR Plus, LMS 14 z możliwością rozbudowy dla regulacji kotła, obiegu grzewczego oraz diagnostyki systemu,
- czytelny panel obsługowy z dużym podświetlanym wyświetlaczem,
- pięć okresów grzewczych w ciągu tygodnia dla trzech obiegów grzewczych, podgrzewanie c.w.u. oraz obsługa pompy cyrkulacyjnej,
- zintegrowany regulator solarny do 1 strefy kolektorów z opcją pomiaru energii,
- zintegrowany regulator kaskady do 16 kotłów,
- czujnik temperatury zewnętrznej,
- termometr cyfrowy, manometr, czujnik braku wody, odpowietrznik automatyczny,
- obudowa stalowa, lakierowana proszkowo, biała.

Ważne: w przypadku podłączenia kotła do układu ogrzewania podłogowego wykonanego z elementów z tworzywa sztucznego nie zapewniającego szczelności tlenowej zgodnie z DIN 4726, konieczne jest zastosowanie wymiennika ciepła rozdzielającego kocioł od reszty instalacji.

Dostawa: kocioł na jednorazowej palecie, zapakowany w karton.

■ **Widoki kotłów**





1 - ogranicznik temperatury bezpieczeństwa (STB) 2 - rura mieszająca 3 - elektrody zapłonowe i jonizacyjne 4 - wziernik płomienia 5 - zawór gazu 6 - wymiennik ciepła (tylko kocioł BGB 90/110) 7 - przewód zastępczy pompy 8 - syfon 9 - schowek na dokumenty 10 - czujnik ciśnienia wody 11 - wentylator 12 - dysza gazu 13 - tłumik zasysania powietrza 14 - regulator LMS 15 - otwory rewizyjne 16 - przyłącze odprowadzenia spalin 17 - zestaw zabezpieczający SIS (wyposażenie dodatkowe)

* Eksploatacja na gaz płynny Propan, ziemny Lw (GZ 41,5) wymaga zastosowania zestawu przezbrojeniowego - wyposażenie dodatkowe.

■ Wyposażenie

Modei	BGB 50 i	BGB 70 i	BGB 90 i	BGB 110 i
Palnik modulowany z pełnym zmieszaniem wstępnym	●	●	●	●
Pogodowy system regulacji z czujnikiem temp. zewnętrznej	●	●	●	●
Termometr cyfrowy	●	●	●	●
Manometr cyfrowy	●	●	●	●
Grupa z zaworem bezpieczeństwa 3 bar, analogowym manometrem i odpowietrznikiem	+	+	+	+
Klapa powietrza do układów kaskadowych	+	+	+	+
Pompa obiegowa o wysokiej efektywności	+	+	+	+
Przygotowanie c.w.u. za pomocą zewnętrznej pompy	◆	◆	◆	◆

● w zakresie dostawy + możliwość zastosowania/wyp. dodatkowe ◆ montaż we własnym zakresie poza kotłem

■ Dane techniczne dotyczące kotłów do ogrzewania pomieszczeń zgodne z dyrektywą ErP

Model			**BGB 50 i**	**BGB 70 i**	**BGB 90 i**	**BGB 110 i**
Kocioł kondensacyjny			tak	tak	tak	tak
Kocioł niskotemperaturowy[1]			nie	nie	nie	nie
Kocioł B1			nie	nie	nie	nie
Kogeneracyjny ogrzewacz pomieszczeń			nie	nie	nie	nie
Ogrzewacz wielofunkcyjny			nie	nie	nie	nie
Znamionowa moc cieplna	P_{rated}	kW	49	68	88	107
użytkowa moc cieplna przy znamionowej mocy cieplnej i w reżimie wysokotemperaturowym[2]	P_4	kW	48,7	68,1	87,7	107,0
użytkowa moc cieplna przy znamionowej mocy cieplnej na poziomie 30% i w reżimie niskotemperaturowym[1]	P_1	kW	16,3	22,8	29,4	35,8
Sezonowa efektywność energetyczna ogrzewania pomieszczeń	η_s	%	93	93	–	–
Sprawność użytkowa przy znamionowej mocy cieplnej i w reżimie wysokotemperaturowym[2]	$_4$	%	87,7	87,7	87,8	87,6
Sprawność użytkowa przy znamionowej mocy cieplnej na poziomie 30% i w reżimie niskotemperaturowym[1]	η_1	%	97,8	98,0	98,0	97,9
Zużycie energii elektrycznej na potrzeby własne						
Przy pełnym obciążeniu	*elmax*	kW	0,088	0,108	0,160	0,196
Przy częściowym obciążeniu	*elmin*	kW	0 028	0 029	0 029	0,030
W trybie czuwania	P_{SB}	kW	0,003	0,003	0,003	0,003
Inne parametry						
Straty ciepła w trybie czuwania	P_{stby}	kW	0,060	0,065	0,070	0,070
Pobór mocy palnika zapłonowego	P_{ign}	kW	0,0	0,0	0,0	0,0
Roczne zużycie energii	Q_{HE}	GJ	151	211	–	–
Poziom mocy akustycznej w pomieszczeniu	L_{WA}	dB	55	55	57	60
Emisje tlenków azotu	NO_X	mg/kWh	18	23	25	30

(1) Niska temperatura oznacza 30 °C w przypadku kotłów kondensacyjnych i 37 °C w przypadku kotłów niskotemperaturowych, a w przypadku innych ogrzewaczy oznacza temperaturę wody powrotnej 50 °C (na wlocie ogrzewacza).

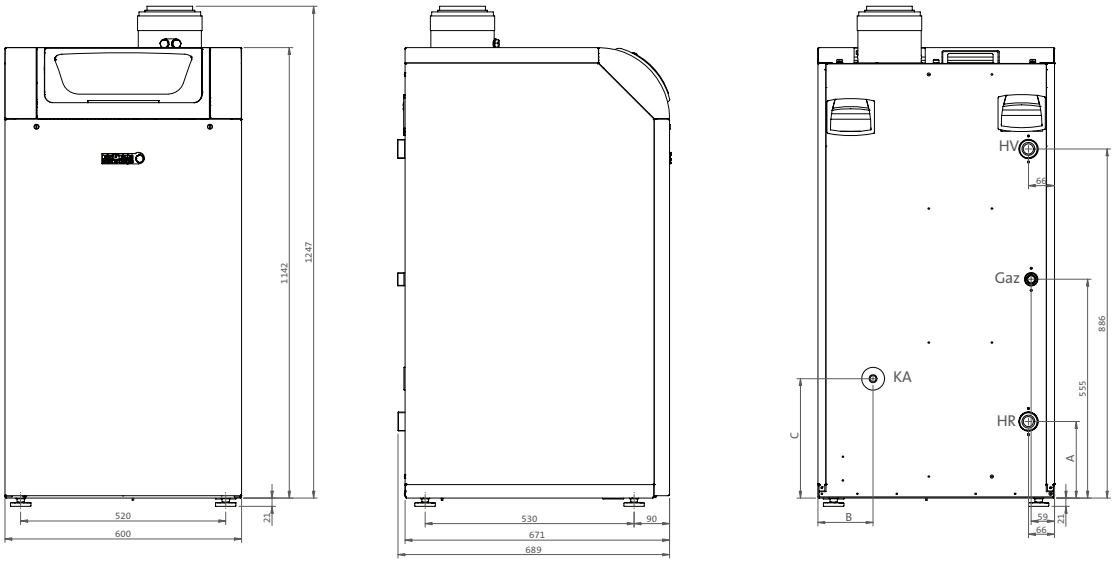
(2) W reżimie wysokotemperaturowym temperatura wody powrotnej na wlocie ogrzewacza wynosi 60 °C, a wody zasilającej na jego wylocie 80 °C.

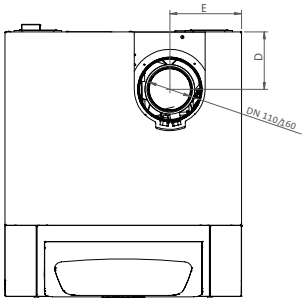
■ Dane techniczne

Model	**BGB 50 i**	**BGB 70 i**	**BGB 90 i**	**BGB 110 i**
Nr identyfikacyjny produktu	CE-0085BU0372			
Stopień ochrony	IPx1D			
Kategoria gazu	II2ELwLs3B/P			
Kategoria instalacji	B_{23p}, B_{33}, B_{53p}, C_{13x}, C_{33x} , C_{53}, C_{53x}, C_{63x}, C_{83}, C_{93x}			
Wersja oprogramowania	V 4.6			
Zakres znamionowego obciążenia cieplnego				

Model			**BGB 50 i**	**BGB 70 i**	**BGB 90 i**	**BGB 110 i**
Gaz ziemny E (GZ 50); Lw (GZ 41,5)	c.o.	kW	10,0 - 50,0	17,0 - 70,0	20,0 - 90,0	25,0 - 110,0
Zakres nominalnej mocy cieplnej						
Gaz ziemny E (GZ 50); Lw (GZ 41,5)	80/60 °C	kW	9,7 - 48,7	16,5 - 68,1	19,4 - 87,7	24,3 - 107,0
	50/30 °C	kW	10,8 - 52,1	18,3 - 72,9	21,4 - 93,4	26,7 - 114,3
Sprawność znormalizowana (Hi/Hs)	75/60 °C	%	106			
	40/30 °C	%	109			
Wartość pH skroplin		–	4 - 5	4 - 5	4 - 5	4 - 5
Ilość skroplin	40/30 °C	l/h	1,39 - 4,68	2,30 - 6,45	2,61 - 7,98	3,35 - 9,56
Emisja tlenków azotu NO_x ważona zgodnie z normą EN 15502		mg/kWh	18	23	25	30
Klasa emisji NO_x zgodnie z normą EN 15502			6	6	6	6
Dane do projektowania komina zgodnie z DIN EN 13384 (działanie zależne od powietrza w pomieszczeniu)						
Temperatura spalin (obciążenie częściowe/pełne)	80/60 °C	°C	58/69	58/71	58/72	60/76
	50/30 °C	°C	33/50	34/52	32/50	33/55
Masowe natężenie przepływu spalin						
Gaz ziemny E (GZ 50); Lw (GZ 41,5)	80/60 °C	g/s	4,9 - 24,6	8,4 - 34,4	9,8 - 44,3	12,3 - 54,1
	50/30 °C	g/s	4,5 - 23,5	7,8 - 32,9	9,2 - 42,4	11,4 - 51,9
Propan	80/60 °C	g/s	5,6 - 23,5	9,8 - 32,8	14,1 - 42,2	16,4 - 51,6
	50/30 °C	g/s	5,3 - 22,3	9,2 - 31,3	13,4 - 40,4	15,5 - 49,4
Zawartość CO_2, gaz ziemny E (GZ 50); Lw (GZ 41,5)		%	8,3 - 8,8	8,5 - 9,0		
Zawartość CO_2, propan		%	10,3 - 10,8			
Zapotrzebowanie na ciąg		mbar	0			
Maks. ciśnienie na wylocie spalin		mbar	1,1	1,1	1,5	1,8
Maks. całkowita długość przewodów spalinowych po kompensacji mocy[1]		mbar	2,0	1,6	2,5	–
Kanał wylotu spalin / doprowadzenia powietrza do spalania		mm	110/160			
Klasa gazów spalinowych zgodnie z DVGW G636			G6			
Woda grzewcza						
Zakres nastawy temperatury wody grzewczej		°C	20 - 85	20 -85	20 - 85	20 - 85
Maks. temperatura zasilania		°C	85			
Ciśnienie robocze	min.	bar	1,0			
	min.	MPa	0,1			
	maks.	bar	6,0			
	maks.	MPa	0,6			
Parametry przyłączeniowe gazu						
Dobór czujnika przepływu gazu. [2]	typ	GS	10,0	16,0	16,0	16,0
Ciśnienie zasilania gazem ziemnym (ciśnienie przepływu)		mbar	E (GZ 50): 16 – 25; Lw (GZ 41,5): 17,5 – 23			
Parametry przyłączeniowe						
Gaz ziemny E (GZ 50) [H_{UB} 9,45 kWh/m³]		m³/h	1,06 - 5,30	1,80 - 7,40	2,12 - 9,50	2,65 - 11,60
Gaz ziemny Lw (GZ 41,5) [H_{UB} 8,13 kWh/m³]		m³/h	1,23 - 6,20	2,09 - 8,60	2,46 - 11,10	3,08 - 13,50
LPG [H_U 12,87 kWh/kg]		kg/h	0,93 - 3,89	1,55 - 5,44	2,33 - 6,99	2,72 - 8,55
LPG [H_U 24,64 kWh/m³]		m³/h	0,49 - 2,03	0,81 - 2,84	1,22 - 3,65	1,42 - 4,46
Ciśnienie przyłączeniowe dla LPG (ciśnienie przepływu)		mbar	min. 29 – maks. 44			
Pobór mocy elektrycznej						
Przyłącze elektryczne		V/Hz	230 V / 50 Hz			
Maks. pobór energii elektrycznej		W	88	108	160	196
Tryb ogrzewania (praca w trybie ochronnym)		W	3	3	3	3
Wymiary						
Masa kotła		kg	91	101	111	111
Pojemność wodna kotła		l	5,1	5,9	8,7	8,7
Wysokość		mm	1143			
Szerokość		mm	600			
Głębokość		mm	671	671	671	671
Przyłącza						
gaz			1"			
zasilanie c.o.			1 ½ "			
powrót c.o.			1 ½ "			

■ **Wymiary i przyłącza**





Wymiar	BGB 50	BGB 70	BGB 90	BGB 110
A	194	194	209	209
B	140	140	180	180
C	303	303	253	253
D	146	146	166	166
E	182	182	177	177

Model		**BGB 50 i**	**BGB 70 i**	**BGB 90 i**	**BGB 110 i**
Szerokość	mm	600	600	600	600
Wysokość	mm	1142	1142	1142	1142
Głębokość	mm	671	671	671	671
Masa	kg	91	101	111	111
Spaliny/Powietrze	mm Ø	110/160	110-160	110/160	110/160
Króciec kondensatu (KA)	mm Ø	25	25	25	25
Gaz	cal	1, płaskouszczelniane	1, płaskouszczelniane	1, płaskouszczelniane	1, płaskouszczelniane
HV/HR Zasilanie/Powrót obiegu c.o.	cal	1 ½, płaskouszczelniane	1 ½, płaskouszczelniane	1 ½, płaskouszczelniane	1 ½, płaskouszczelniane

■ **Odprowadzenia spalin**
Zalecane systemy odprowadzania spalin przedstawiono w rozdz. 3.16.4.1. Poradnika.

■ **Uwaga - należy stosować się do wymagań dotyczących jakości wody grzewcze**
Obowiązuje Polska Norma PN-C-04607:1993 P i dyrektywa VDI 2035 cz. 1 i 2. Jakość wody pitnej należy zbadać przed napełnieniem zładu. W wielu regionach kraju z uwagi na jej twardość całkowitą, odczyn pH oraz zawartość tlenu nie nadaje się do napełniania i uzupełniania instalacji i musi być uzdatniona.

Dopuszczone są dwie metody:
- demineralizacja (odsalanie) ze stabilizatorem odczynu pH,
- zastosowanie urządzeń do częściowego zmiękczania wody wraz ze stabilizatorem odczynu pH.

W zależności od wybranej metody producent określił graniczne wartości kluczowych parametrów wody, w wytycznej zawartej w rozdz. 3.19. niniejszego Poradnika oraz na stronie www.broetje.pl w Informacjach Technicznych oraz w Instrukcjach montażu i instalacji dla każdego kotła.

2.3.5.SGB 125i, 170i, 215i, 260i, 300i

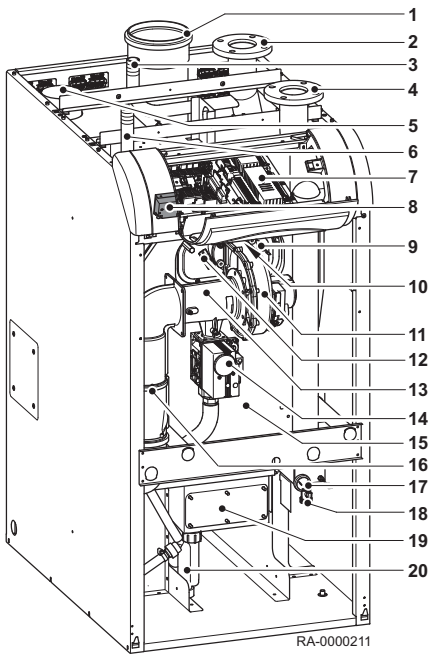
■ **Zakres dostawy:**

- stojący, gazowy kocioł kondensacyjny do pracy z płynnie obniżaną temperaturą w wodnych instalacjach grzewczych układu zamkniętego wraz z palnikiem i wentylatorem,
- zamknięta komora spalania do pracy niezależnej lub zależnej od powietrza w pomieszczeniu,
- wymiennik ciepła aluminiowo-krzemowy,
- sprawność znormalizowana do 109,7%,
- palnik modulacyjny z pełnym, wstępnym zmieszaniem, z dyszą Venturiego,
- zakres modulacji 16-100%,
- elektroniczny zapłon i kontrola pracy palnika,
- zintegrowany regulator systemowy z funkcjami rozszerzającymi (ISR-Plus) do pogodowej regulacji pracą kotła, obiegu grzewczego i diagnozy układu,
- panel obsługowy z dużym, podświetlanym wyświetlaczem i komunikatami w języku polskim,
- pięć tygodniowych programów czasowych dla trzech obiegów grzewczych, c.w.u. i pompy cyrkulacyjnej,
- czujnik temperatury zewnętrznej,
- możliwość podłączenia różnych modułów funkcyjnych z regulacją poprzez LPB-Bus,
- możliwość regulacji do trzech obiegów grzewczych z mieszaczem poprzez regulator kotła (po zastosowaniu modułów rozszerzających EWM B),
- zintegrowana regulacja kaskadowa,
- regulacja c.w.u. poprzez podłączenie czujnika c.w.u. (wyposażenie dodatkowe),
- ogranicznik temperatury bezpieczeństwa, czujnik ciśnienia wody, dwugniazdowy zawór gazowy, czujnik ciśnienia gazu,
- fabrycznie nastawiony na gaz ziemny E(GZ50)*,
- spawane przeciwkołnierze, obudowa stalowa, lakierowana proszkowo,
- kolor biały Brötje z izolacją cieplną.

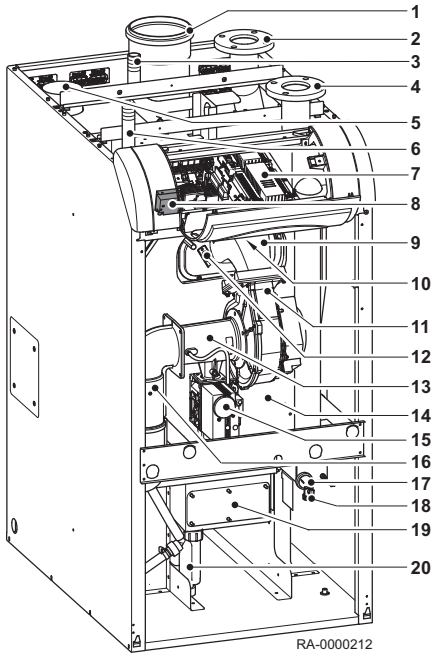
■ **Widoki kotłów**



SGB 125-170 i



SGB 215-300 i



1 - Przyłącze spalin 2 - Zasilanie kotła (KV) 3 - Podłączenie grupy bezpieczeństwa 4 - Przewód powrotny kotła (KR) 5 - Przewód doprowadzenia powietrza do spalania 6 - Przyłącze gazu 7 - Sterowanie kotłem LMS 8 - Transformator zapłonowy (pod jednostką sterującą) 9 - Elektroda jonizacyjna 10 - Okienko rewizyjne (pod jednostką sterującą) 11 - Wentylator 12 - Blok elektrody zapłonowej 13 - Zwężka Venturiego 14 - Zawór gazu 15 - Wymiennik ciepła 16 - Tłumik zasysania powietrza 17 - Czujnik ciśnienia 18 - Zawór do napełniania i opróżniania 19 - Pokrywa kolektora spalin 20 - Syfon

1 - Przyłącze spalin 2 - Zasilanie kotła (KV) 3 - Podłączenie grupy bezpieczeństwa 4 - Przewód powrotny kotła (KR) 5 - Przewód doprowadzenia powietrza do spalania 6 - Przyłącze gazu 7 - Sterowanie kotłem LMS 8 - Transformator zapłonowy (pod jednostką sterującą) 9 - Elektroda jonizacyjna 10 - Okienko rewizyjne (pod jednostką sterującą) 11 - Wentylator 12 - Blok elektrody zapłonowej 13 - Zwężka Venturiego 14 - Wymiennik ciepła 15 - Zawór gazu 16 - Tłumik zasysania powietrza 17 - Czujnik ciśnienia 18 - Zawór do napełniania i opróżniania 19 - Pokrywa kolektora spalin 20 - Syfon

■ Dane techniczne dotyczące kotłów do ogrzewania pomieszczeń zgodne z ErP

Model			**SGB 125 i**	**SGB 170 i**	**SGB 215 i**	**SGB 260 i**	**SGB 300 i**
Kocioł kondensacyjny			Tak	Tak	Tak	Tak	Tak
Kocioł niskotemperaturowy[1]			Nie	Nie	Nie	Nie	Nie
Kocioł B1			Nie	Nie	Nie	Nie	Nie
Kogeneracyjny ogrzewacz pomieszczeń			Nie	Nie	Nie	Nie	Nie
Ogrzewacz wielofunkcyjny			Nie	Nie	Nie	Nie	Nie
Znamionowa moc cieplna	P_{rated}	kW	122	166	210	255	294
Wytworzone ciepło użytkowe przy znamionowej mocy cieplnej i w reżimie wysokotemperaturowym[2]	P_4	kW	121,6	165,8	210,1	254,5	294,0
Wytworzone ciepło użytkowe przy znamionowej mocy cieplnej na poziomie 30% i w reżimie niskotemperaturowym[1]	P_1	kW	40,5	55,2	69,7	84,4	97,3
Sezonowa efektywność energetyczna ogrzewania pomieszczeń	η_s	%	–	–	–	–	–
Sprawność użytkowa przy znamionowej mocy cieplnej i w reżimie wysokotemperaturowym[2]	η_4	%	87,7	87,8	88,0	88,2	88,3
Sprawność użytkowa przy znamionowej mocy cieplnej na poziomie 30% i w reżimie niskotemperaturowym[1]	η_1	%	97,4	97,5	97,4	97,5	97,4
Zużycie energii elektrycznej na potrzeby własne							
Przy pełnym obciążeniu	*elmax*	kW	0,170	0,200	0,330	0,350	0,410
Przy częściowym obciążeniu	*elmin*	kW	0,031	0,034	0,040	0,046	0,051
W trybie czuwania	P_{SB}	kW	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004
Inne parametry							
Straty ciepła w trybie czuwania	P_{stby}	kW	0,180	0,224	0,258	0,281	0,288
Pobór mocy palnika zapłonowego	P_{ign}	kW	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Roczne zużycie energii	Q_{HE}	GJ	–	–	–	–	–
Poziom mocy akustycznej w pomieszczeniu	L_{WA}	dB	66	67	67	67	68
Emisje tlenków azotu	NO_X	mg/kWh	38	38	39	39	39

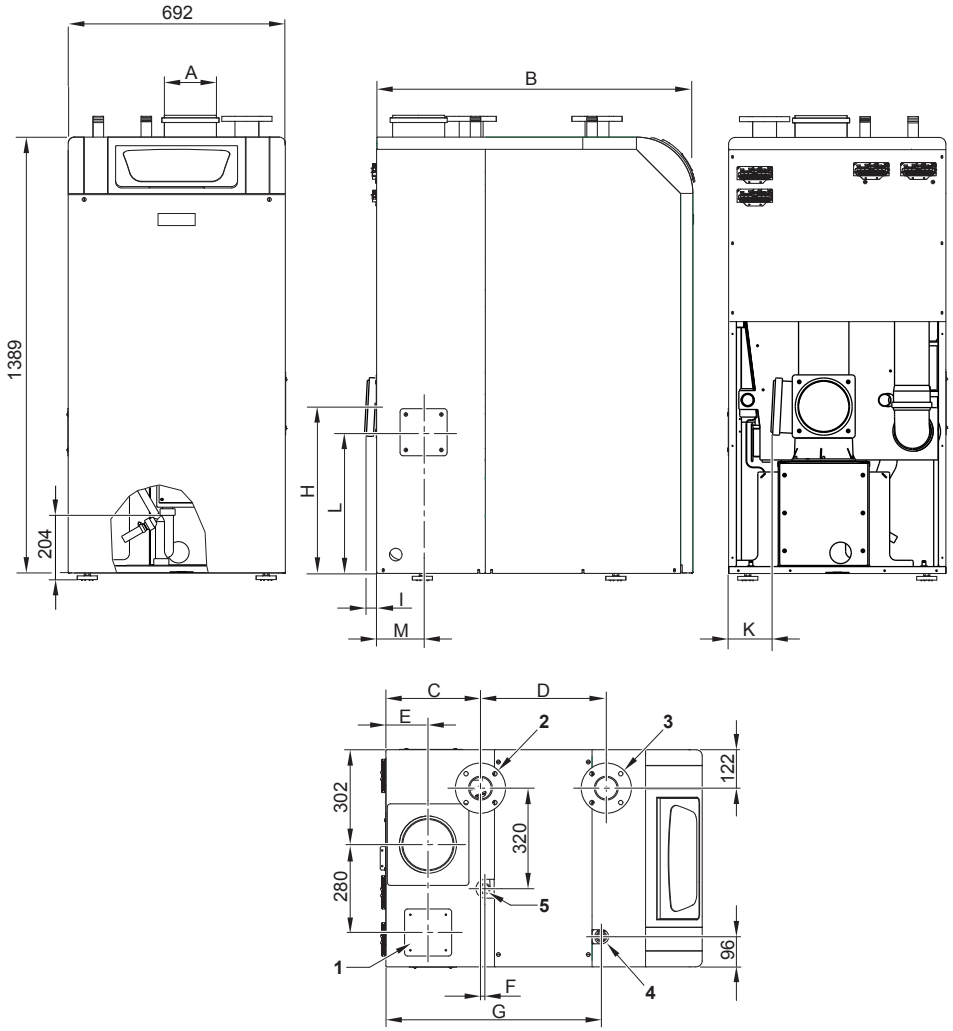
[1] Niska temperatura oznacza 30°C w przypadku kotłów kondensacyjnych i 37°C w przypadku kotłów niskotemperaturowych, a w przypadku innych ogrzewaczy oznacza temperaturę wody powrotnej 50°C (na wlocie ogrzewacza).
[2] W reżimie wysokotemperaturowym temperatura wody powrotnej na wlocie ogrzewacza wynosi 60°C, a wody zasilającej na jego wylocie 80°C.

■ Dane techniczne

Model			**SGB 125 i**	**SGB 170 i**	**SGB 215 i**	**SGB 260 i**	**SGB 300 i**
Nr identyfikacyjny produktu			CE-0085 CL 0072				
Nr przep. VDE			40017550				
Kategoria gazu			$II_{2ELwLs3B/P}$				
Kategoria instalacji			B_{23}, B_{23p}, C_{93}, C_{43}, C_{53}				
Wersja oprogramowania			V 4.2				
Zakres nominalnego obciążenia cieplnego							
Gaz ziemny	Ogrzewanie	kW	20,0–125,0	28,0–170,0	35,0–215,0	42,0–260,0	48,0–300,0
Gaz płynny - propan	Ogrzewanie	kW	35,0–125,0	35,0–170,0	48,0–215,0	58,0–260,0	58,0–300,0
Zakres nominalnej mocy cieplnej							
Gaz ziemny	80/60°C	kW	19,2–121,6	26,8–165,8	33,5–210,1	40,2–254,5	45,9–294,3
	50/30°C	kW	21,3–133,1	29,8–181,3	37,4–229,6	44,9–278,1	52,3–322,1
Gaz płynny – propan	80/60°C	kW	33,5–121,6	33,5–165,8	46,0–210,1	55,5–254,5	55,9–294,3
	50/30°C	kW	37,2–133,1	37,3–181,3	51,2–229,6	62,0–278,1	63,2–322,1
Sprawność znormalizowana (Hi/Hs)	75/60°C	%	106,5/95,5	106,6/95,6	106,6/95,6	106,7/95,7	106,7/95,7
	40/30°C	%	109,5/98,5	109,6/98,6	109,6/98,6	109,7/98,7	109,7/98,7
Wartość pH skroplin			4–5				
Ilość skroplin	40/30°C	l/h	3,0–16,6	4,3–22,6	5,4–29,9	6,0–36,5	7,6–42,4

Model			SGB 125 i	SGB 170 i	SGB 215 i	SGB 260 i	SGB 300 i
Dane do projektowania komina zgodnie z DIN EN 13384 (działanie zależne od powietrza w pomieszczeniu)							
Temperatura spalin (obciążenie częściowe/pełne)	80/60°C	°C	57/61	57/61	57/60	57/61	56/60
	50/30°C	°C	30/37	30/37	30/37	30/38	30/37
Masowe natężenie przepływu spalin							
Gaz ziemny	80/60°C	g/s	9,1–56,8	12,7–77,2	15,9–97,6	19,1–118,1	21,8–136,2
	50/30°C	g/s	8,2–52,3	11,5–71,1	14,4–89,4	17,4–108,3	19,7–124,5
Gaz płynny propan	80/60°C	g/s	15,1–53,9	15,1–73,2	20,7–92,6	25,0–112,0	25,0–129,2
	50/30°C	g/s	14,2–49,4	13,9–67,1	19,2–84,4	23,3–102,2	22,9–117,6
Wskaźnik emisji NO_x	75/60°C	mg/kWh	35				
Wskaźnik emisji CO	50/30°C	mg/kWh	15				
Ciśnienie zasilania gazem ziemnym			E (GZ50) : min. 16-maks.25 Lw (GZ41,5): min. 17,5-maks.23				
Zawartość CO_2, gaz ziemny		%	9,3 (dopuszczalne 9,1–9,5)				
Ciśnienie zasilania - propan			min. 29 mbar - maks. 44 mbar				
Zawartość CO_2, propan		%	11,0 (dopuszczalne 10,8–11,2)				
Maks. ciśnienie tłoczenia na króćcu spalin		mbar	1,0				
Średnica przyłącza spalinowego		mm	160		200		
Prąd elektryczny							
Stopień ochrony IP			IP 20				
Podłączenie elektryczne			230 V~ / 50 Hz, maks. 6,3 A				
Maks. pobór energii elektrycznej		W	170	200	330	350	410
Strata postojowa q_B, 70		%	0,24	0,22	0,20	0,18	0,16
Zapotrzebowanie na energię dodatkową P_{HE}, 100		W	170	200	330	350	410
Zapotrzebowanie na energię dodatkową P_{HE}, 30		W	31	34	40	46	51
Maks. ciśnienie wody			6,0 bar / 0,6 MPa				
Maks. temperatura robocza (zabezpieczenie)		°C	100				
Maks. temperatura zasilania		°C	90				
Natężenie przepływu wody grzewczej przy							
ΔT = 20 K		kg/h	5375	7310	9245	11 180	12 900
ΔT = 10 K		kg/h	10 750	14 620	18 490	22 360	25 800
Opór hydrauliczny							
dla ΔT = 20 K		mbar	28	34	37	39	40
dla ΔT = 10 K		mbar	109	132	146	154	156
Ciśnienie akustyczne w odległości 1 m							
zależnie od powietrza w pomieszczeniu		dB(A)	40–51	40–51	40–52	40–53	40–54
niezależnie od powietrza w pomieszczeniu		dB(A)	39–50	39–50	39–51	40–52	40–53
Masa kotła		kg	205	240	285	314	344
Objętość wody grzewczej w kotle		l	29	34	38	45	53
Wysokość		mm	1455				
Szerokość		mm	692				
Głębokość		mm	1008		1171	1264	1357

■ **Wymiary i przyłącza**

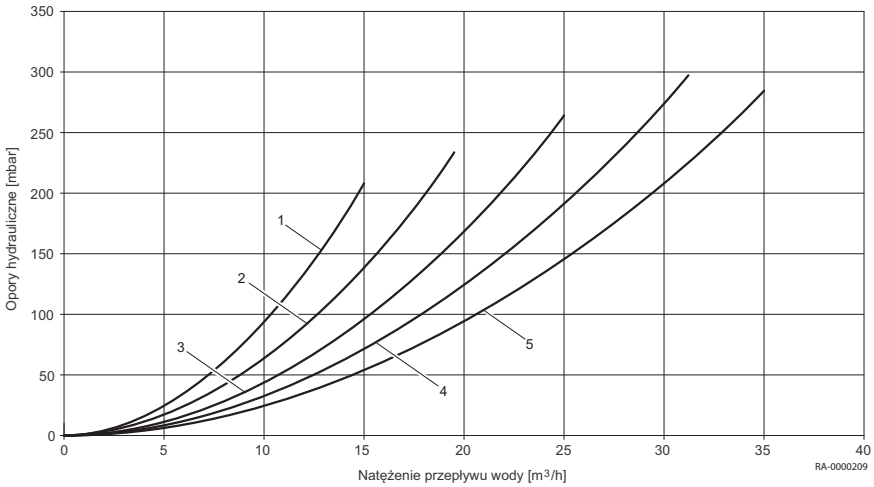


Model		SGB 125 i	SGB 170 i	SGB 215 i	SGB 260 i	SGB 300 i
1.Doprowadzenia powietrza	mm	Ø 110	Ø 110	Ø 125	Ø 125	Ø 125
2. Zasilanie obiegu grzewczego (HV)		Kołnierz DN 65				
3. Powrót obiegu grzewczego (HR)		Kołnierz DN 65				
4. Przyłącze gazu		R 1”	R 1½”	R 1½”	R 1½”	R 1½”
5. Podłączenie grupy bezpieczeństwa		R 1”	R 1”	R 1¼”	R 1¼”	R 1¼”
Wymiar A (króciec spalin)	mm	160	160	200	200	200
Wymiar B	mm	1008	1008	1171	1264	1357
Wymiar C	mm	301	301	351	351	351
Wymiar D	mm	401	401	514	607	700
Wymiar E	mm	134	134	163	163	163
Wymiar F	mm	14	14	14	14	14
Wymiar G	mm	687	687	851	944	1037
Wymiar H	mm	530	530	530	630	630
Wymiar I	mm	30	30	90	90	90
Wymiar K	mm	139	139	50	50	50
Wymiar L	mm	450	450	202	202	202
Wymiar M	mm	150	150	167	167	167

■ **Odprowadzenia spalin**
Zalecane systemy odprowadzania spalin przedstawiono w rozdz. 3.16.5.1. Poradnika. Informacje uzupełniające można uzyskać w Działach Doradztwa Technicznego BIMS Plus.

■ **Wskazówki projektowe**

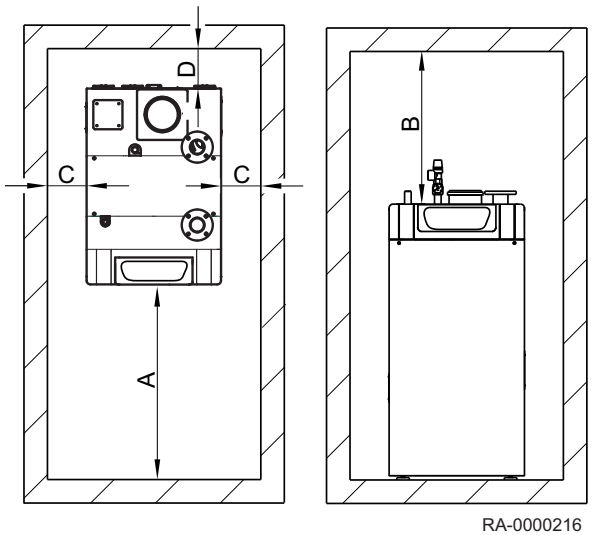
• Dane do doboru pompy



Rys. Opory hydrauliczne

1 - SGB 125 i
2 - SGB 170 i
3 - SGB 215 i
4 - SGB 260 i
5 - SGB 300 i

• Odległości montażowe



	SGB 125 i	SGB 170 i	SGB 215 i	SGB 260 i	SGB 300 i
Wymiar A	60 cm	70 cm	80 cm	90 cm	100 cm
Wymiar B	50 cm				
Wymiar C	50 cm				
Wymiar D	10 cm				

■ **Uwaga - należy stosować się do wymagań dotyczących jakości wody grzewcze**

Obowiązuje Polska Norma PN-C-04607:1993 P i dyrektywa VDI 2035 cz. 1 i 2. Jakość wody pitnej należy zbadać przed napełnieniem złądu. W wielu regionach kraju z uwagi na jej twardość całkowitą, odczyn pH oraz zawartość tlenu nie nadaje się do napełniania i uzupełniania instalacji i musi być uzdatniona.
Dopuszczone są dwie metody:

- demineralizacja (odsalanie) ze stabilizatorem odczynu pH,
- zastosowanie urządzeń do częściowego zmiękczania wody wraz ze stabilizatorem odczynu pH

W zależności od wybranej metody producent określił graniczne wartości kluczowych parametrów wody, w wytycznej zawartej w rozdz. 3.19. niniejszego Poradnika oraz na stronie www.broetje.pl w Informacjach Technicznych oraz w Instrukcjach montażu i instalacji dla każdego kotła.

2.3.6. SGB 400i, 470i, 540i, 610i

■ **Zakres dostawy:**

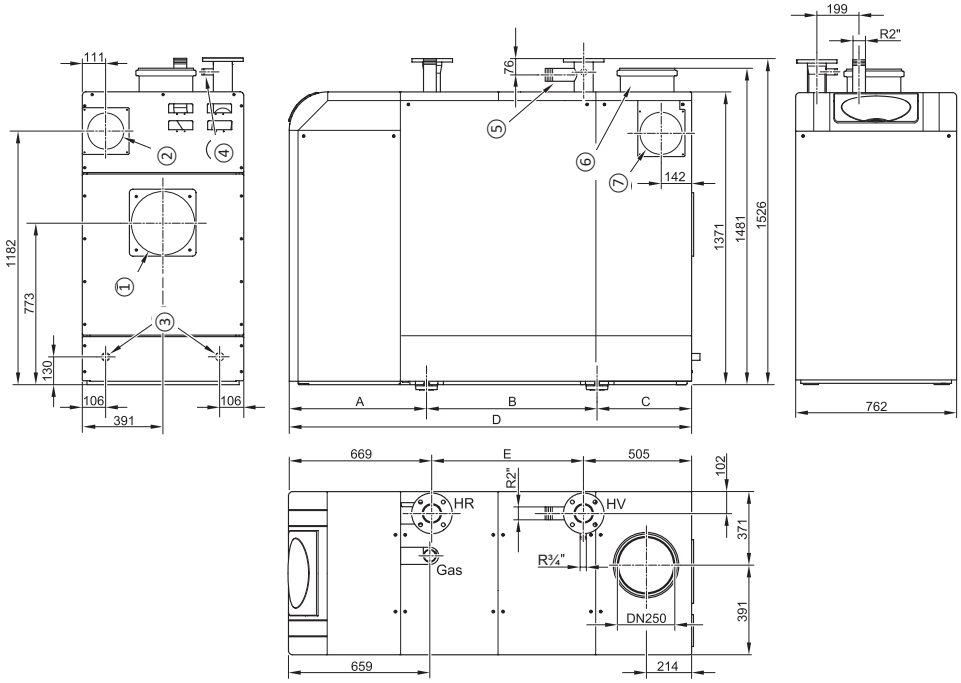
- stojący, gazowy kocioł kondensacyjny do pracy z płynnie obniżaną temperaturą w wodnych instalacjach grzewczych układu zamkniętego wraz z palnikiem i wentylatorem,
- zamknięta komora spalania do pracy niezależnej lub zależnej od powietrza w pomieszczeniu,
- wymiennik ciepła ze stopu aluminiowo-krzemowego,
- sprawność znormalizowana do 109,4%,
- palnik modulacyjny z pełnym wstępnym zmieszaniem, z dyszą Venturiego, regulowaną prędkością wentylatora,
- elektroniczny zapłon i kontrola pracy palnika,
- zintegrowane uchwyty transportowe,
- uproszczone serwisowanie przez dostęp z przodu i z prawej strony kotła. Możliwość demontażu palnika z przodu,
- zintegrowany regulator systemowy z funkcjami rozszerzającymi (ISR-Plus) do pogodowej regulacji pracą kotła, obiegu grzewczego i diagnozy układu,
- panel obsługowy z dużym, podświetlanym wyświetlaczem i komunikatami w języku polskim,
- pięć tygodniowych programów czasowych dla trzech obiegów grzewczych, c.w.u. i pompy cyrkulacyjnej,
- czujnik temperatury zewnętrznej,
- możliwość podłączenia różnych modułów funkcyjnych z regulacją poprzez LPB-Bus,
- możliwość regulacji do trzech obiegów grzewczych z mieszaczem poprzez regulator kotła przy zastosowaniu 3 modułów ISR EWM B,
- zintegrowana regulacja kaskadowa do 16 kotłów,
- regulacja c.w.u. poprzez podłączenie czujnika c.w.u. (wyposażenie dodatkowe),
- ogranicznik temperatury bezpieczeństwa, czujnik ciśnienia wody; dwugniazdowy zawór gazowy, czujnik ciśnienia gazu,
- fabrycznie nastawiony na gaz ziemny E(GZ50),*
- spawane przeciwkołnierze,
- obudowa stalowa, lakierowana proszkowo w kolorze białym.

Ważne: należy stosować się do wytycznych odnośnie jakości wody kotłowej zawartych w podręczniku montażu kotła.

Dostawa: w jednym opakowaniu.

■ **Widoki kotłów**





Model			SGB 400 i	SGB 470 i	SGB 540 i	SGB 610 i
Wymiar A		mm	642	642	642	642
Wymiar B		mm	798	1009	1009	1009
Wymiar C		mm	442	540	540	540
Wymiar D		mm	1882	2192	2192	2192
Wymiar E		mm	709	1018	1018	1018
HV	Zasilanie c.o.		kołnierz DN 80 PN 6			
HR	Powrót c.o.		kołnierz DN 80 PN 6			
Gas	Przyłącze gazu		gwint zewnętrzny R2˝			
①	Przyłącze odprowadzania spalin w tylnej części kotła (opcjonalnie)		DN 250			
②	Przyłącze doprowadzenia powietrza w tylnej części kotła (seryjnie)		NW 160			
③	Przyłącze odprowadzenia skroplin (do wyboru prawa/lewa)		DN 32			
④	Przyłącze grupy bezpieczeństwa		gwint zewnętrzny R¼˝			
⑤	Podłączenie zaworu bezpieczeństwa		gwint zewnętrzny R2˝			
⑥	Przyłącze odprowadzania spalin w górnej części kotła (seryjnie)		DN 250			
⑦	Przyłącze doprowadzenia powietrza z boku (opcjonalnie)		NW 160			

■ **Dane techniczne dotyczące kotłów do ogrzewania pomieszczeń zgodne z ErP**

Model			SGB 400i	SGB 470i	SGB 540i	SGB 610i
Kocioł kondensacyjny			Tak	Tak	Tak	Tak
Kocioł niskotemperaturowy[1]			Nie	Nie	Nie	Nie
Kocioł B1			Nie	Nie	Nie	Nie
Kogeneracyjny ogrzewacz pomieszczeń			Nie	Nie	Nie	Nie
Ogrzewacz wielofunkcyjny			Nie	Nie	Nie	Nie
Znamionowa moc cieplna	P_{rated}	kW	394	459	527	596
Wytworzone ciepło użytkowe przy znamionowej mocy cieplnej i w reżimie wysokotemperaturowym[2]	P_4	kW	393,8	459,0	526,9	595,7
Wytworzone ciepło użytkowe przy znamionowej mocy cieplnej na poziomie 30% i w reżimie niskotemperaturowym[1]	P_1	kW	130,6	152,2	175,1	198,4
Sezonowa efektywność energetyczna ogrzewania pomieszczeń	η_s	**%**	**-**	**-**	**-**	**-**
Sprawność użytkowa przy znamionowej mocy cieplnej i w reżimie wysokotemperaturowym[2]	η_4	%	88,3	88,2	88,1	88,0
Sprawność użytkowa przy znamionowej mocy cieplnej na poziomie 30% i w reżimie niskotemperaturowym[1]	η_1	%	97,6	97,5	97,6	97,7
Zużycie energii elektrycznej na potrzeby własne						
Przy pełnym obciążeniu	*elmaks*	kW	0,463	0,783	0,790	0,750
Przy częściowym obciążeniu	*elmin*	kW	0,070	0,071	0,074	0,075
W trybie czuwania	P_{SB}	kW	0,004	0,004	0,004	0,004
Inne parametry						
Straty ciepła w trybie czuwania	P_{stby}	kW	0,28	0,33	0,33	0,33
Pobór mocy palnika zapłonowego	P_{ign}	kW	0,0	0,0	0,0	0,0
Roczne zużycie energii	Q_{HE}	GJ	-	-	-	-
Poziom mocy akustycznej w pomieszczeniu	L_{WA}	dB	73	73	74	74
Emisje tlenków azotu	NO_X	mg/kWh	<56	<56	<56	<56

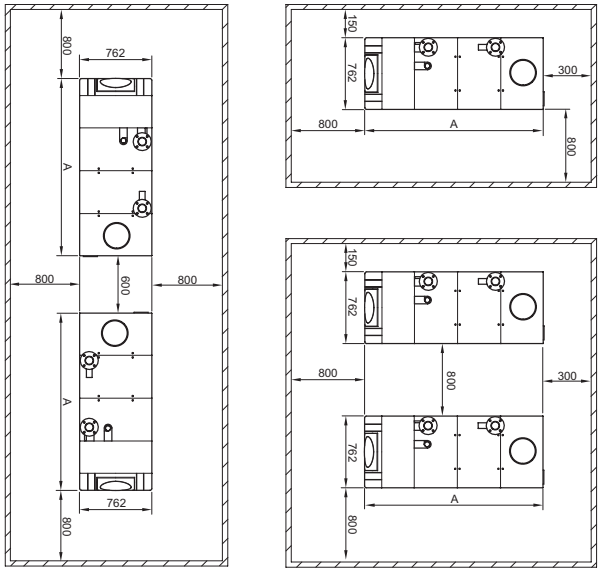
(1) Niska temperatura oznacza 30 °C w przypadku kotłów kondensacyjnych i 37 °C w przypadku kotłów niskotemperaturowych, a w przypadku innych ogrzewaczy oznacza temperaturę wody powrotnej 50 °C (na wlocie ogrzewacza).

(2) W reżimie wysokotemperaturowym temperatura wody powrotnej na wlocie ogrzewacza wynosi 60 °C, a wody zasilającej na jego wylocie 80 °C.

■ Dane techniczne

Model			**SGB 400 i**	**SGB 470 i**	**SGB 540 i**	**SGB 610 i**
Nr identyfikacyjny produktu			CE-0085 CL 0072			
Kategorie instalacji			B_{23}, B_{23p}, C_{33},C_{43}, C_{53}, C_{63}, C_{83}, C_{93}			
Zakres nominalnego obciążenia cieplnego	Ogrzewanie	kW	82,0 – 402,0	95,0 – 469,0	109,0 – 539,0	122,0 – 610,0
Zakres nominalnej mocy cieplnej	80/60 °C	kW	80,4 – 393,8	93,0 – 459,0	106,6 – 526,9	119,2 – 595,7
	50/30 °C	kW	88,9 – 426,0	102,8 – 496,6	117,7 – 570,3	131,5 – 644,8
Sprawność znormalizowana (Hi/Hs)	75/60 °C	%	106,4/95,4	106,1/95,1	106,2/95,2	106,3/95,3
	40/30 °C	%	109,4/98,4	109,3/98,3	109,2/98,2	109,1/98,1
Parametry gazu i spalin						
Ilość gazu ziemnego do spalania Lw (GZ 41,5)		m^3/h	9,8 – 47,9	11,3 – 55,9	13,0 – 64,2	14,5 – 72,7
Ilość gazu ziemnego do spalania E (GZ 50)		m^3/h	8,7 – 42,5	10,1 – 49,6	11,5 – 57,0	12,9 – 64,6
Temperatura spalin	80/60 °C	°C	57 – 64	58 – 61	58 – 64	57 – 64
Masowe natężenie przepływu spalin	80/60 °C	kg/h	142,9 – 679,7	165,6 – 793,1	190,1 – 911,5	212,8 – 1031,4
Ciśnienie zasilania gazem ziemnym		mbar	E (GZ50): min. 16 - maks. 25; Lw (GZ41,5): min. 17,5 - maks. 23;			
Zawartość CO_2, gaz ziemny						
Obciążenie częściowe		%	8,7 – 9,0			
Obciążenie pełne		%	9,0 – 9,3			
Wskaźnik emisji NO_x wg DIN 4702, część 8		mg/kWh	53,8	56,4	59,1	61,7
Wskaźnik emisji NO_x wg EN 15420		mg/kWh	32	29	36	37
Maks. ciśnienia tłoczenia na króćcu spalin		mbar	1,50			
Średnica przyłącza spalinowego		mm	250			
Prąd elektryczny						
Stopień ochrony			IPX1D			
Przyłącze elektryczne			230 V~ / 50 Hz, maks. 10,0 A			
Maks. pobór mocy elektrycznej						
Tryb ogrzewania (pełna moc kotła, bez pompy)		W	463	583	790	750
Pobór energii elektrycznej w trybie czuwania		W	3,5			
Woda grzewcza						
Maks. ciśnienie wody			6,0 bar / 0,6 MPa			
Maks. temperatura robocza (zabezpieczenie)		°C	100			
Maks. temperatura zasilania		°C	90			
Opór hydrauliczny						
dla ΔT = 20 °C		mbar	101	115	121	132
dla ΔT = 10 °C		mbar	394	444	469	516
Pozostałe parametry						
Poziom hałasu LpA odległości 1 m (na otwartej przestrzeni)	TL-VL	dB(A)	57	57	58	58
Poziom mocy akustycznej L_{WA} zgodnie z normą DIN 45635	TL-VL	dB(A)	73	73	74	74
Masa kotła		kg	540	598	636	674
Objętość wody grzewczej w kotle		l	73	84	97	106
Wysokość		mm	1526			
Szerokość		mm	762			
Głębokość		mm	1882	2192		

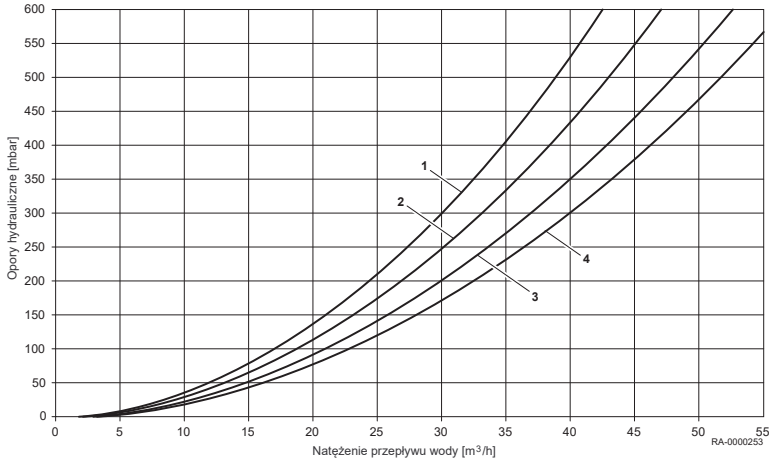
■ **Wskazówki projektowe**
Odległości montażowe



		SGB 400 i	SGB 470 i	SGB 540 i	SGB 610 i
Wymiar A	mm	1882	2192	2192	2192

■ **Odprowadzenia spalin**
Zalecane systemy odprowadzania spalin przedstawiono w rozdz. 3.16.5.1. Poradnika. Informacje uzupełniające można uzyskać w Działach Doradztwa Technicznego BIMS Plus.

■ **Wskazówki projektowe**
Dane do doboru pompy



Rys. Opory hydrauliczne

1. SGB 400 i
2. SGB 470 i
3. SGB 540 i
4. SGB 600 i

■ **Uwaga - należy stosować się do wymagań dotyczących jakości wody grzewczej.**
Obowiązuje Polska Norma PN-C-04607:1993 P i dyrektywa VDI 2035 cz. 1 i 2. Jakość wody pitnej należy zbadać przed napełnieniem zładu. W wielu regionach kraju z uwagi na jej twardość całkowitą, odczyn pH oraz zawartość tlenu nie nadaje się do napełniania i uzupełniania instalacji i musi być uzdatniona.

Dopuszczone są dwie metody:
- demineralizacja (odsalanie) ze stabilizatorem odczynu pH,
- zastosowanie urządzeń do częściowego zmiękczania wody wraz ze stabilizatorem odczynu pH.

W zależności od wybranej metody producent określił graniczne wartości kluczowych parametrów wody, w wytycznej zawartej w rozdz. 3.19. niniejszego Poradnika oraz na stronie www.broetje.pl w Informacjach Technicznych oraz w Instrukcjach montażu i instalacji dla każdego kotła.

2.4. Olejowe kotły kondensacyjne stojące z automatyką ISR-Plus

2.4.1. BOB 20 B, BOB 25 B

■ **Zakres dostawy:**

- olejowy kocioł kondensacyjny do pracy z płynnie obniżaną temperaturą kotła,
- z dwustopniowym, palnikiem olejowym,
- pierwotny wymiennik ciepła aluminiowo-krzemowy w postaci monobloku,
- kondensacyjny wymiennik ciepła z odpornego na korozję Carbonu,
- innowacyjne rozwiązanie wymiennika zapewnia optymalną wymianę ciepła i oszczędność miejsca,
- możliwość pracy zależnej i niezależnej od powietrza w pomieszczeniu,
- ekstremalnie cicha praca kotła,
- wysoce skuteczna izolacja cieplna wraz z obudową stalową,
- pompa o wysokiej efektywności,
- wbudowany filtr oleju z wakuometrem,
- możliwość wbudowania zaworu mieszającego do drugiego obiegu c.o.,
- zintegrowany system regulacji z możliwością rozbudowy (ISR Plus) do pogodowego sterowania pracą kotła i obiegów grzewczych oraz diagnozowania układu,
- panel obsługowy w języku polskim z dużym, podświetlanym wyświetlaczem LCD,
- pięć tygodniowych programów pracy do trzech obiegów c.o., przygotowania c.w.u. i pompy cyrkulacyjnej,
- czujnik temperatury zewnętrznej,
- obudowa w kolorze białym,
- dostosowany jest do spalania wszystkich rodzajów oleju opałowego; maks. 10% domieszki bio oleju (B10).

Ważne: należy przestrzegać wytycznych odnośnie jakości wody kotłowej zawartych w podręczniku montażu kotła. W przypadku podłączenia kotła do układu ogrzewania podłogowego wykonanego z elementów z tworzywa sztucznego nie zapewniającego szczelności tlenowej zgodnie z DIN 4726, konieczne jest zastosowanie wymiennika ciepła rozdzielającego kocioł od reszty instalacji. Przy zastosowaniu oleju opałowego z niską zawartością siarki jest ewentualnie tylko wymagany filtr z węgla aktywnego wewnątrz neutralizatora NEO 50.

Dostawa: w jednym opakowaniu na palecie.

■ **Widoki kotłów**



■ Dane techniczne dotyczące kotłów do ogrzewania pomieszczeń zgodne z dyrektywą ErP

Model			**BOB 20 B**	**BOB 25 B**
Kocioł kondensacyjny			Tak	Tak
Kocioł niskotemperaturowy(1)			Nie	Nie
Kocioł B1			Nie	Nie
Kogeneracyjny ogrzewacz pomieszczeń			Nie	Nie
Ogrzewacz wielofunkcyjny			Nie	Nie
Znamionowa moc cieplna	P_{rated}	kW	19	24
Wytworzone ciepło użytkowe przy znamionowej mocy cieplnej i w reżimie wysokotemperaturowym(2)	P_4	kW	19,0	23,9
Wytworzone ciepło użytkowe przy znamionowej mocy cieplnej na poziomie 30% i w reżimie niskotemperaturowym(1)	P_1	kW	6,0	7,5
Sezonowa efektywność energetyczna ogrzewania pomieszczeń	η_s	%	90	90
Sprawność użytkowa przy znamionowej mocy cieplnej i w reżimie wysokotemperaturowym(2)	η_4	%	91,5	91,3
Sprawność użytkowa przy znamionowej mocy cieplnej na poziomie 30% i w reżimie niskotemperaturowym(1)	η_1	%	97,3	96,9
Zużycie energii elektrycznej na potrzeby własne				
Przy pełnym obciążeniu	*elmax*	kW	0,235	0,225
Przy częściowym obciążeniu	*elmin*	kW	0,076	0,073
W trybie czuwania	P_{SB}	kW	0,004	0,004
Inne parametry				
Straty ciepła w trybie czuwania	P_{stby}	kW	0,093	0,093
Pobór mocy palnika zapłonowego	P_{ign}	kW	0,000	0,000
Roczne zużycie energii	Q_{HE}	GJ	61	76
Poziom mocy akustycznej w pomieszczeniu	L_{WA}	dB	56	56
Emisje tlenków azotu	NO_X	mg/kWh	91	89

(1) Niska temperatura oznacza 30 °C w przypadku kotłów kondensacyjnych i 37 °C w przypadku kotłów niskotemperaturowych, a w przypadku innych ogrzewaczy oznacza temperaturę wody powrotnej 50 °C (na wlocie ogrzewacza).

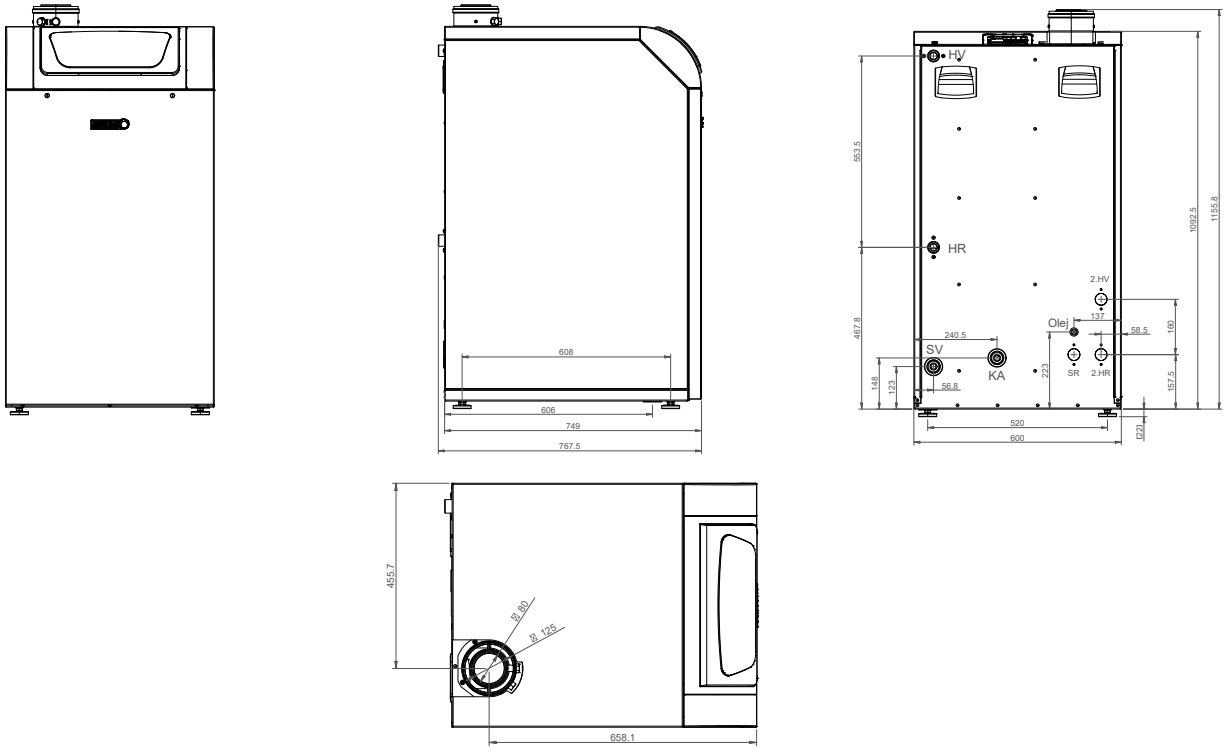
(2) W reżimie wysokotemperaturowym temperatura wody powrotnej na wlocie ogrzewacza wynosi 60 °C, a wody zasilającej na jego wylocie 80 °C.

■ Dane techniczne

Model				**BOB 20 B**	**BOB 25 B**
Nr identyfikacyjny produktu				CE 0035 CO 105	
Zakres nominalnego obciążenia cieplnego			kW	14,5 - 19,5	18,5 - 24,5
Zakres nominalnej mocy cieplnej		80/60 °C	kW	14,2 - 19,0	18,0 - 23,8
		50/30 °C	kW	15,0 - 20,0	19,0 - 25,0
Parametry obliczeniowe komina zgodnie z normą DIN 13384 (działanie zależne od powietrza w pomieszczeniu)					
Temperatura spalin	Obciążenie pełne	80/60 °C	°C	71	76
		50/30 °C	°C	49	54
	Obciążenie częściowe	80/60 °C	°C	60	61
		50/30 °C	°C	33	35
Masowe natężenie przepływu spalin	Obciążenie pełne		kg/s	0,008	0,010
	Obciążenie częściowe		kg/s	0,006	0,008
Zastosowany palnik olejowy zgodnie z normą DIN EN 267				O-42-Z1C	O-42-Z2C
Przepływ oleju (nastawa fabryczna)			kg/h	1,21 - 1,63	1,55 - 2,05
Wartość pH, standardowy olej opałowy				3	3
Wartość pH, niskosiarkowy olej opałowy				4	4
Ilość skroplin przy mocy nominalnej		50/30 °C	l/h	0,9	1,1

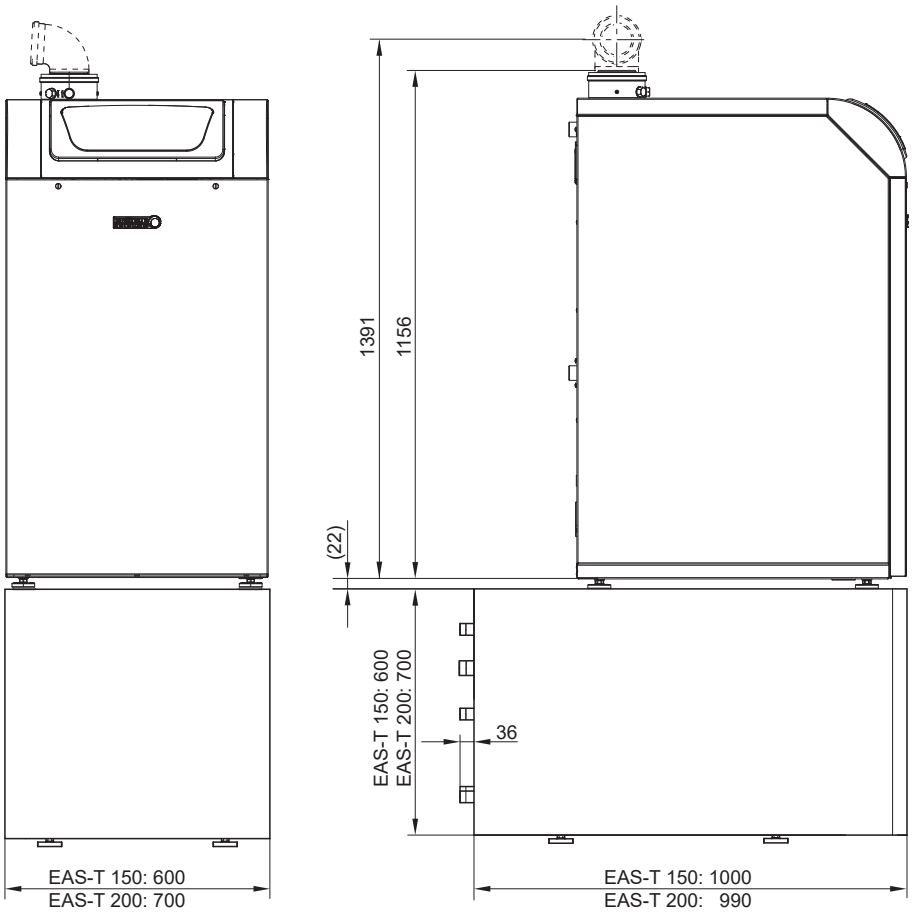
Model				BOB 20 B	BOB 25 B
Sprawność znormalizowana ηN (Hi/Hs)		40/30 °C	%	104/98	104/97
		75/60 °C	%	102/95	102/95
Zawartość CO_2	Obciążenie pełne		%	13,0 - 13,5	13,0 - 13,5
	Obciążenie częściowe		%	12,0 - 12,5	12,0 - 12,5
Wskaźnik emisji NO_x			mg/kWh	90	90
Wskaźnik emisji CO_2			mg/kWh	< 5	< 5
Maks. ciśnienie tłoczenia na króćcu spalin			Pa	35 - 40	45 - 50
Średnice przyłącza spalinowo-powietrznego			mm	80/125	80/125
Objętość wody grzewczej w kotle			l	24	
Maks. ciśnienie robocze			bar/MPa	3/0,3	
Maks. temperatura robocza (zabezpieczenie)			°C	100	
Maks. uzyskiwana temperatura zasilania			°C	80	
Maks. przepływ wody grzewczej			m^3/h	1,72	2,15
Podłączenie elektryczne			V/Hz	230/50	
Maks. pobór mocy elektrycznej			W	280	285
Poziom mocy akustycznej L_{WA}			dB(A)	56	56
Masa kotła (bez naczynia wzbiorczego)			kg	130	
Wysokość			mm	1178	
Szerokość			mm	600	
Głębokość			mm	749	

■ **Wymiary i przyłącza**



Model		BOB 20 B	BOB 25 B
Szerokość	mm	600	600
Wysokość	mm	1178	1178
Głębokość	mm	749	749
Masa	kg	130	130
Spaliny/Powietrze	mm Ø	80/125	80/125
Przyłącze 1 obiegu c.o. HV/HR	cal	G1	G1

■ **Wymiary i przyłącza z podgrzewaczem EAS-T**



■ **Uwaga - należy stosować się do wymagań dotyczących jakości wody grzewcze.**
Obowiązuje Polska Norma PN-C-04607:1993 P i dyrektywa VDI 2035 cz. 1 i 2. Jakość wody pitnej należy zbadać przed napełnieniem złądu. W wielu regionach kraju z uwagi na jej twardość całkowitą, odczyn pH oraz zawartość tlenu nie nadaje się do napełniania i uzupełniania instalacji i musi być uzdatniona.

Dopuszczone są dwie metody:
- demineralizacja (odsalanie) ze stabilizatorem odczynu pH,
- zastosowanie urządzeń do częściowego zmiękczania wody wraz ze stabilizatorem odczynu pH.

W zależności od wybranej metody producent określił graniczne wartości kluczowych parametrów wody, w wytycznej zawartej w rozdz. 3.19. niniejszego Poradnika oraz na stronie www.broetje.pl w Informacjach Technicznych oraz w Instrukcjach montażu i instalacji dla każdego kotła.

2.4.2. BOB 32 B, BOB 40 B

■ **Zakres dostawy:**

- olejowy kocioł kondensacyjny do pracy z płynnie obniżaną temperaturą kotła,
- z dwustopniowym, palnikiem olejowym,
- pierwotny wymiennik ciepła aluminiowo-krzemowy w postaci monobloku,
- kondensacyjny wymiennik ciepła z odpornego na korozję Carbonu,
- innowacyjne rozwiązanie wymiennika zapewnia optymalną wymianę ciepła i oszczędność miejsca,
- możliwość pracy zależnej i niezależnej od powietrza w pomieszczeniu,
- ekstremalnie cicha praca kotła,
- wysoce skuteczna izolacja cieplna wraz z obudową stalową,
- pompa o wysokiej efektywności,
- wbudowany filtr oleju z wakuometrem,
- zintegrowany system regulacji z możliwością rozbudowy (ISR Plus) do pogodowego sterowania pracą kotła i obiegów grzewczych oraz diagnozowania układu,
- panel obsługowy w języku polskim z dużym, podświetlanym wyświetlaczem LCD,
- pięć tygodniowych programów pracy do trzech obiegów c.o., przygotowania c.w.u. i pompy cyrkulacyjnej,
- czujnik temperatury zewnętrznej,
- obudowa w kolorze białym,
- dostosowany jest do spalania wszystkich rodzajów oleju opałowego,
- maks. 10% domieszki bio oleju (B10).

Ważne: należy przestrzegać wytycznych odnośnie jakości wody kotłowej zawartych w podręczniku montażu kotła. W przypadku podłączenia kotła do układu ogrzewania podłogowego wykonanego z elementów z tworzywa sztucznego nie zapewniającego szczelności tlenowej zgodnie z DIN 4726, konieczne jest zastosowanie wymiennika ciepła rozdzielającego kocioł od reszty instalacji. Przy zastosowaniu oleju opałowego z niską zawartością siarki jest ewentualnie tylko wymagany filtr z węgla aktywnego wewnątrz neutralizatora NEO 50.

Dostawa: w jednym opakowaniu na palecie.

■ **Widoki kotłów**



■ Dane techniczne dotyczące kotłów do ogrzewania pomieszczeń zgodne z dyrektywą ErP

Model			**BOB 32 B**	**BOB 40 B**
Kocioł kondensacyjny			tak	tak
Kocioł niskotemperaturowy(1)			nie	nie
Kocioł B1			nie	nie
Kogeneracyjny ogrzewacz pomieszczeń			nie	nie
Ogrzewacz wielofunkcyjny			nie	nie
Znamionowa moc cieplna	P_{rated}	kW	31	38
Wytworzone ciepło użytkowe przy znamionowej mocy cieplnej i w reżimie wysokotemperaturowym(2)	P_4	kW	31,3	38,3
Wytworzone ciepło użytkowe przy znamionowej mocy cieplnej na poziomie 30% i w reżimie niskotemperaturowym(1)	P_1	kW	9,4	11,5
Sezonowa efektywność energetyczna ogrzewania pomieszczeń	η_s	%	90	91
Sprawność użytkowa przy znamionowej mocy cieplnej i w reżimie wysokotemperaturowym(2)	η_4	%	91,7	91,7
Sprawność użytkowa przy znamionowej mocy cieplnej na poziomie 30% i w reżimie niskotemperaturowym(1)	η_1	%	96,3	96,3
Zużycie energii elektrycznej na potrzeby własne				
Przy pełnym obciążeniu	*elmax*	kW	0,252	0,272
Przy częściowym obciążeniu	*elmin*	kW	0,075	0,083
W trybie czuwania	P_{SB}	kW	0,003	0,003
Inne parametry				
Straty ciepła w trybie czuwania	P_{stby}	kW	0,110	0,110
Pobór mocy palnika zapłonowego	P_{ign}	kW	0,0	0,0
Roczne zużycie energii	Q_{HE}	kWh GJ	27822 100	33671 121
Poziom mocy akustycznej w pomieszczeniu	L_{WA}	dB	59	60
Emisje tlenków azotu	NO_X	mg/kWh	96	96

(1) Niska temperatura oznacza 30 °C w przypadku kotłów kondensacyjnych i 37 °C w przypadku kotłów niskotemperaturowych, a w przypadku innych ogrzewaczy oznacza temperaturę wody powrotnej 50 °C (na wlocie ogrzewacza).

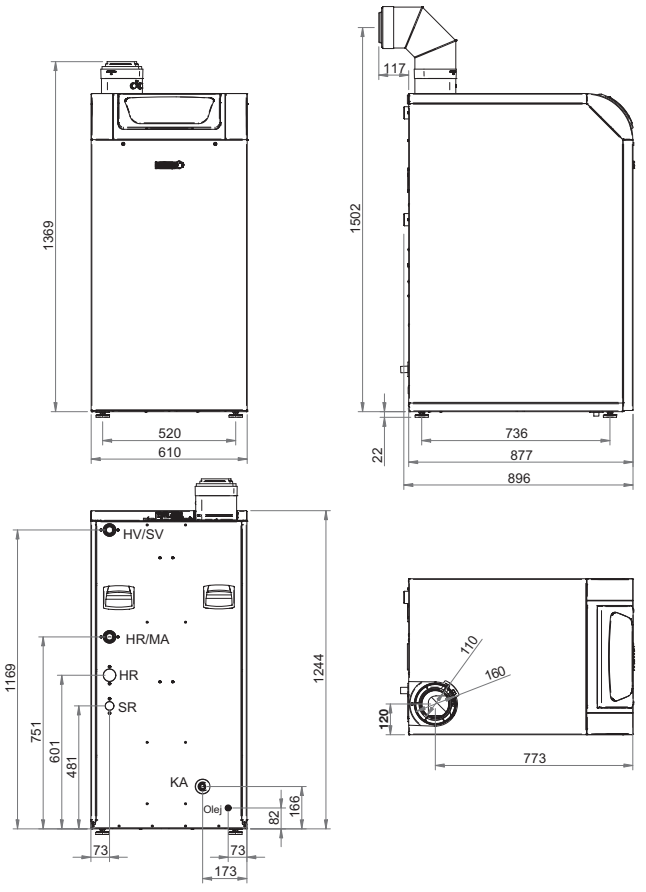
(2) W reżimie wysokotemperaturowym temperatura wody powrotnej na wlocie ogrzewacza wynosi 60 °C, a wody zasilającej na jego wylocie 80 °C.

■ Dane techniczne

Model				**BOB 32 B**	**BOB 40 B**
Nr identyfikacyjny produktu				CE 2456 CR 0160	
Zakres nominalnego obciążenia cieplnego			kW	22,2 - 31,3	29,8 -38,3
Zakres nominalnej mocy cieplnej		80/60 °C	kW	21,7 - 30,7	29,1 - 37,5
		50/30 °C	kW	22,8 - 32,2	30,7 - 39,5
Parametry obliczeniowe komina zgodnie z normą DIN 13384 (działanie zależne od powietrza w pomieszczeniu)					
Temperatura spalin	Obciążenie pełne	80/60 °C	°C	58	60
		50/30 °C	°C	38	41
	Obciążenie częściowe	80/60 °C	°C	56	58
		50/30 °C	°C	36	38
Masowe natężenie przepływu spalin	Obciążenie pełne		kg/s	0,013	0,016
	Obciążenie częściowe		kg/s	0,010	0,014
Zastosowany palnik olejowy zgodnie z normą DIN EN 267				O-42-Z3C	O-42-Z4C
Przepływ oleju (nastawa fabryczna)			kg/h	1,86 - 2,63	2,50 - 3,21
Wartość pH, standardowy olej opałowy				ok. 3	ok. 3
Wartość pH, niskosiarkowy olej opałowy				ok. 4	ok. 4
Ilość skroplin przy mocy nominalnej		50/30 °C	l/h	1,8	2,1

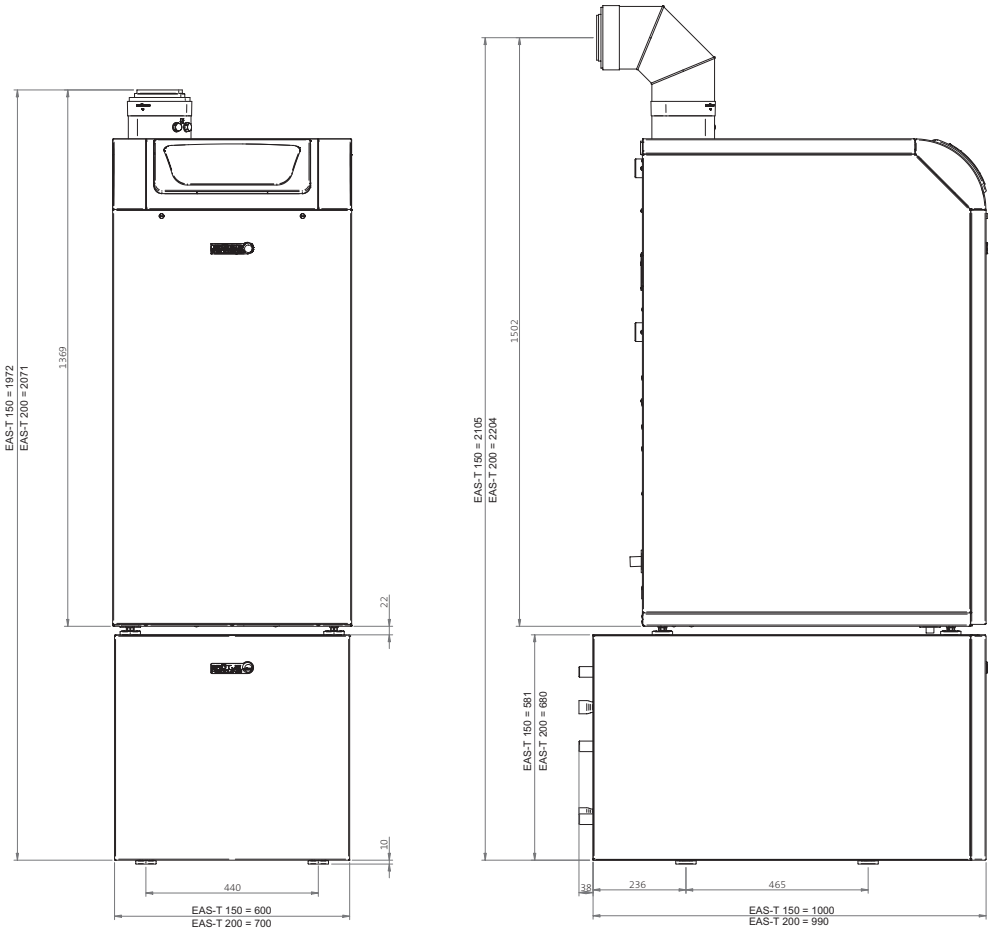
Model			**BOB 32 B**	**BOB 40 B**
Zawartość CO_2	Obciążenie pełne	%	13,0 -13,5	13,0 - 13,5
	Obciążenie częściowe	%	12,0 - 12,5	12,0 - 12,5
Maks. ciśnienie tłoczenia na króćcu spalin		Pa	35 - 40	60 - 65
Przyłącze odprowadzenia spalin/przyłącze doprowadzenia powietrza		mm	110/160	110/160
Objętość wody grzewczej w kotle		l	43	
Maks. ciśnienie robocze		bar/MPa	4/0,4	
Maks. temperatura robocza (zabezpieczenie)		°C	100	
Maks. uzyskiwana temperatura zasilania		°C	80	
Maks. przepływ wody grzewczej		m^3/h	2,65	3,38
Zasilanie		V/Hz	230/50	
Maks. pobór mocy elektrycznej		W	255	265
Poziom mocy akustycznej L_{WA}		dB(A)	59	60
Masa kotła (bez naczynia wzbiorczego)		kg	179	
Wysokość		mm	1369	
Szerokość		mm	610	
Głębokość		mm	895	
Wartości zgodnie z rozporządzeniem w sprawie oszczędzania energii EnEV				
Strata postojowa qB, 70		%	0,65	0,53
Sprawność η_{100}		%	97,9	97,9
Sprawność η_{100}		%	102,8	102,8
Zapotrzebowanie na energię zasilającą $P_{HE, 100}$		W	252	272
Zapotrzebowanie na energię zasilającą $P_{HE, 30}$		W	75	83

■ **Wymiary i przyłącza**



Model		BOB 32 B	BOB 40 B
Szerokość	mm	610	610
Wysokość	mm	1369	1369
Głębokość	mm	877	877
Masa	kg	179	179
HV/SV: Zasilanie c.o./zasilanie bufora	cal	G1 ½	G1 ½
HR/MA: Powrót c.o. (pompa zewnętrzna - wyp. dodatkowe) / przyłącze mieszacza (z pompą do wbudowania w kotle - wyp. dodatkowe)	cal	G1 ½	G1 ½
HR: Powrót c.o. (z pompą do wbudowania w kotle - wyp. dodatkowe)	cal	G1	G1
SR: Powrót bufora (z pompowym zestawem ładującym - wyp. dodatkowe)	cal	G1	G1
Przyłącze oleju	cal	GW $^3/_8$	GW $^3/_8$
Spaliny/Powietrze	mm Ø	110/160	110/160

■ **Wymiary z podgrzewaczem EAS-T serii D**



■ **Uwaga - należy stosować się do wymagań dotyczących jakości wody grzewczej.**
Obowiązuje Polska Norma PN-C-04607:1993 P i dyrektywa VDI 2035 cz. 1 i 2. Jakość wody pitnej należy zbadać przed napełnieniem złądu. W wielu regionach kraju z uwagi na jej twardość całkowitą, odczyn pH oraz zawartość tlenu nie nadaje się do napełniania i uzupełniania instalacji i musi być uzdatniona.

Dopuszczone są dwie metody:
- demineralizacja (odsalanie) ze stabilizatorem odczynu pH,
- zastosowanie urządzeń do częściowego zmiękczania wody wraz ze stabilizatorem odczynu pH.

W zależności od wybranej metody producent określił graniczne wartości kluczowych parametrów wody, w wytycznej zawartej w rozdz. 3.19. niniejszego Poradnika oraz na stronie www.broetje.pl w Informacjach Technicznych oraz w Instrukcjach montażu i instalacji dla każdego kotła.

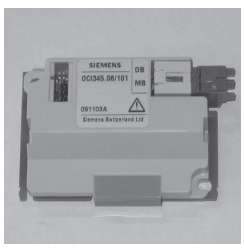
2.5. Regulatory ISR-Plus

	Urządzenia grzewcze				Regulatory ścienne ISR-Plus			
	Kondensacyjne gazowe	Kondensacyjne gazowe	Kondensacyjne gazowe	Olejowe kondensacyjne	ISR-Plus	ISR-Plus	ISR-Plus	ISR-Plus
Funkcje	**WGB/BGB i/ BGB EVO i**	**BBS EVO i/ BBK EVO i**	**SGB i**	**BOB B**	**ZR 1 B**	**ZR 2 B**	**HSM**	**HSM-M**
Regulacja kotła	●	●	●	●	—	—	—	—
Regulacja palnika	●	●	●	●	—	—	●	●
Regulacja kaskady	●	●	●	—	—	—	●	●
Wyświetlacz LCD z komunikacją tekstową	●	●	●	●	●	●	●	●
Funkcje serwisowe	●	●	●	●	●	●	●	●
Obiegi grzewcze bez regulatorów strefowych*	3 PHK	2 PHK	3 PHK	2 PHK	1 MHK	2 MHK	1 MHK	2 MHK
Ochrona przeciwmrozowa	●	●	●	●	●	●	●	●
Suszenie jastrychu	●	●	●	●	●	●	●	●
Funkcja wakacyjna	●	●	●	●	●	●	●	●
Nastawialne okresy wakacyjne	8	8	8	8	1	1	8	●
Regulator pokojowy - przewodowy	●	●	●	●	●	●	●	●
Regulator pokojowy - bezprzewodowy	●	●	●	●	●	●	●	●
Podgrzewacz c.w.u.	●	●	●	●	—	—	●	●
System ładowania podgrzewacza z mieszaczem	—	—	—	—	—	—	●	●
System ładowania podgrzewacza z regulowaną pompą	MEWM	w SSP zintegrowane	MEWM	MEWM	—	—	●	●
Programy czasowe (w zależności od funkcji do...)	5	5	5	5	5	5	5	5
Bufor	●	—	●	●	—	—	●	●
Regulacja solarna	●	—	●	●	—	—	●	●
2 strefy kolektorów słonecznych	—	—	—	—	—	—	●	●
Kolektor rurowy	●	—	●	●	—	—	●	●
Pompa solarna z regulacją obrotów	MEWM	—	MEWM	MEWM	—	—	●	●
Kocioł stałopalny	●	—	●	●	—	—	●	●
Ogrzewanie basenu	●	●	●	●	—	—	●	●
Obieg użytkownika	●	●	●	●	●	●	●	●
Złącze komunikacji LPB Bus	BM	BM	BM	●	●	●	●	●
Wyjście multifunkcyjne (np. pompa cyrkul.)	3	2	3	1	—	—	5	8
Wyjście multifunkcyjne Ux (0-10V)	MEWM	MEWM	MEWM	MEWM	—	—	MEWM	2
Wyjście multifunkcyjne PWM	1	1	1	MEWM	—	—	1	1
Wejście multifunkcyjne Hx	3	2	3	1	1	2	2	4
Wejście multifunkcyjne czujnika	3	3/2	3/2	2	—	1	4	6
Moduły rozszerzające (EWM)	2	2	3	2	1	—	3	2
Moduły rozszerzające z modulacją (MEWM)	2	2	3	2	—	—	3	2

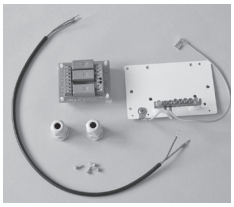
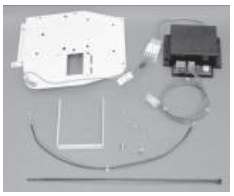
* Z regulatorami strefowymi (montaż ścienny) możliwość regulacji do 40 obiegów grzewczych.

LEGENDA:
PHK - obieg c.o. bez mieszacza
MHK - obieg c.o. z mieszaczem
BM - moduł Bus

■ Moduły rozszerzające, wewnętrzne

Typ	Opis	
ISR EWM B		**Moduł rozszerzający** do wbudowania w kocioł z automatyką ISR Plus do dowolnej konfiguracji jako: regulator obiegu c.o. z mieszaczem, różnicy temperatur w instalacji solarnej, układu podnoszenia temperatury na powrocie, pompy dosyłowej, wejście 0 - 10V dla zapotrzebowania na ciepło oraz inne funkcje z wykorzystaniem multifunkcyjnych 3 wyjść i 2 wejść z czujników. Nastawy w zależności od regulatora kotła. Zawiera 1 czujnik przylgowy UAF6 C. Opcjonalnie można wykorzystać czujniki: – uniwersalny zanurzeniowy UF6 C, – uniwersalny przylgowy UAF6 C, – kolektora słonecznego KF ISR.
ISR EWMW		**Moduł rozszerzający naścienny** do montażu naściennego i współpracy z regulatorami ISR ZR1, ISR SSR C do dowolnej konfiguracji jako: regulator obiegu c.o. z mieszaczem, różnicy temperatur w instalacji solarnej, układu podnoszenia temperatury na powrocie, pompy dosyłowej, wejście 0 - 10V dla zapotrzebowania na ciepło oraz inne funkcje z wykorzystaniem multifunkcyjnych 3 wyjść i 2 wejść z czujników. Nastawy w zależności od regulatora kotła. Okablowany z bezpiecznikiem i wyłącznikiem sieciowym na obudowie. Zawiera 1 czujnik przylgowy UAF6 C i przewód BUS. Opcjonalnie można wykorzystać czujniki: – uniwersalny zanurzeniowy UF6 C, – uniwersalny przylgowy UAF6 C, – kolektora słonecznego KF ISR.
ISR EWMW 2		**Moduł rozszerzający naścienny 2** 2 moduły rozszerzające w obudowie do montażu naściennego i współpracy z kotłami WGB I, regulatorami ISR SSR C do dowolnej konfiguracji jako: regulator obiegu c.o. z mieszaczem, różnicy temperatur w instalacji solarnej, układu podnoszenia temperatury na powrocie, pompy dosyłowej, wejście 0 - 10V dla zapotrzebowania na ciepło oraz inne funkcje z wykorzystaniem multifunkcyjnych 3 wyjść i 2 wejść z czujników na każdy moduł. Nastawy w zależności od regulatora kotła. Okablowany z bezpiecznikiem i wyłącznikiem sieciowym na obudowie. Zawiera 2 czujniki przylgowe UAF6 C i przewód BUS. Opcjonalnie można wykorzystać czujniki: – uniwersalny zanurzeniowy UF6 C, – uniwersalny przylgowy UAF6 C, – kolektora słonecznego KF ISR.
ISR MEWM		**Moduł rozszerzający multifunkcyjny** do wbudowania w kotły WGB, SGB, BBS serii I oraz BOB. Z funkcjonalnością taką jak ISR EWM B - 3 wyjść i 2 wejść z czujników. Posiada jednak 2 wyjścia z sygnałami PWM względnie 0 - 10 V do sterowania pomp elektronicznych. Zawiera 1 czujnik przylgowy UAF6 C. Opcjonalnie można wykorzystać czujniki: – uniwersalny zanurzeniowy UF6 C, – uniwersalny przylgowy UAF6 C, – kolektora słonecznego KF ISR.
BM		**Moduł Bus** do podłączenia kolejnych regulatorów ściennych z komunikacją LPB-Bus takich jak ISR ZR 1/2B, ISR SSR C oraz do łączenia kotłów w kaskady (nie wymagany do podłączania ISR EWM). Stosowany w gazowych kotłach kondensacyjnych WGB, SGB i BBS.

■ Moduły rozszerzające, wewnętrzne

Typ	Opis	
ISR MODBM		**Moduł komunikacji z MODBUS RTU** do podłączenia urządzeń wyposażonych w ISR Plus za pomocą protokołu MODBUS RTU do systemu zarządzania budynkiem (BMS).
BSM D		**Moduł sygnalizacji stanów pracy i zakłóceń** płytka z 3 przekaźnikami do bezpotencjałowego przekazywania informacji na temat stanów pracy i zakłóceń. Stosowany w kotłach kondensacyjnych WGB, SGB, BBS serii I oraz BOB B i LC. Możliwy montaż naścienny przy wykorzystaniu obudowy uniwersalnej ISR UWG.
DPP		**Moduł regulacji obrotów do pomp PWM** Konwerter zmieniający sygnał 0 - 10V na sygnał PWM. Zawiera płytę z przewodami, elementy mocujące, osprzęt przyłączeniowy. Stosowany do wbudowania w obudowę regulatora ISR SSR.
KPM		**Moduł regulacji obrotów do pomp elektronicznych** Konwerter zmieniający sygnał PWM na sygnał 0 - 10 V. Do zamontowania w obudowie automatyki kotła. Zawiera płytę z przewodami, elementy mocujące, osprzęt przyłączeniowy. Stosowany do kotłów SGB z zewnętrzną regulacją pomp sygnałem 0 - 10V. Wskazówka: należy stosować osprzęt pompy producenta do sterowania pompą elektroniczną.
PHS		**Stycznik pomocniczy pompy** stycznik do rozdzielania przewodu sterującego regulatora 230V/50Hz od 3-fazowego odbiornika (400V/50Hz). Z 3 stykami zwiernymi i 1 kontaktem pomocniczym. Do sterowania np. pompą 3-fazową (w regulatorze AC-3). Montaż na szynie. Stosowany do kotłów dużej mocy (np. SGB, WGB 50-110). Jeżeli kocioł posiada szynę montażową (np. SGB) to można stycznik wbudować bezpośrednio do kotła. W innym przypadku zaleca się zastosowanie ISR UWG, gdyż wbudowanie stycznika do kotła bez szyny montażowej jest niedopuszczalne. Prąd nominalny: AC-1 14A; AC-3 7A Moc: AC-3 3kW Wyposażenie opcjonalnie - ISR UWG.

■ Wyposażenie opcjonalne

Typ	Opis	
ISR UWG		**Obudowa uniwersalna** z szyną montażową do dodatkowych modułów rozszerzających i styczników. Możliwość zamontowania 2 styczników pomocniczych PHS lub 2 modułów sygnalizacji stanów pracy i zakłóceń BSM D. Bez okablowania, do montażu ściennego. BxHxT: 180x230x110 mm.

■ Regulatory rozszerzające, ścienne

Typ	Opis	
ISR ZR 1 B		**Regulator strefowy do 1 obiegu c.o. z mieszaczem** do regulacji pogodowej temperatury zasilania 1 obiegu c.o. z mieszaczem z programem tygodniowym. Podświetlany wyświetlacz LCD z komunikacją tekstową. Do komunikacji z regulatorami ISR-Plus oraz EuroControl z LPB-Bus. Okablowany z bezpiecznikiem i wyłącznikiem sieciowym w obudowie do montażu ściennego. Wymiary BxHxT: 180x230x110 mm. Zawiera uniwersalny czujnik przylgowy temperatury UAF6 C. Przy podłączeniu do gazowych kotłów kondensacyjnych serii I wymagany moduł Bus BM. Do współpracy z regulatorami pokojowymi ISR RGB B, ISR RGP.
ISR ZR 2 B		**Regulator strefowy do 2 obiegów c.o. z mieszaczami** do regulacji pogodowej temperatury zasilania 2 obiegów c.o. z mieszaczami z 2 programami tygodniowymi. Podświetlany wyświetlacz LCD z komunikacją tekstową. Do komunikacji z regulatorami ISR-Plus oraz EuroControl z LPB-Bus. Okablowany z bezpiecznikiem i wyłącznikiem sieciowym w obudowie do montażu ściennego. Wymiary BxHxT: 300x230x110 mm. Zawiera 2 uniwersalne czujniki przylgowe temperatury UAF6 C. Przy podłączeniu do gazowych kotłów kondensacyjnych serii I wymagany moduł Bus BM. Do współpracy z regulatorami pokojowymi ISR RGB B, ISR RGP.
ISR HSM		**Regulator multifunkcyjny do 1 obiegu c.o. z mieszaczem** do pogodowej regulacji systemów składających się z 1 obiegu c.o. z mieszaczem, podgrzewania c.w.u., 2 stref kolektorów słonecznych, wymiennika basenowego, obsługi bufora, przygotowywania c.w.u. w specjalnych (z zastosowaniem wymiennika płytowego) systemach ładowania podgrzewacza. Do wyboru wiele innych funkcji sterowania zewnętrznymi urządzeniami, wyjście sygnałowe PWM. Z 5 programami tygodniowymi dla różnych funkcji. Podświetlany wyświetlacz LCD z komunikacją tekstową. Do komunikacji z regulatorami ISR-Plus przez moduł BM. Okablowany z wyłącznikiem bezpieczeństwa i sieci. Zawiera czujniki temperatury: 2 przylgowe UAF6C, 3 zanurzeniowe UF6C. Do współpracy z regulatorami pokojowymi ISR RGB B, ISR RGP i ISR IDA. W obudowie do montażu ściennego o wymiarach 304x232x121 mm (BxHxT).
ISR HSM-M		**Regulator multifunkcyjny do 2 obiegów c.o. z mieszaczami** do pogodowej regulacji systemów składających się z 2 obiegów c.o. z mieszaczami,podgrzewania c.w.u., 2 stref kolektorów słonecznych, wymiennika basenowego, obsługi bufora, przygotowywania c.w.u. w specjalnych (z zastosowaniem wymiennika płytowego) systemach ładowania podgrzewacza. Do wyboru wiele innych funkcji sterowania zewnętrznymi urządzeniami, 2 wyjście sygnałowe PWM. Z 5 programami tygodniowymi dla różnych funkcji. Podświetlany wyświetlacz LCD z komunikacją tekstową. Do komunikacji z regulatorami ISR-Plus przez moduł BM. Okablowany z wyłącznikiem bezpieczeństwa i sieci. Zawiera czujniki temperatury: 2 przylgowe UAF6C, 4 zanurzeniowe UF6C, 1 kolektora KF ISR. Do współpracy z regulatorami pokojowymi ISR RGB B, ISR RGP i ISR IDA. W obudowie do montażu ściennego o wymiarach 379x232x121 mm (BxHxT).

■ Czujniki do ISR-Plus

Typ	Opis	
WWF		**Czujnik c.w.u.** do zastosowania w układzie priorytetowego załączania podgrzewania c.w.u przez regulator kotła w połączeniu z systemowymi podgrzewaczami c.w.u firmy Brötje lub innych producentów. Zawiera czujnik z 6 m przewodem, przewód 2,6 m z wtyczką do podłączenia pompy.
UF6 C		**Uniwersalny czujnik zanurzeniowy** czujnik z 2 m przewodem bez wtyczki do zastosowania jako czujnik temp. bufora lub dodatkowy czujnik c.w.u. w połączeniu z automatyką ISR-Plus.
UAF6 C		**Uniwersalny czujnik przylgowy** czujnik z 2 m przewodem bez wtyczki do zastosowania jako czujnik temp. na przewodzie cyrkulacji lub powrotu w połączeniu z automatyką ISR-Plus.
KF ISR		**Czujnik kolektora** o średnicy 6 mm z 2 m przewodem w szarej izolacji silikonowej. Do zastosowania jako czujnik kolektora w połączeniu z automatyką ISR-Plus

■ Regulatory pokojowe

Typ	Opis	
ISR RGB B		**Regulator pokojowy Basic** do zdalnej, przewodowej regulacji urządzeń z automatyką ISR-Plus. Z wbudowanym czujnikiem temp. pomieszczenia, wyświetlaniem aktualnej temperatury, pokrętłem do zmiany nastaw, przełącznikiem wyboru trybu pracy i „przyciskiem obecności”.
ISR IDA		**Regulator pokojowy ze sterowaniem przez aplikację mobilną** Inteligentny, cyfrowy regulator pokojowy z kolorowym wyświetlaczem z możliwością obsługi za pomocą WIFI i aplikacji mobilnej przez smartfon lub tablet. Posiada wbudowany czujnik temp. pomieszczenia. Stosowany do kotłów z automatyką ISR-Plus z płytami głównymi LMS.
ISR RGP		**Regulator pokojowy Premium** Wielofunkcyjny przewodowy regulator pokojowy do zdalnych odczytów i zmian parametrów urządzeń z automatyką ISR-Plus. Wyposażony w duży podświetlany wyświetlacz a obsługa odbywa się za pomocą jednego pokrętła.

■ Osprzęt do komunikacji radiowej

Typ	Opis	
ISR FE		**Odbiornik radiowy** wymagany do radiowego regulatora pokojowego i radiowego nadajnika do czujnika temperatury zewnętrznej. W przypadku zastosowania obu wariantów radiowych przy jednym kotle wymagany jest tylko jeden odbiornik. W dostawie przewód przyłączeniowy 2,5 m. Częstotliwość robocza 866 MHz.
ISR FSA		**Radiowy nadajnik do czujnika temperatury zewnętrznej** zasilany bateryjnie nadajnik radiowy do bezprzewodowej transmisji sygnału temperatury zewnętrznej. Do zastosowania w zamkniętych pomieszczeniach. Trwałość baterii ok. 5 lat. Częstotliwość nadajnika 866 MHz. Przy kotle wymagany jest odbiornik radiowy FE.
ISR FRP		**Wzmacniacz sygnałów radiowych** z zasilaczem do wzmacniania (zwiększania zasięgu) sygnału w przypadku niekorzystnych warunków transmisji. Częstotliwość robocza 866 MHz.

■ Moduł serwisowy ISR-Plus

Typ	Opis	
OCI 700		**Moduł serwisowy** Narzędzie serwisowe służące do uruchomienia i diagnostyki regulatorów ISR-Plus i EuroControl. Składa się ze standardowego oprogramowania do zdalnej obsługi i interfejsu serwisowego OCI 700. Interfejs ten przetwarza sygnały między USB komputera PC i regulatorem. Dzięki OCI 700 można na komputerze PC odczytać i nastawić wszystkie parametry. Inne cechy: – przedstawienie wszystkich danych w formie tabelarycznej, – przedstawienie wszystkich danych w przez siebie utworzonych grafikach i rysunkach, – możliwość zapisania kompletnych zbiorów danych/nastaw regulatora. Zawiera: – kabel LPB-Bus, – kabel USB, – pakiet oprogramowania FM-SW, – walizkę serwisową. Wymiary: 340x300x85 mm Dostawa bez okablowania.

■ Uniwersalne zdalne sterowania

Typ	Opis	
FSM B GSM		**Moduł GSM do zdalnego przełączania i sygnalizacji** Moduł do zdalnej sygnalizacji o max. 2 różnych zakłóceniach i zdalnego włączenia 1 styku z 1 kontaktu przez sieć GSM. Opcjonalnie możliwość podłączenia 2 czujników do kontroli temperatury z nastawionymi wartościami granicznymi. Po przekroczeniu wartości granicznej (w dół bądź w górę w zależności od konfiguracji) pojawi się sygnał o zakłóceniu. Programowanie poprzez SMS lub komputer PC. Sygnały o zakłóceniach muszą być włączane bezpotencjałowo dlatego wymagany jest moduł BSM D. W zakresie dostawy moduł w obudowie ściennej z przewodem sieciowym, antena GSM. Umowa o świadczenie usługi z operatorem telefonii komórkowej i karta SIM we własnym zakresie.
FSM czujnik		**Czujnik temperatury do FSM B GSM** NTC 5k do kontroli temperatury w połączeniu z modułem FSM B GSM. Stosowany dla zakresu temperatur od -20 °C do 120 °C.

■ Termostaty pokojowe

Typ	Opis	
RTW D		**Termostat pokojowy** przewodowy, niezależny od prądu sieciowego, 2 punktowy regulator z programem tygodniowym. 4 różne temperatury w ciągu doby i funkcja ochrony przed mrozem.
RTD D		**Termostat pokojowy radiowy** bezprzewodowy 2 punktowy regulator z programem tygodniowym. 4 różne temperatury w ciągu doby i funkcja ochrony przed mrozem. Termostat niezależny do prądu sieciowego z nadajnikiem o częstotliwości 866 MHz, odbiornik zasilany prądem sieciowym 230V.

2.6. Podgrzewacze c.w.u. do kotłów gazowych

2.6.1. BS 120 C, BS 160 C, BS 200 C - stojące

■ Podgrzewacze c.w.u. stojące do kotłów wiszących



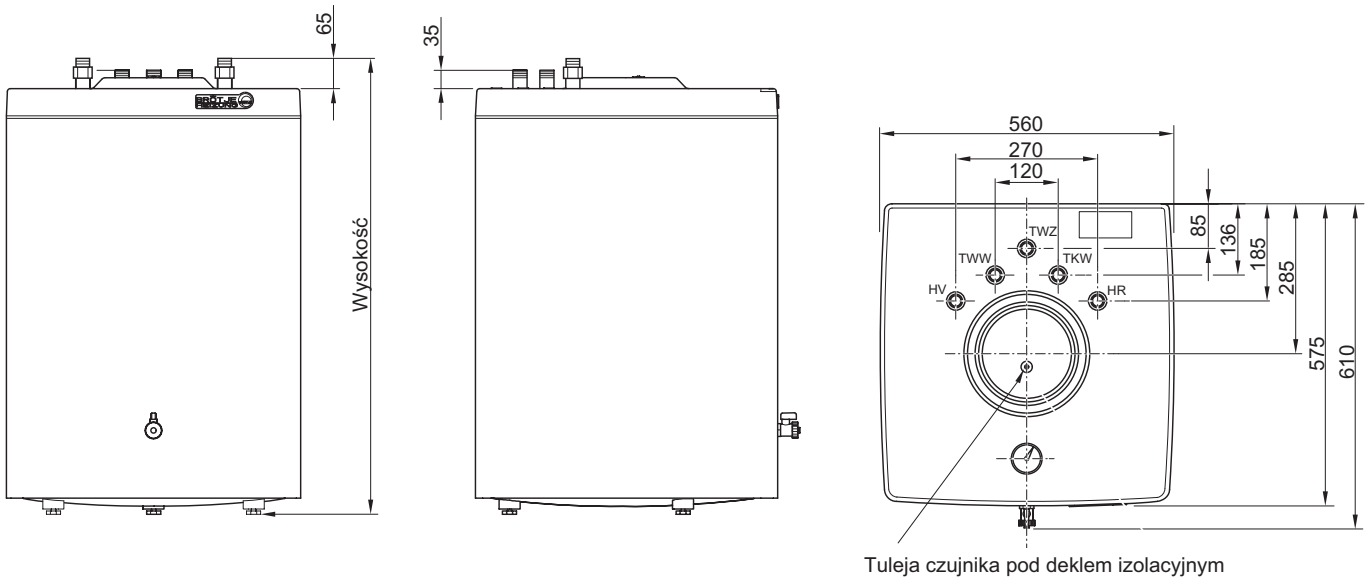
Zakres dostawy:
- Stojący zasobnikowy podgrzewacz z wężownicą grzejną.
- Pokrywa górna otworu rewizyjnego.
- Ochronna anoda magnezowa.
- Powłoka emalierska wg DIN 4753 cz. 3.
- Izolacja cieplna z poliuretanu PU (bezfreonowa) z elastycznym płaszczem.
- Kolor biały.
- Zawór spustowy.
- Termometr.

Dostawa: podgrzewacz w obudowie drewnianej na palecie.

■ Dane techniczne

Model		**BS 120 C**	**BS 160 C**
Pojemność	l	120	160
Powierzchnia wymiany ciepła (po stronie grzewczej)	m^2	0,72	0,72
Pojemność wężownicy	l	4	4,2
Wydajność ciągła c.w.u. przy ϑ_{HV} = 80 °C, podgrzew c.w.u. z 10 na 45 °C	kW / l/h	22/540	22/540
Klasa efektywności		C	C
Liczba mocy przy ϑ_{HV}=80 °C, ϑ_{SP} = 60 °C	N_L	1,4	2,2
Maksymalna dopuszczalna temp. wody	°C	95	95
Nr zamówieniowy		632539	632546
Kod artykułu		BS120C	BS160C

■ **Wymiary i przyłącza**



Model		**BS 120 C**	**BS 160 C**
Szerokość	mm	560	560
Wysokość (z nogami)	mm	845	1045
Głębokość (z/bez zaworem spust.)	mm	610/575	610/575
Masa netto	kg	42	47
TWW/TKW (c.w.u./zimna woda)	cal	R ¾, płaskouszczelniane	R ¾, płaskouszczelniane
TWZ (cyrkulacja)	cal	R ¾, płaskouszczelniane	R ¾, płaskouszczelniane

■ Podgrzewacz c.w.u. stojący



Zakres dostawy:

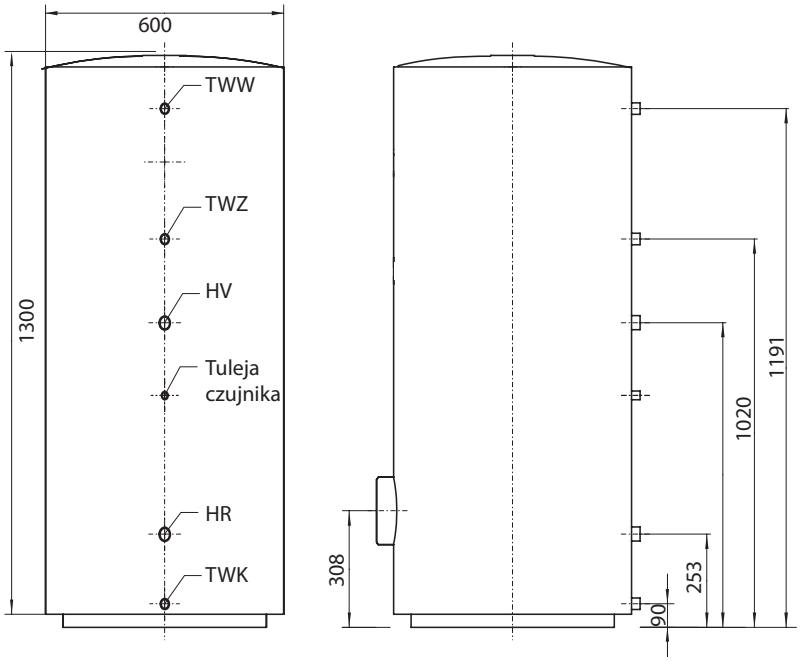
- Stojący zasobnikowy podgrzewacz z wężownicą grzejną.
- Pokrywa rewizyjna na dole ściany bocznej.
- Ochronna anoda magnezowa.
- Powłoka emalierska wg DIN 4753 cz. 3.
- Izolacja cieplna z poliuretanu PU (bezfreonowa) z elastycznym płaszczem.
- Dwie tuleje zanurzeniowe.
- Kolor biały.

Dostawa: podgrzewacz w obudowie drewnianej na palecie.

■ Dane techniczne

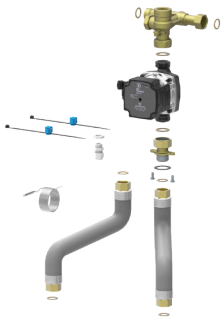
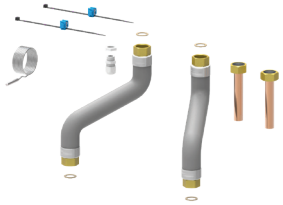
Model		**BS 200 C**
Pojemność	l	200
Powierzchnia wymiany ciepła (po stronie grzewczej)	m^2	0,93
Pojemność wężownicy	l	6,4
Klasa efektywności energetycznej		C
Wydajność ciągła c.w.u. przy ϑ_{HV} = 80 °C, podgrzew c.w.u. z 10 na 45 °C	kW / l/h	28/610
Liczba mocy przy ϑ_{HV}=80 °C, ϑ_{SP} = 60 °C	N_L	3,4
Maksymalna dopuszczalna temp. wody	°C	95
Nr zamówieniowy		634304
Kod artykułu		BS200C

■ Wymiary i przyłącza



Model		BS 200 C
Średnica zewnętrzna z izolacją	mm	600
Wysokość (z izolacją)	mm	1300
Masa netto	kg	62
HV/HR (wysokość)	mm	1020/253
TWW/TKW (wysokość)	mm	1191/90
TWZ (wysokość)	mm	1020
TWW/TKW (c.w.u./zimna woda)	cal	R ¾, płaskouszczelniane
TWZ (cyrkulacja)	cal	R ¾, płaskouszczelniane

■ Wyposażenie hydrauliczne

Typ	Opis	
LS-BS F		**Zestaw ładowania podgrzewacza BS 120 C i BS 160 C w połączeniu z kotłem WGB.1** Zawiera: • orurowanie, • pompę obiegową, • czujnik c.w.u., • uszczelnienie. Zestaw umożliwia podłączenie podgrzewacza BS bezpośrednio do kotła. Orurowanie zawiera przyłącza 3/4".
USL B		**Zestaw ładowania podgrzewacza BS 120 C i BS 160 C lub innego dowolnego producenta w połączeniu z kotłem WBS.1** Zawiera: • dwie miedziane rurki 18mm z króćem 3/4", • czujnik c.w.u., • uszczelnienie. Zestaw umożliwia podłączenie obiegu ładowania podgrzewacza bezpośrednio do kotła.

2.6.2. EAS 120 C, 150 C, 200 C, 300 C, 400 C, 500 C - stojące i EAS-T 150 D, EAS-T 200 D - leżące

■ Podgrzewacze c.w.u.



Zakres dostawy:

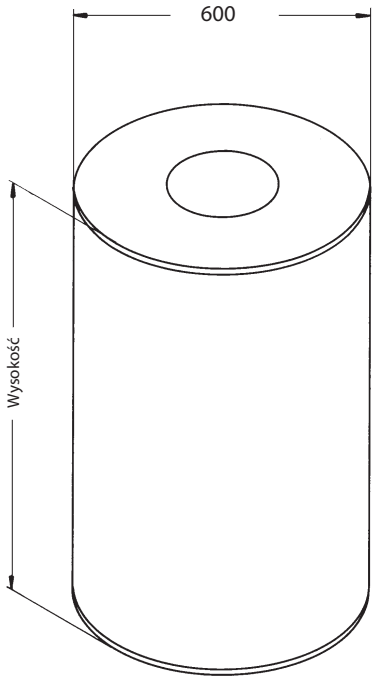
- Stojący zasobnikowy podgrzewacz z wężownicą grzejną.
- Pokrywa górna otworu rewizyjnego.
- Dwie tuleje zanurzeniowe.
- Ochronna anoda magnezowa.
- Powłoka emalierska wg DIN 4753 cz. 3.
- Izolacja cieplna z poliuretanu PU (bezfreonowa) z okrągłą obudową stalową lakierowaną proszkowo w kolorze białym.
- Przyłącza zasilania, powrotu, zimnej i ciepłej wody oraz cyrkulacji umiejscowione z tyłu na ścianie bocznej.

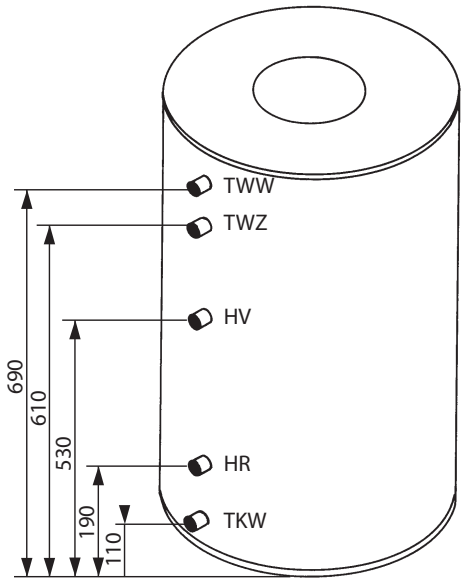
Dostawa: podgrzewacz w otulinie piankowej z zamontowaną obudową stalową, na palecie.

■ Dane techniczne

Model		**EAS 120 C**	**EAS 150 C**	**EAS 200 C**
Pojemność	l	120	150	200
Powierzchnia wymiany ciepła (po stronie grzewczej)	m^2	0,9	0,9	1,15
Pojemność wężownicy	l	6	7	9
Klasa efektywności energetycznej		C	C	C
Wydajność ciągła c.w.u. przy ϑ_{HV} = 80 °C, podgrzew c.w.u. z 10 na 45 °C	kW / l/h	24,7/610	28,7/710	32,3/800
Liczba mocy przy ϑ_{HV}=80 °C, ϑ_{SP} = 60 °C	N_L	1,4	2,3	4,1
Maks. ciśnienie robocze	bar	10	10	10
Nr zamówieniowy		632027	632034	632041
Kod artykułu		EAS120C	EAS150C	EAS200C

■ Wymiary i przyłącza





Model		EAS 120 C	EAS 150 C	EAS 200 C
Średnica zewnętrzna (z izolacją)	mm	600	600	600
Wysokość (z izolacją)	mm	833	1000	1250
Masa netto	kg	78	87	104
HV/HR (wys. montaż.)	mm	530/190	530/190	615/190
TWW/TKW (wys. montaż.)	mm	690/110	850/110	1105/110
TWZ (wys. montażu)	mm	610	740	1030
TWW/TKW (c.w.u./zimna woda)	cal	R ¾, GZ płaskouszczelniane	R ¾, GZ płaskouszczelniane	R ¾, GZ płaskouszczelniane
TWZ (cyrkulacja)	cal	R ¾, GZ płaskouszczelniane	R ¾, GZ płaskouszczelniane	R ¾, GZ płaskouszczelniane

■ Zestawy pomp ładujących

Typ	Opis
LS-U C BOB	 **Uniwersalny zestaw ładowania podgrzewacza c.w.u. do BOB 20 i 25 zawiera:** • części śrubunkowe, • zawór zwrotny, • pompę energooszczędną Grundfos UPM3 Flex 15-50, • czujnik c.w.u. • uszczelki.

■ Anoda

Typ	Opis
FA	 **Anoda zasilana prądem** do ochrony emaliowanych podgrzewaczy c.w.u. w miejsce anody magnezowej dzięki potencjałowo wysterowanemu zasilaniu z zewnętrznego źródła. Stosowane do podgrzewaczy EAS i EAS-T.

■ **Podgrzewacze c.w.u.**



Zakres dostawy:

- Stojący zasobnikowy podgrzewacz z wężownicą grzejną.
- Pokrywa górna otworu rewizyjnego.
- Termometr.
- Rewizja.
- Ochronna anoda magnezowa.
- Powłoka emalierska wg DIN 4753 cz. 3.
- Izolacja cieplna z poliuretanu PU (bezfreonowa) z okrągłą obudową stalową lakierowaną proszkowo w kolorze białym.
- Przyłącza zasilania, powrotu, zimnej i ciepłej wody oraz cyrkulacji umiejscowione z tyłu na ścianie bocznej.

Dostawa: podgrzewacz w otulinie piankowej z zamontowaną obudową stalową, na palecie.

■ **Dane techniczne**

Model		**EAS 300 C**	**EAS 400 C**	**EAS 500 C**
Pojemność	l	300	400	500
Powierzchnia wymiany ciepła (po stronie grzewczej)	m^2	1,45	1,8	1,9
Pojemność wężownicy	l	9,9	12,2	13,1
Klasa efektywności energetycznej		C	C	C
Wydajność ciągła c.w.u. przy ϑ_{HV} = 80 °C, podgrzew c.w.u. z 10 na 45 °C	kW / l/h	44/1078	62/1519	64/1568
Wydajność ciągła c.w.u. przy ϑ_{HV} = 80 °C, podgrzew c.w.u. z 10 na 60 °C	kW / l/h	37/636	52/894	55/946
Liczba mocy przy ϑ_{HV}=80 °C, ϑ_{SP} = 60 °C	N_L	9,0	16,0	19,0
Maks. ciśnienie robocze	bar	10	10	10
Nr zamówieniowy		632058	632065	632072
Kod artykułu		EAS300C	EAS400C	EAS500C

■ **Dane dla 2 podgrzewaczy**

	EAS 300 C	**EAS 400 C**	**EAS 500 C**
Pojemność	600	800	1000
Liczba mocy przy ϑ_{HV} = 80 °C, ϑ_{Sp} = 60 °C	22,5	40	47,5
Wydajność ciągła c.w.u. przy ϑ_{HV} = 80 °C z 10 na 45 °C	88/2156	124/3038	128/3136

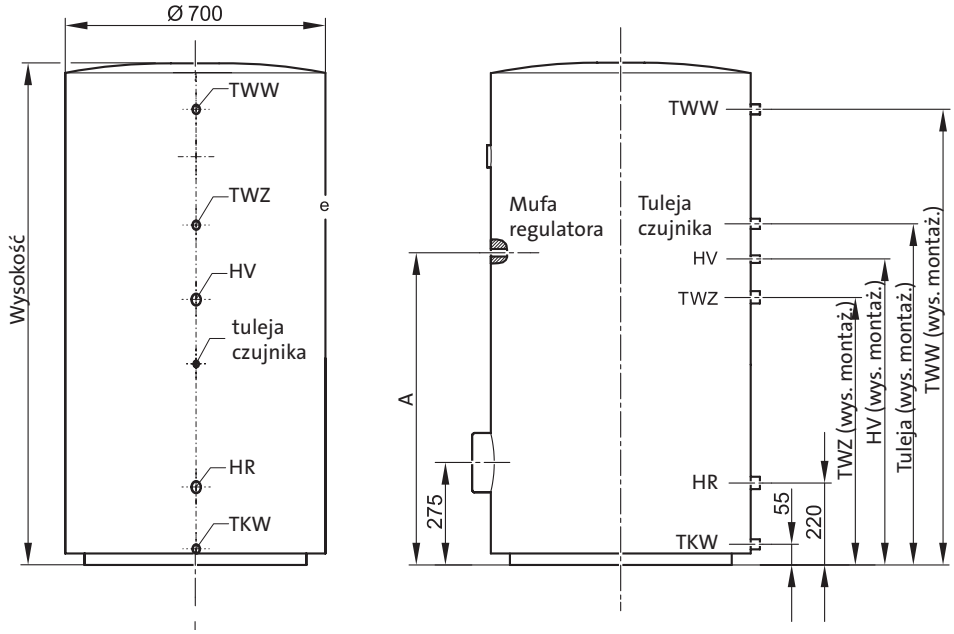
■ **Dane dla 3 podgrzewaczy**

	EAS 300 C	**EAS 400 C**	**EAS 500 C**
Pojemność	900	1200	1500
Liczba mocy przy ϑ_{HV} = 80 °C, ϑ_{Sp} = 60 °C	36	64	76
Wydajność ciągła c.w.u. przy ϑ_{HV} = 80 °C z 10 na 45 °C	132/3234	186/4557	192/4704

■ **Dane dla 4 podgrzewaczy**

	EAS 300 C	**EAS 400 C**	**EAS 500 C**
Pojemność	1200	1600	2000
Liczba mocy przy ϑ_{HV} = 80 °C, ϑ_{Sp} = 60 °C	45	80	95
Wydajność ciągła c.w.u. przy ϑ_{HV} = 80 °C z 10 na 45 °C	176/4312	248/6076	256/6272

■ Wymiary i przyłącza



■ Dane techniczne

Model		EAS 300 C	EAS 400 C	EAS 500 C
Średnica zewnętrzna (z izolacją)	mm	700	700	700
Wymiar w przechyle (z izolacją)	mm	1507	1766	2073
Wysokość (z izolacją)	mm	1334	1621	1951
Masa netto	kg	102	111	128
HV/HR (Wys. montaż.)	mm	720/220	908/220	965/220
TWW/TKW (Wys. montaż.)	mm	1226/55	1523/55	1853/55
TWZ (Wys. montaż.)	mm	918	1111	1264
TWW/TKW (c.w.u./zimna woda)	cal	R 1, GZ płaskouszczelniane	R 1, GZ płaskouszczelniane	R 1, GZ płaskouszczelniane
TWZ (cyrkulacja)	cal	R ¾, GZ płaskouszczelniane	R ¾, GZ płaskouszczelniane	R ¾, GZ płaskouszczelniane

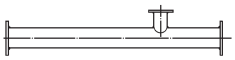
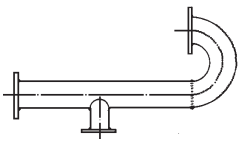
■ Regulatory podgrzewacza

Typ	Opis
SR TR	 **Regulator podgrzewacza** Do zamontowania w podgrzewaczu EAS 300-500. Zawiera tuleję zanurzeniową 1/2˝ i przewód elektryczny

■ Anoda

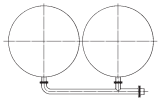
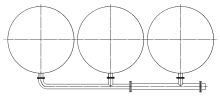
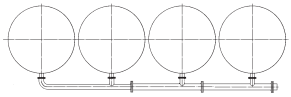
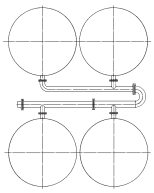
Typ	Opis
ESA	 **Anoda zasilana prądem** Do ochrony emaliowanych podgrzewaczy c.w.u. w miejsce anody magnezowej dzięki potencjałowo wysterowanemu zasilaniu z zewnętrznego źródła. Stosowane do podgrzewaczy EAS i EAS-T.

■ Przewody połączeniowe

Typ	Opis	
VL G		**Podstawowy zestaw montażowy do 2 podgrzewaczy** Zawiera: • orurowanie zasilania i powrotu obiegu c.o., • kołnierze i gwinty przyłączeniowe, • śruby i uszczelki.
VL E		**Zestaw rozszerzający orurowania** Do przyłączenia 3 i 4 podgrzewacza szeregowo do zestawu podstawowego. Zawiera: • orurowanie zasilania i powrotu obiegu c.o., • kołnierze i gwinty przyłączeniowe, • śruby i uszczelki.
VL B		**Zestaw blokowy** Rozszerzający, kątowy do ustawienia podgrzewaczy w blok. Zawiera: • orurowanie zasilania i powrotu obiegu c.o., • kołnierze i gwinty przyłączeniowe, • śruby i uszczelki.

■ Kombinacja ustawień podgrzewaczy

Przewody połączeniowe nadają się do równoległego połączenia instalacji wody grzewczej w układzie Tichelmanna dla 2, 3 lub 4 podgrzewaczy. Składają się z kompletnego orurowania zasilania i powrotu.

1 x VLG	1 x VLG + 1 x VLE	1 x VLG + 2 x VLE	1 x VLG + 1 x VLE + 1 x VLB
			

■ Podgrzewacze leżące c.w.u.



Zakres dostawy:

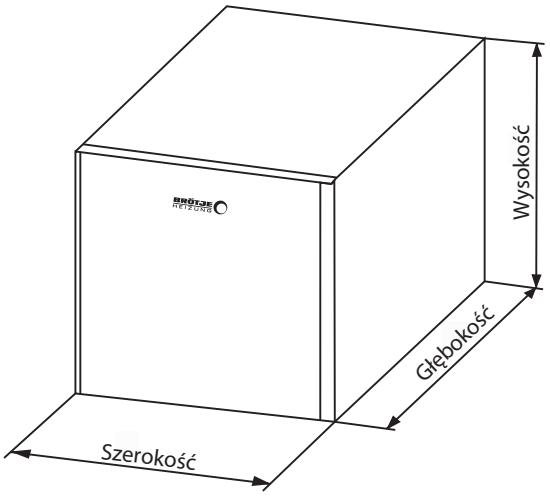
- Leżący podgrzewacz wody z gładką wężownicą spiralną.
- Izolacja cieplna z poliuretanu PU (bezfreonowa).
- Dwie tuleje zanurzeniowe.
- Ochronna anoda magnezowa.
- Pokrywa przednia otworu rewizyjnego.
- Obudowa stalowa z zaokrąglonymi narożnikami w kolorze białym.
- Powłoka emalierska wg DIN 4753 cz.3.

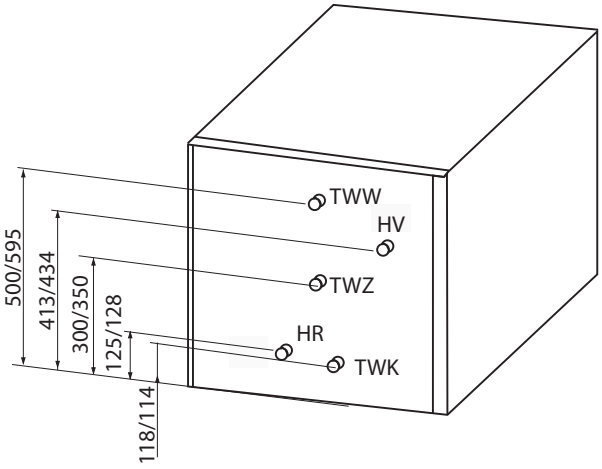
Dostawa:

- Podgrzewacz w otulinie piankowej z zamontowaną obudową stalową, na palecie.
- Możliwość postawienia kotła na podgrzewaczu.

■ Dane techniczne

Model		**EAS-T 150 D**	**EAS-T 200 D**
Pojemność	l	150	200
Powierzchnia wymiany ciepła (po stronie grzewczej)	m^2	0,93	0,94
Pojemność wężownicy	l	6,6	6
Klasa efektywności energetycznej		B	B
Wydajność ciągła c.w.u. przy ϑ_{HV} = 80 °C, podgrzew c.w.u. z 10 na 45 °C	kW / l/h	28,7/710	30/740
Wydajność ciągła c.w.u. przy ϑ_{HV} = 80 °C, podgrzew c.w.u. z 10 na 60 °C	kW / l/h	24/410	28/475
Liczba mocy przy ϑ_{HV}=80 °C, ϑ_{SP} = 60 °C	N_L	2,1	3,1
Maks. ciśnienie robocze	bar	10	10
Cena	**€**	**1153,00**	**1323,00**
Nr zamówieniowy		7670495	7670496
Kod artykułu		EAST150D	EAST200D





■ Wymiary i przyłącza

Model		EAS-T 150 D	EAS-T 200 D
Szerokość	mm	600	700
Wysokość (z izolacją)	mm	600	700
Głębokość (długość)	mm	1000	990
Masa netto	kg	76	93
HV/HR - Wys. montaż.	mm	413/135	444/138
TWW/TKW - Wys. montaż.	mm	510/128	605/124
TWZ - Wys. montaż.	mm	310	360
TWW/TKW (c.w.u./zimna woda)	cal	R ¾, GZ płaskouszczelniane	R ¾, GZ płaskouszczelniane
TWZ (cyrkulacja)	cal	R ¾, GZ płaskouszczelniane	R ¾, GZ płaskouszczelniane

■ Zestawy pompowe c.w.u

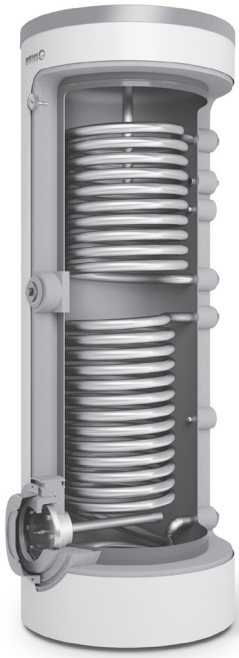
Typ	Opis	
LPS-T 25 B		**Uniwersalny zestaw ładowania podgrzewacza leżącego c.w.u. do BGB EVO 15 – 38 l** Zawiera: • części śrubunkowe, • zawór zwrotny, • pompę o wysokiej efektywności Grundfos UPM3 Flex, • elastyczne, ukształtowane i zaizolowane orurowanie rur przyłączeniowych zasilania i powrotu do podgrzewacza, • czujnik c.w.u., • uszczelki.
LS-T C BOB		**Uniwersalny zestaw ładowania podgrzewacza leżącego c.w.u. do BOB 20 i 25** Zawiera: • części śrubunkowe, • zawór zwrotny, • pompę o wysokiej efektywności UPM3 Flex, • elastyczne, ukształtowane i zaizolowane orurowanie rur przyłączeniowych, • zasilania i powrotu do podgrzewacza, • czujnik c.w.u., • uszczelki.

■ Anoda

Typ	Opis	
ESA		**Anoda zasilana prądem** Do ochrony emaliowanych podgrzewaczy c.w.u. w miejsce anody magnezowej dzięki potencjałowo wysterowanemu zasilaniu z zewnętrznego źródła. Stosowane do podgrzewaczy EAS i EAS-T.

2.6.3. SSB 300 B, 400 B, 500 B - stojące i SSB 300 ECO B - solarny, stojący

■ Podgrzewacze c.w.u. stojące



Zakres dostawy:

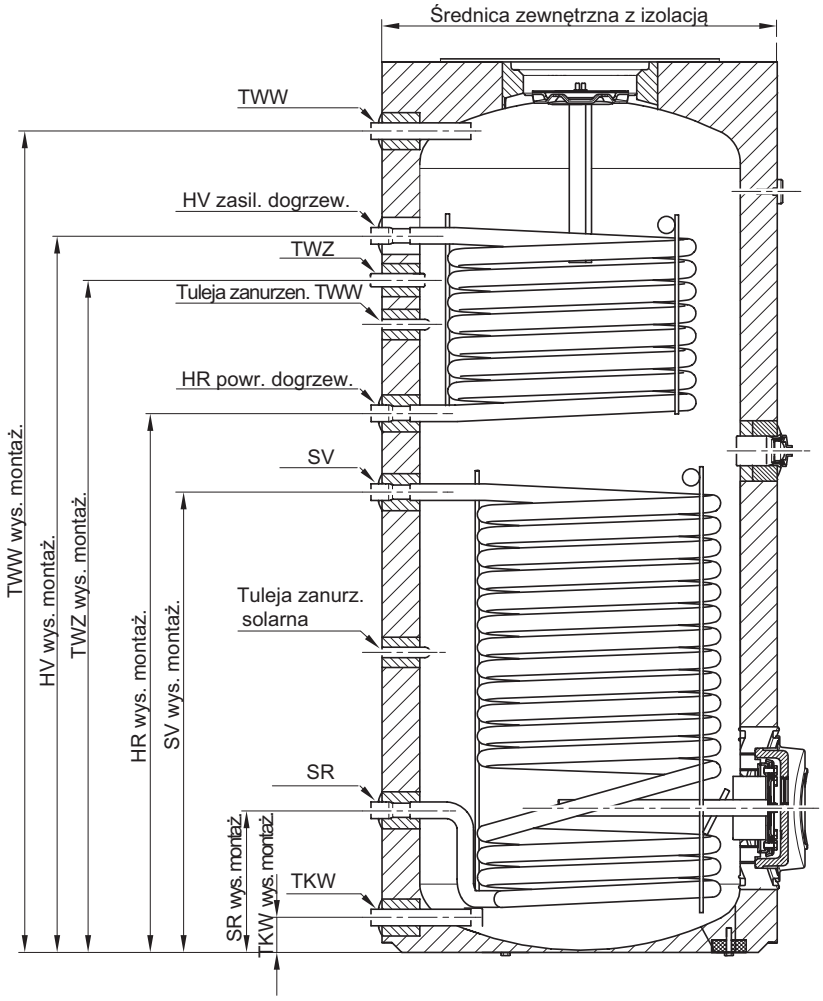
- Biwalentny podgrzewacz c.w.u. z wysoko skuteczną izolacją cieplną z PU (bezfreonowa).
- 2 wężownice grzejne z rur gładkich.
- Pokrywa rewizji z przodu.
- 2 tuleje zanurzeniowe 16 mm.
- 2 magnezowe anody ochronne.
- Powłoka emalierska wg DIN 4753 cz. 3.
- Termometr.
- Króciec 1 ½˝ do grzałki.

Dostawa: podgrzewacz w obudowie drewnianej na palecie.

■ Dane techniczne

Model		**SSB 300 B**	**SSB 400 B**	**SSB 500 B**
Pojemność	l	295	385	495
Powierzchnia wymiany ciepła (po stronie grzewczej)	m^2	1,3	1,3	1,3
Powierzchnia wymiany ciepła (po stronie solarnej)	m^2	1,8	2,2	2,5
Klasa efektywności energetycznej		B	C	C
Wydajność ciągła c.w.u. przy ϑ_{HV} = 80 °C, podgrzew c.w.u. z 10 na 45 °C	kW / l/h	37/910	37/910	37/910
Maksymalna dopuszczalna temp. wody	°C	95	95	95
Maks. ciśnienie robocze	bar	10	10	10
Nr zamówieniowy		815901	815918	815925
Kod artykułu		SSB300B	SSB400B	SSB500B

■ **Wymiary i przyłącza**



Model		**SSB 300 B**	**SSB 400 B**	**SSB 500 B**
Średnica zewn. z izolacją	mm	650	750	800
Wymiar w przechyle (z izolacją)	mm	1927	1849	1926
Wysokość (z izolacją)	mm	1814	1690	1806
Masa netto	kg	125	157	185
TWW/TKW (wysokość)	mm	1694/70	1559/66	1666/71
TWZ (wysokość)	mm	1377	1288	1363
SV/SR (wysokość)	mm	940/287	900/288	933/288
TWW/TKW (c.w.u./zimna woda)	cal	R 1 GZ	R 1 GZ	R 1 GZ
TWZ (cyrkulacja)	cal	R ¾ GZ	R ¾ GZ	R ¾ GZ
SV/SR (zasil./powrót solara)	cal	R 1 GZ	R 1 GZ	R 1 GZ

■ Podgrzewacz solarny c.w.u.



Zakres dostawy:

- Biwalentny podgrzewacz c.w.u. z wysoko skuteczną izolacją cieplną z PU (bezfreonowa).
- 2 wężownice grzejne z rur gładkich.
- Pokrywa rewizji z przodu.
- 2 tuleje zanurzeniowe 16 mm.
- 2 magnezowe anody ochronne.
- Powłoka emalierska wg DIN 4753 cz. 3.
- Termometr.
- Króciec 1½˝ do grzałki.

Dostawa: na palecie w izolacji cieplnej.

■ Dane techniczne

Model		**SSB 300 Eco B**
Pojemność	l	300
Powierzchnia wymiany ciepła (po stronie grzewczej)	m^2	0,76
Powierzchnia wymiany ciepła (po stronie solarnej)	l	1,2
Klasa efektywności energetycznej		C
Wydajność ciągła c.w.u. przy ϑ_{HV} = 80 °C, podgrzew c.w.u. z 10 na 45 °C	kW / l/h	24/590
Liczba mocy przy ϑ_{HV}=80 °C, ϑ_{SP} = 60 °C	N_L	2,1
Maksymalna dopuszczalna temp. wody	°C	95
Maks. ciśnienie robocze	bar	10
Nr zamówieniowy		815895
Kod artykułu		SSB300ECO

■ Wymiary i przyłącza

Model		**SSB 300 Eco B**
Średnica zewnętrzna (z izolacją)	mm	600
Wymiar w przechyle (z izolacją)	mm	1892
Wysokość (z izolacją)	mm	1794
Masa netto	kg	112
TWW/TKW (wys. montaż.)	mm	1694/70
TWZ (wys. montaż.)	mm	1252
SV/SR (wys. montaż.)	mm	752/287
TWW/TKW (c.w.u./zimna woda)	cal	R1, GZ
TWZ (cyrkulacja)	cal	R¾, GZ
SV/SR (zasil./powrót solarne)	cal	R1, GZ

■ **Wyposażenie dodatkowe podgrzewacza solarnego SSB B**

Typ	Opis	
AS SP		**Zestaw przyłączeniowy 18mm** Śrubunek kątowy z odpowietrznikiem i śrubunek kątowy z zaworem spustowym. 2 śrubunki zaciskowe 18 mm.
AS SP 22		**Zestaw przyłączeniowy 22mm** Śrubunek kątowy z odpowietrznikiem i śrubunek kątowy z zaworem spustowym. 2 śrubunki zaciskowe 22 mm.

2.7. Pompy ciepła

2.7.1. Pompa ciepła BLW Split D 4-8 kW



Heat Pump KEYMARK

Ważne:
W zakresie jakości wody w instalacjach z pompami ciepła BLW należy przestrzegać wytycznych VDI 2035 oraz normy PN-C-04607:1993 P. Urządzenia podlegają regulacjom zawartym w ustawie o substancjach zubożających warstwę ozonową oraz o niektórych fluorowanych gazach cieplarnianych (ustawa o F-gazach).

Opcja:
Bez grzałki elektrycznej BG (OH) = możliwość podłączenia jednego zewnętrznego źródła ciepła.

Z grzałką elektryczną ZG (MH) = zawiera grzałkę elektryczną 6 kW o dwóch stopniach załączenia. Brak możliwości podłączenia zewnętrznego źródła ciepła.

5-letni okres gwarancji na urządzenie.

Pompa ciepła posiada znak jakości Heat Pump Keymark - stan na styczeń 2024

Zakres dostawy (dla obu opcji):
- pompa ciepła typu split,
- wbudowany regulator z kolorowym wyświetlaczem, umożliwiający monitorowanie stanu pracy i regulację pogodową 1 ob. grzewczego bez mieszacza i ob. przygotowania c.w.u. (ułatwiona diagnostyka poprzez wyświetlanie informacji o błędach),
- możliwość rozbudowy automatyki pompy ciepła o dodatkowy obieg grzewczy (wyposażenie dodatkowe),
- wbudowana pompa obiegowa o wysokiej efektywności,
- możliwość pracy biwalentnej, częściowo równoległej,
- możliwa realizacja funkcji chłodzenia (w przypadku potrzeby zastosowania pomp ciepła BLW Split D R32 w funkcji chłodzenia prosimy o kontakt z Działem Technicznym),
- czujnik temperatury zewnętrznej w zakresie dostawy,
- wysoki współczynnik wydajności COP,
- regulowana wydajność sprężarki, zapewniająca dopasowanie się pompy ciepła do zapotrzebowania na ciepło,
- maksymalna temperatura zasilania + 60 °C,
- praca pompy ciepła do min. temperatury zewnętrznej -20 °C,
- napełniona czynnikiem chłodniczym R32,
- wbudowany ogranicznik prądu rozruchowego,
- filtr magnetyczny do zamontowania na powrocie z instalacji c.o. w zakresie dostawy,
- aluminiowo-miedziany parownik o dużej powierzchni wymiany ciepła,
- skraplacz (wymiennik płytowy) o dużej powierzchni wymiany ciepła wykonany ze stali nierdzewnej,
- szczególnie cicha praca dzięki odsprzężeniu akustycznemu i wibracyjnemu sprężarki i układu chłodniczego,
- skuteczny system przeciwzamrożeniowy jednostki zewnętrznej,
- bardzo cichy i wydajny, wykonany z tworzywa sztucznego wentylator osiowy w jednostce zewnętrznej,
- zamontowany fabrycznie w jednostce wewnętrznej: zawór bezpieczeństwa, odpowietrznik,
- możliwość zamontowania w jednostce wewnętrznej naczynia wzbiorczego 8l (wyposażenie dodatkowe).

Zakres dostawy: jednostka zewnętrzna i wewnętrzna zapakowane w kartonach na oddzielnych paletach.

■ Wyposażenie pompy ciepła bez grzałki (OH)

	BLW Split 4 D OH	BLW Split 6 D OH	BLW Split 8 D OH
Konstrukcja	Inwerter Split	Inwerter Split	Inwerter Split
Pompa obiegowa	●	●	●
Inwerter	●	●	●
Licznik energii	Δ	Δ	Δ
Podgrzewacz c.w.u.	Δ	Δ	Δ
Drugie źródło ciepła	Δ	Δ	Δ

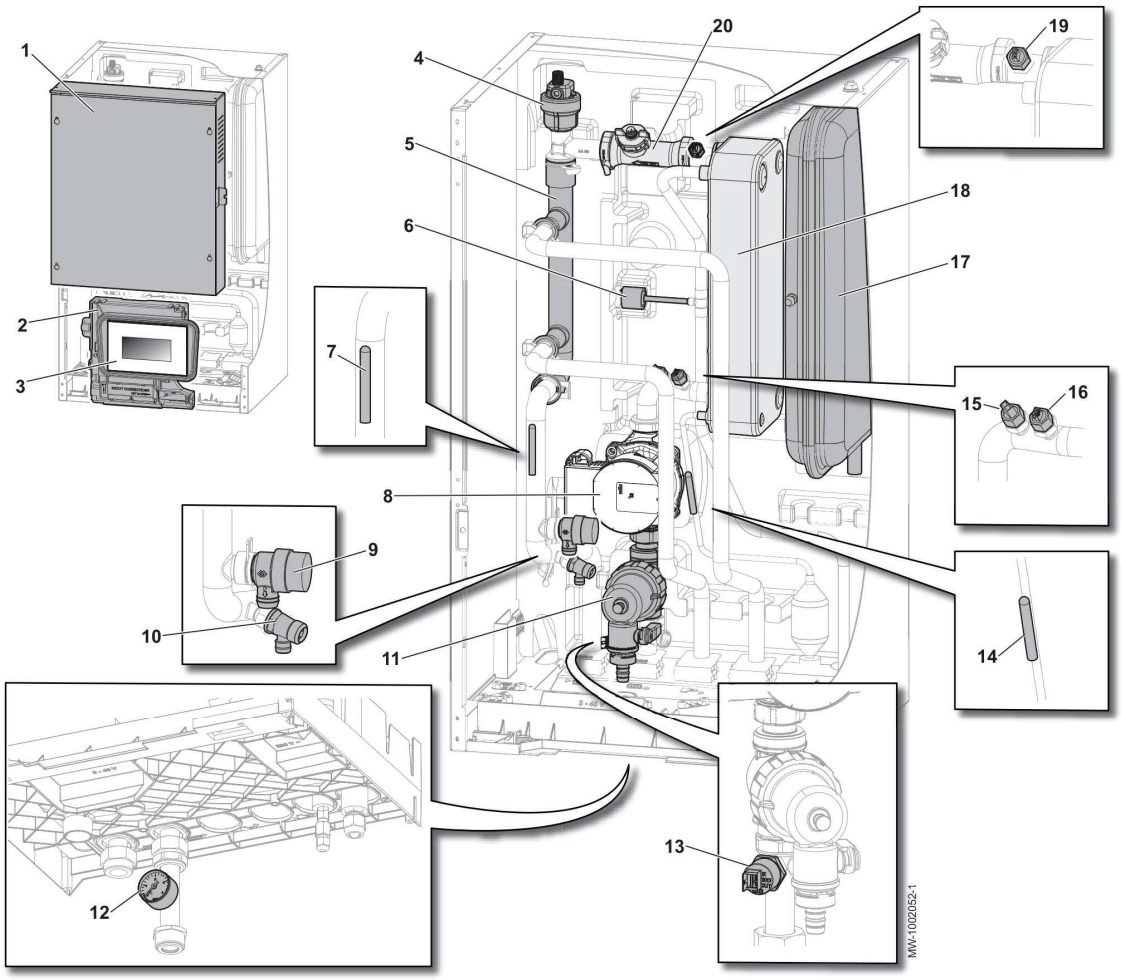
■ Wyposażenie pompy ciepła z grzałką (MH)

	BLW Split 4 D MH	BLW Split 6 D MH	BLW Split 8 D MH
Konstrukcja	Inwerter Split	Inwerter Split	Inwerter Split
Pompa obiegowa	●	●	●
Inwerter	●	●	●
Licznik energii	Δ	Δ	Δ
Podgrzewacz c.w.u.	Δ	Δ	Δ
Grzałka elektryczna	●	●	●

● w zakresie dostawy Δ wyposażenie dodatkowe

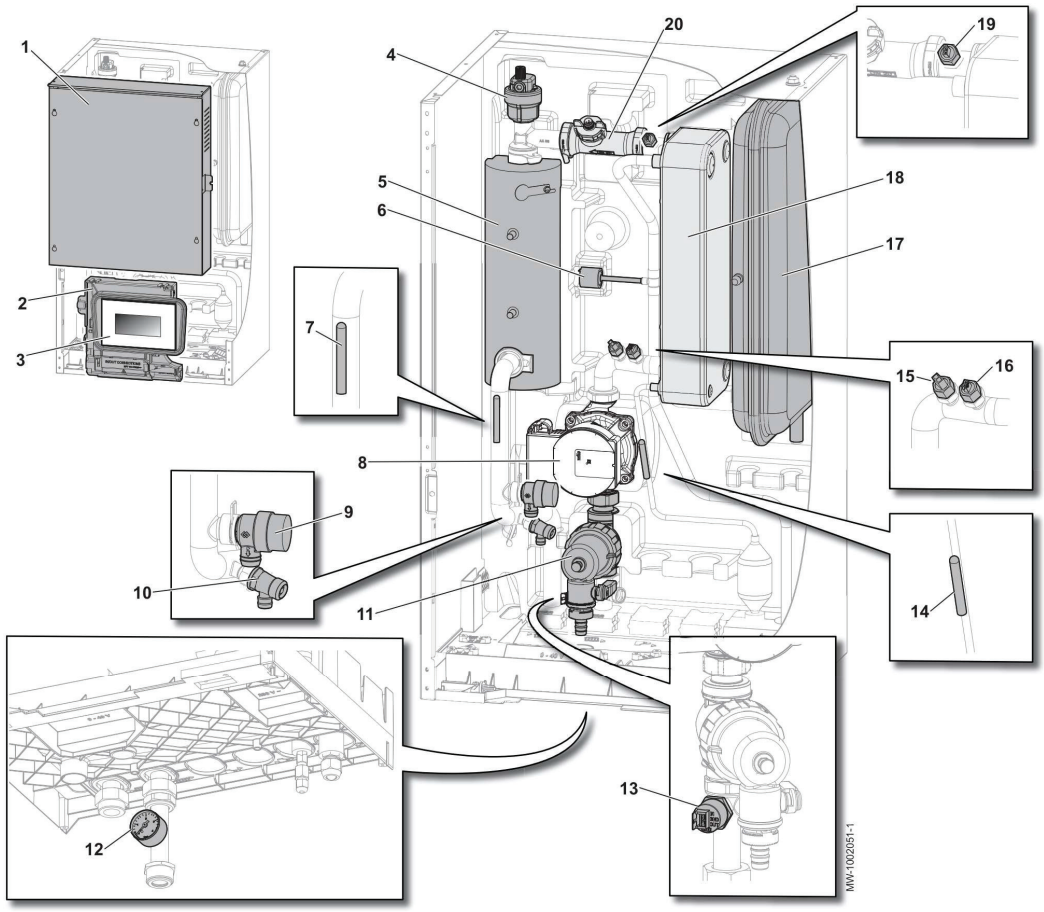
■ Główne elementy

Jednostka wewnętrzna BLW Split D 4-8 kW bez grzałki (OH)



1 Tablica rozdzielcza
2 Wspornik konsoli sterowniczej
3 Konsola sterownicza
4 Odpowietrznik
5 Sprzęgło hydrauliczne
6 Czujnik ciśnienia w obiegu czynnika chłodniczego
7 Czujnik temperatury zasilania obiegu c.o. (płytka elektroniczna EHC–08)
8 Pompa obiegowa
9 Zawór bezpieczeństwa
10 Zawór spustowy
11 Filtr magnetyczny
12 Manometr mechaniczny
13 Czujnik ciśnienia (płytka elektroniczna EHC–08)
14 Czujnik temperatury w obiegu czynnika chłodniczego
15 Czujnik temperatury powrotu ze skraplacza (płytka elektroniczna EHC–08)
16 Czujnik temperatury powrotu ze skraplacza (płytka elektroniczna FTC2BR)
17 Naczynie wzbiorcze (8 litrów, dostępne jako wyposażenie dodatkowe)
18 Płytowy wymiennik ciepła (skraplacz)
19 Czujnik temperatury zasilania skraplacza (płytka elektroniczna FTC2BR)
20 Przepływomierz + czujnik temperatury zasilania skraplacza (płytka elektroniczna EHC–08)

Jednostka wewnętrzna BLW Split D 4-8 kW z grzałką (MH)



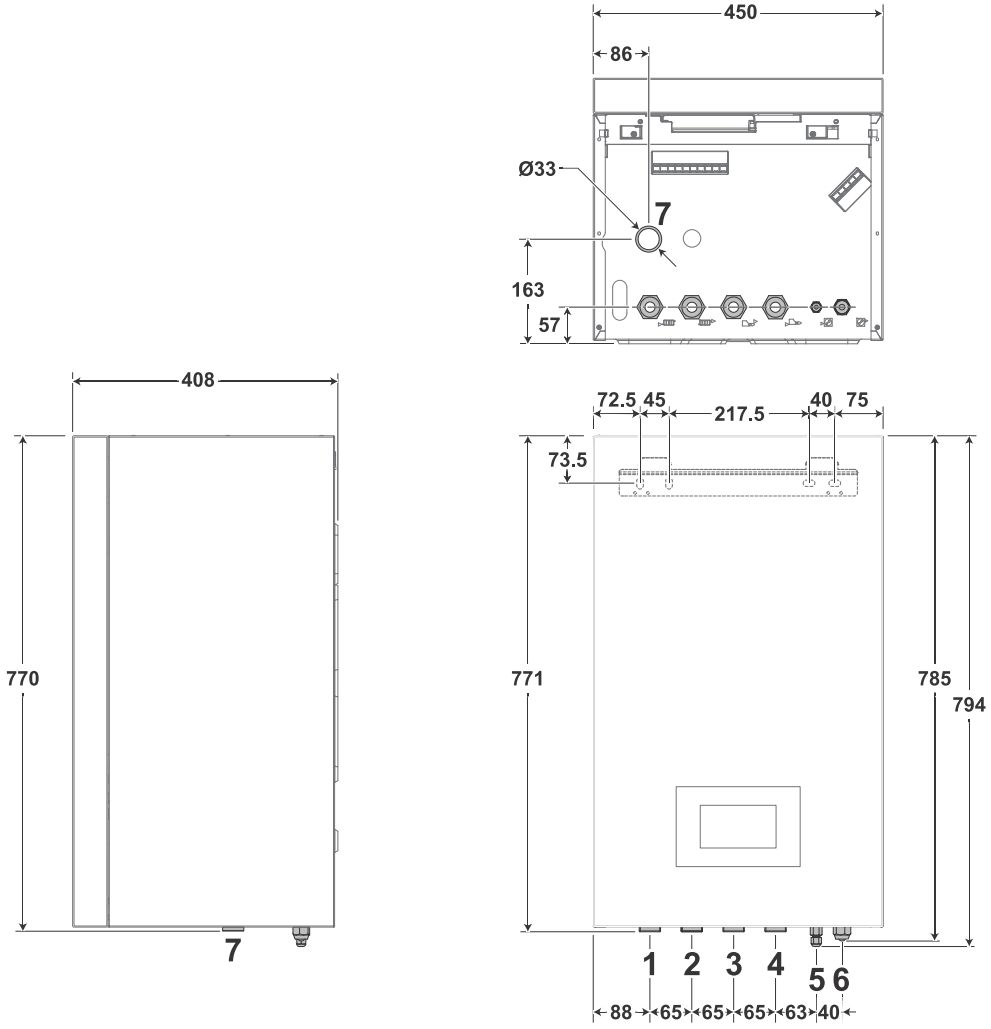
1 Tablica rozdzielcza
2 Wspornik konsoli sterowniczej
3 Konsola sterownicza
4 Odpowietrznik
5 Grzałka elektryczna
6 Czujnik ciśnienia w obiegu czynnika chłodniczego
7 Czujnik temperatury zasilania obiegu c.o. (płytka elektroniczna EHC–08)
8 Pompa obiegowa
9 Zawór bezpieczeństwa
10 Zawór spustowy
11 Filtr magnetyczny
12 Manometr mechaniczny
13 Czujnik ciśnienia (płytka elektroniczna EHC–08)
14 Czujnik temperatury w obiegu czynnika chłodniczego
15 Czujnik temperatury powrotu ze skraplacza (płytka elektroniczna EHC–08)
16 Czujnik temperatury powrotu ze skraplacza (płytka elektroniczna FTC2BR)
17 Naczynie wzbiorcze (8 litrów, dostępne jako wyposażenie dodatkowe)
18 Płytowy wymiennik ciepła (skraplacz)
19 Czujnik temperatury zasilania skraplacza (płytka elektroniczna FTC2BR)
20 Przepływomierz + czujnik temperatury zasilania skraplacza (płytka elektroniczna EHC–08)

■ Dane techniczne

Model	BLW Split 4 D	BLW Split 6 D	BLW Split 8 D
Konstrukcja	Inwerter Split	Inwerter Split	Inwerter Split
Moc cieplna A2/W35, kW	3,71	5,34	6,54
Współczynnik efektywności COP A2/W35	4,11	3,68	3,04
Moc cieplna A7/W35, kW	4,60	6,40	7,60
Współczynnik efektywności COP A7/W35	5,20	5,00	4,77
Moc chłodzenia A35/W18, kW	6,00	7,00	7,10
Współczynnik efektywności energetycznej EER A35/W18	5,18	4,88	4,88
Zasilanie jednostki zewnętrznej, V	230	230	230
Poziom mocy akustycznej w pomieszczeniu / na zewnątrz, dB(A)	33/58	33/58	33/59
Minimalna długość instalacji chłodniczej, m	5	5	5

■ Wymiary i przyłącza pompy ciepła bez grzałki

Rys. Jednostka wewnętrzna BLW Split D 4-8 kW bez grzałki (OH)



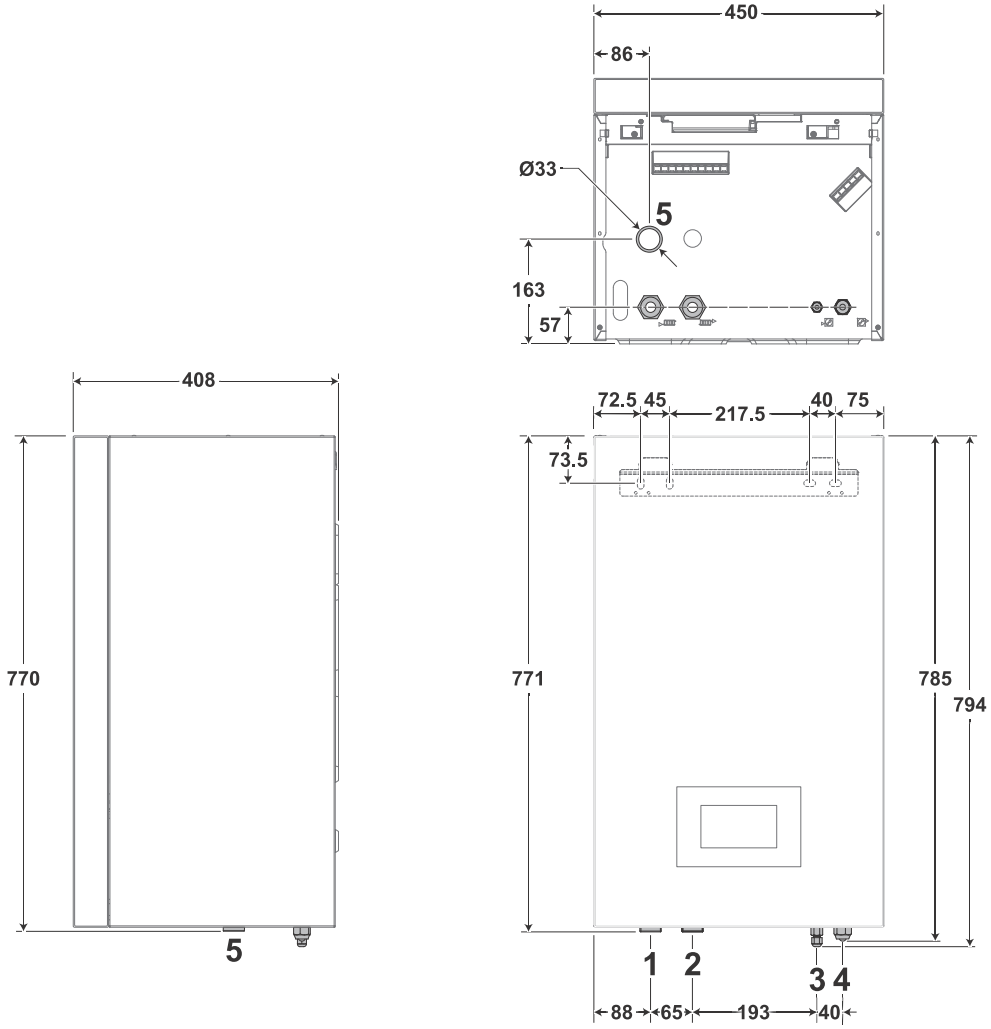
1 Zasilanie obiegu c.o. G 1"
2 Powrót z obiegu c.o. G 1"
3 Podłączenie do zasilania kotła wspomagającego G 1"
4 Podłączenie do powrotu kotła wspomagającego G 1"
5 Złącze przewodu czynnika chłodniczego 1/4″ – przewód cieczy
6 Złącze przewodu czynnika chłodniczego 1/2″ – przewód gazu
7 Otwór odprowadzenia kondensatu

■ Dane techniczne jednostki wewnętrznej

Model	BLW Split 4 D OH	BLW Split 6 D OH	BLW Split 8 D OH
Szerokość, mm	450	450	450
Wysokość, mm	770	770	770
Głębokość, mm	408	408	408
Masa, kg	29,4	29,4	29,4
Podłączenie obiegu c.o., cal	1 GZ	1 GZ	1 GZ
Podłączenie kotła wspomagającego, cal	1 GZ	1 GZ	1 GZ
Podłączenie czynnika chłodniczego, cal	1/4 - 1/2	1/4 - 1/2	1/4 - 1/2

■ Wymiary i przyłącza pompy ciepła z grzałką

Rys. Jednostka wewnętrzna BLW Split D 4-8 kW z grzałką (MH)



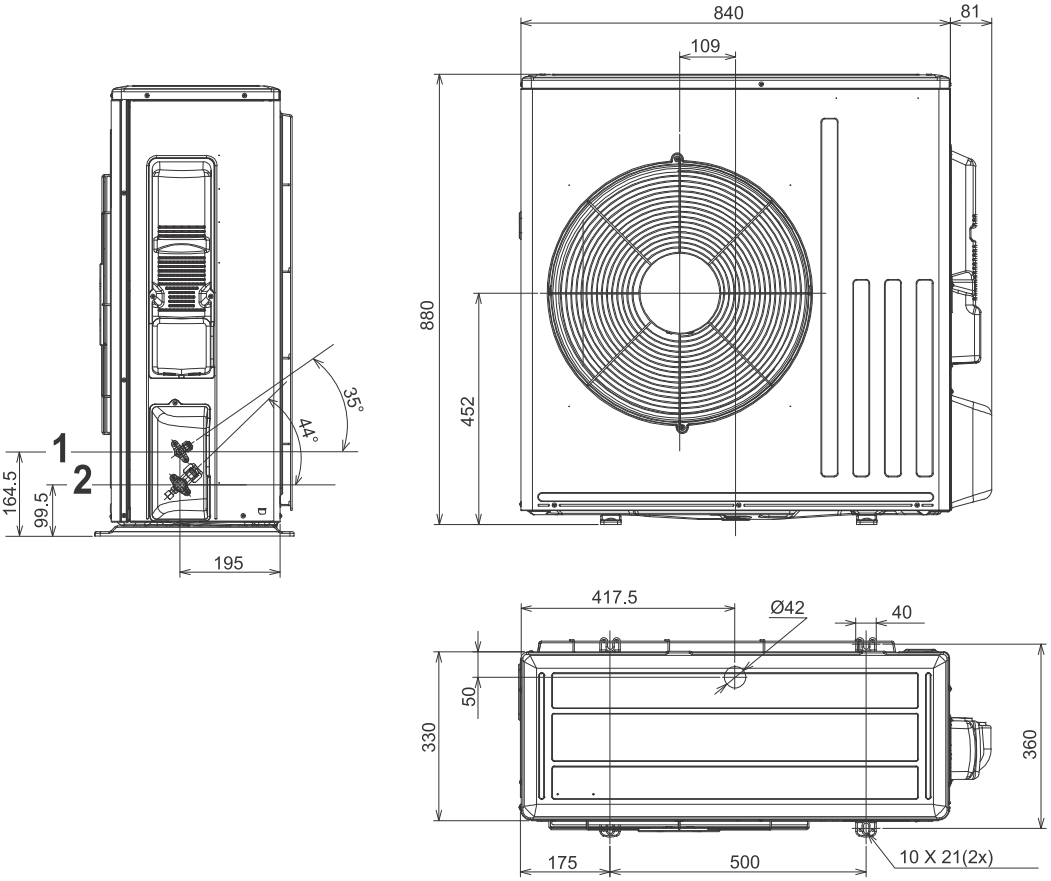
1 Zasilanie obiegu c.o. G 1"
2 Powrót z obiegu c.o. G 1"
3 Złącze przewodu czynnika chłodniczego 1/4″ – przewód cieczy
4 Złącze przewodu czynnika chłodniczego 1/2″ – przewód gazu
5 Otwór odprowadzenia kondensatu

■ Dane techniczne jednostki wewnętrznej

Model	BLW Split 4 D MH	BLW Split 6 D MH	BLW Split 8 D MH
Szerokość, mm	450	450	450
Wysokość, mm	770	770	770
Głębokość, mm	408	408	408
Masa, kg	29,9	29,9	29,9
Podłączenie obiegu c.o., cal	1 GZ	1 GZ	1 GZ
Podłączenie czynnika chłodniczego, cal	1/4 - 1/2	1/4 - 1/2	1/4 - 1/2

■ Wymiary i przyłącza jednostki zewnętrznej

Rys. Jednostka zewnętrzna BLW Split D 4-8 kW



1 Złącze przewodu czynnika chłodniczego 1/4″ – przewód cieczy

2 Złącze przewodu czynnika chłodniczego 1/2″ – przewód gazu

Osprzęt zalecany*

■ Zbiornik buforowy Brötje do pomp ciepła

Typ	Opis
PSW 100	Zbiornik buforowy PSW 100

■ Podgrzewacze c.w.u. Trinnity do pomp ciepła

Typ	Opis
PC1T 200	Podgrzewacz c.w.u. Trinnity PC1T 200 do współpracy z pompą ciepła
PC1T 300	Podgrzewacz c.w.u. Trinnity PC1T 300 do współpracy z pompą ciepła
PC1T 400	Podgrzewacz c.w.u. Trinnity PC1T 400 do współpracy z pompą ciepła
PC1T 500	Podgrzewacz c.w.u. Trinnity PC1T 500 do współpracy z pompą ciepła

■ Zbiorniki buforowe Trinnity do pomp ciepła

Typ	Opis
BW 80	Zbiornik buforowy Trinnity BW 80 wiszący
BW 100	Zbiornik buforowy Trinnity BW 100 wiszący

■ Zbiorniki buforowe Trinnity w izolacji z kauczuku do pomp ciepła

Typ	Opis
BWK 80	Zbiornik buforowy Trinnity BWK 80 wiszący, w izolacji z kauczuku
BWK 100	Zbiornik buforowy Trinnity BWK 100 wiszący, w izolacji z kauczuku

*** Informacje techniczne w punkcie 2.7.7.**

2.7.2. Pompa ciepła BLW Split-K D 4-8 kW



Ważne:
W zakresie jakości wody w instalacjach z pompami ciepła BLW należy przestrzegać wytycznych VDI 2035 oraz normy PN-C-04607:1993 P.
Urządzenia podlegają regulacjom zawartym w ustawie o substancjach zubożających warstwę ozonową oraz o niektórych fluorowanych gazach cieplarnianych (ustawa o F-gazach).

Opcja:
Bez grzałki elektrycznej BG (OH) = możliwość podłączenia jednego zewnętrznego źródła ciepła.

Z grzałką elektryczną ZG (MH) = zawiera grzałkę elektryczną 6 kW o dwóch stopniach załączenia. Brak możliwości podłączenia zewnętrznego źródła ciepła.

5-letni okres gwarancji na urządzenie.

Pompa ciepła posiada znak jakości Heat Pump Keymark - stan na styczeń 2024

Zakres dostawy (dla obu opcji):
- pompa ciepła typu split,
- wbudowany regulator z kolorowym wyświetlaczem, umożliwiający monitorowanie stanu pracy i regulację pogodową 1 ob. grzewczego bez mieszacza i ob. przygotowania c.w.u. (ułatwiona diagnostyka poprzez wyświetlanie informacji o błędach),
- możliwość rozbudowy automatyki pompy ciepła o dodatkowy obieg grzewczy (wyposażenie dodatkowe),
- wbudowana pompa obiegowa o wysokiej efektywności,
- możliwość pracy biwalentnej, częściowo równoległej,
- możliwa realizacja funkcji chłodzenia (w przypadku potrzeby zastosowania pomp ciepła BLW Split-K D R32 w funkcji chłodzenia prosimy o kontakt z Działem Technicznym),
- czujnik temperatury zewnętrznej w zakresie dostawy,
- wysoki współczynnik wydajności COP,
- regulowana wydajność sprężarki, zapewniająca dopasowanie się pompy ciepła do zapotrzebowania na ciepło,
- maksymalna temperatura zasilania + 60 °C,
- praca pompy ciepła do min. temperatury zewnętrznej -20 °C,
- napełniona czynnikiem chłodniczym R32,
- wbudowany ogranicznik prądu rozruchowego,
- wbudowany zbiornik ciepłej wody użytkowej o pojemności 180 litrów zabezpieczony anodą tytanową,
- wbudowany 3-drogowy zawór przełączający i czujnik ciepłej wody użytkowej,
- wbudowany zawór kulowy z filtrem magnetycznym na powrocie z wężownicy podgrzewacza c.w.u.,
- filtr magnetyczny do zamontowania na powrocie z instalacji c.o. w zakresie dostawy,
- aluminiowo-miedziany parownik o dużej powierzchni wymiany ciepła,
- skraplacz (wymiennik płytowy) o dużej powierzchni wymiany ciepła wykonany ze stali nierdzewnej,
- szczególnie cicha praca dzięki odsprzężeniu akustycznemu i wibracyjnemu sprężarki i układu chłodniczego,
- skuteczny system przeciwzamrożeniowy jednostki zewnętrznej,
- bardzo cichy i wydajny, wykonany z tworzywa sztucznego wentylator osiowy w jednostce zewnętrznej,
- zamontowane fabrycznie w jednostce wewnętrznej: naczynie przeponowe 8l, manometr, zawór bezpieczeństwa, odpowietrznik.

Zakres dostawy: jednostka zewnętrzna i wewnętrzna zapakowane w kartonach na oddzielnych paletach.

■ Wyposażenie pompy ciepła bez grzałki (OH)

	BLW Split-K 4 D OH	BLW Split-K 6 D OH	BLW Split-K 8 D OH
Konstrukcja	Inwerter Split	Inwerter Split	Inwerter Split
Pompa obiegowa	●	●	●
Inwerter	●	●	●
Licznik energii	Δ	Δ	Δ
Podgrzewacz c.w.u.	●	●	●
Drugie źródło ciepła	Δ	Δ	Δ

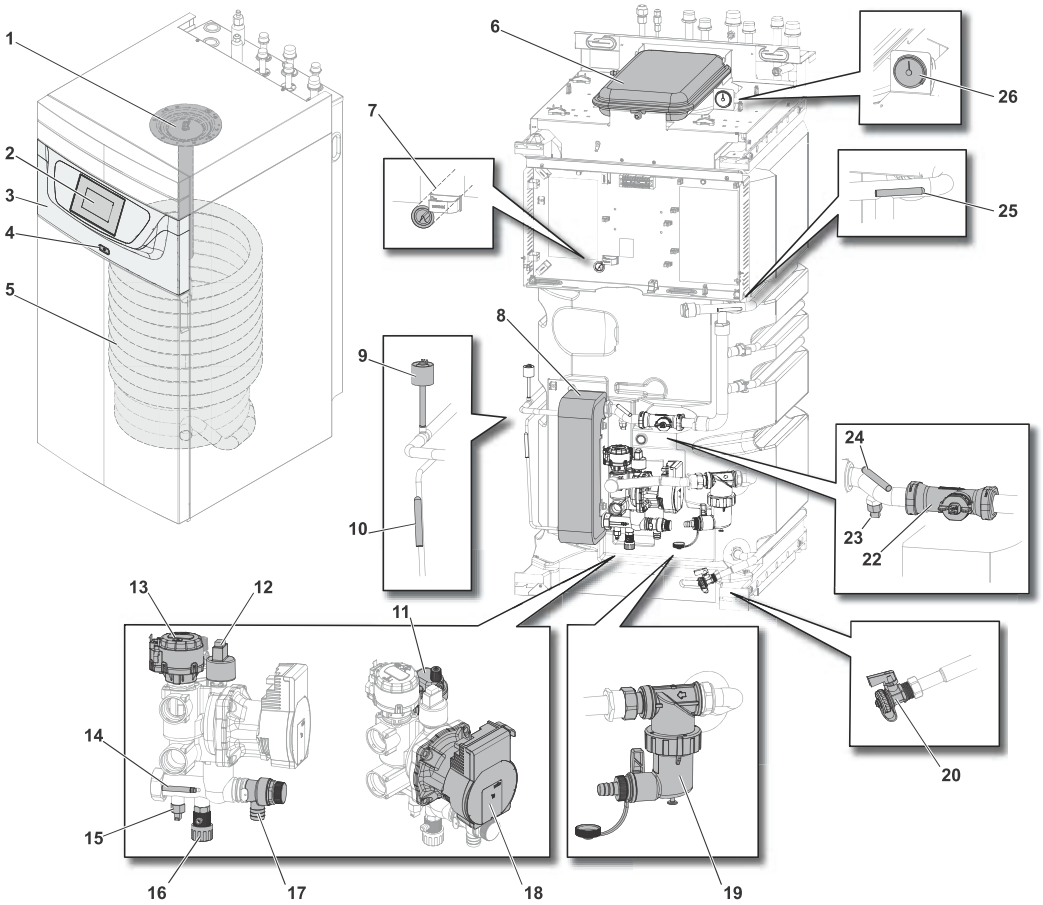
■ Wyposażenie pompy ciepła z grzałką (MH)

	BLW Split-K 4 D MH	BLW Split-K 6 D MH	BLW Split-K 8 D MH
Konstrukcja	Inwerter Split	Inwerter Split	Inwerter Split
Pompa obiegowa	●	●	●
Inwerter	●	●	●
Licznik energii	Δ	Δ	Δ
Podgrzewacz c.w.u.	●	●	●
Grzałka elektryczna	●	●	●

● w zakresie dostawy Δ wyposażenie dodatkowe

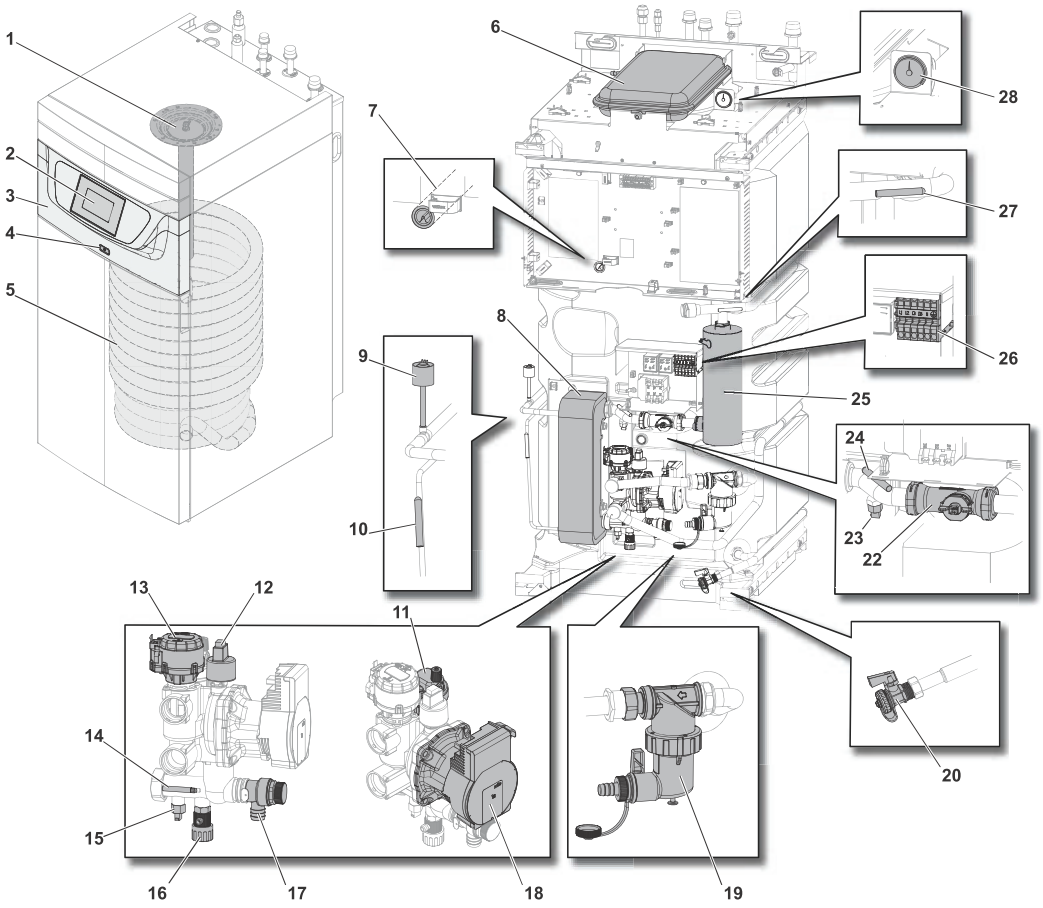
■ Główne elementy

Rys. Jednostka wewnętrzna BLW Split-K D 4-8 kW bez grzałki (OH)



1 Anoda tytanowa ACI
2 Interfejs użytkownika
3 Drzwiczki dostępu do interfejsu użytkownika
4 Przycisk ZAŁ./WYŁ.
5 Wymiennik ciepła dla wytwarzania c.w.u. w podgrzewaczu (wężownica)
6 Naczynie wzbiorcze
7 Tuleja zanurzeniowa czujnika c.w.u.
8 Płytowy wymiennik ciepła (skraplacz)
9 Czujnik ciśnienia
10 Czujnik przewodu chłodniczego
11 Odpowietrznik
12 Manometr elektroniczny
13 Zawór 3-drogowy z silnikiem przełączającym tryb c.o./ tryb c.w.u.
14 Czujnik temperatury powrotu ze skraplacza (płytka elektroniczna FTC2BR)
15 Czujnik temperatury powrotu ze skraplacza (płytka elektroniczna EHC–08)
16 Zawór odpowietrzający
17 Zawór bezpieczeństwa
18 Główna pompa obiegowa
19 Magnetyczny filtr sitowy
20 Zawór spustowy podgrzewacza c.w.u.
22 Przepływomierz
23 Czujnik temperatury zasilania skraplacza (płytka elektroniczna EHC–08)
24 Czujnik temperatury zasilania skraplacza (płytka elektroniczna FTC2BR)
25 Czujnik temperatury instalacji
26 Manometr mechaniczny

Rys. Jednostka wewnętrzna BLW Split-K D 4-8 kW z grzałką (MH)



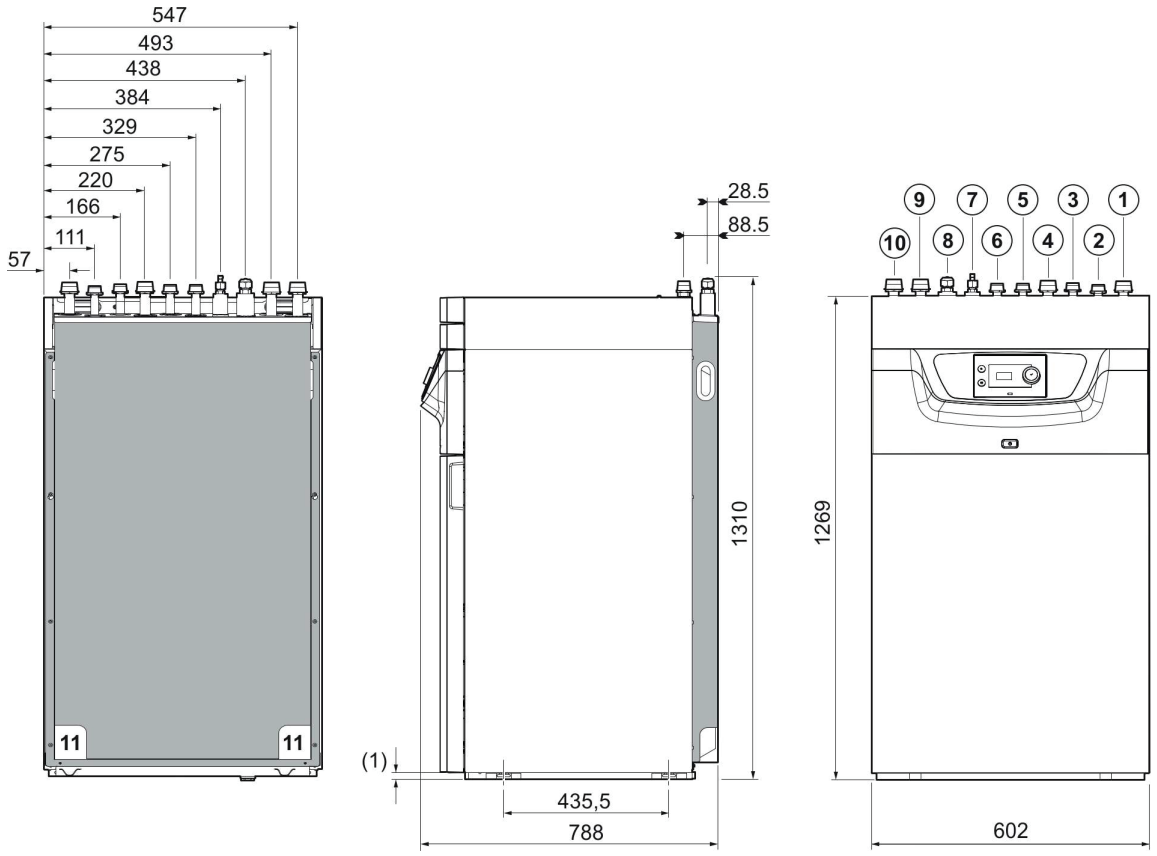
1 Anoda tytanowa ACI
2 Interfejs użytkownika
3 Drzwiczki dostępu do interfejsu użytkownika
4 Przycisk ZAŁ./WYŁ.
5 Wymiennik ciepła dla wytwarzania c.w.u. w podgrzewaczu (wężownica)
6 Naczynie wzbiorcze
7 Tuleja zanurzeniowa czujnika c.w.u.
8 Płytowy wymiennik ciepła (skraplacz)
9 Czujnik ciśnienia
10 Czujnik przewodu chłodniczego
11 Odpowietrznik
12 Manometr elektroniczny
13 Zawór 3-drogowy z silnikiem przełączającym tryb c.o./ tryb c.w.u.
14 Czujnik temperatury powrotu ze skraplacza (płytka elektroniczna FTC2BR)
15 Czujnik temperatury powrotu ze skraplacza (płytka elektroniczna EHC–08)
16 Zawór odpowietrzający
17 Zawór bezpieczeństwa
18 Główna pompa obiegowa
19 Magnetyczny filtr sitowy
20 Zawór spustowy podgrzewacza c.w.u.
22 Przepływomierz
23 Czujnik temperatury zasilania skraplacza (płytka elektroniczna EHC–08)
24 Czujnik temperatury zasilania skraplacza (płytka elektroniczna FTC2BR)
25 Grzałka elektryczna
26 Listwa zacisków grzałki elektrycznej
27 Czujnik temperatury instalacji
28 Manometr mechaniczny

■ Dane techniczne

	BLW Split-K 4 D	BLW Split-K 6 D	BLW Split-K 8 D
Konstrukcja	Inwerter Split	Inwerter Split	Inwerter Split
Klasa efektywności energetycznej 55 °C	A++	A++	A++
Klasa efektywności energetycznej podgrzewacza c.w.u.	A+	A+	A+
Deklarowany profil obciążeń	L	L	L
Moc cieplna A2/W35, kW	3,71	5,34	6,54
Współczynnik efektywności COP A2/W35	4,11	3,68	3,04
Moc cieplna A7/W35, kW	4,60	6,40	7,60
Współczynnik efektywności COP A7/W35	5,20	5,00	4,77
Moc chłodzenia A35/W18, kW	6,00	7,00	7,10
Współczynnik efektywności energetycznej EER A35/W18	5,18	4,88	4,88
Poziom mocy akustycznej na zewnątrz, dB(A)	29/56	31/57	32/59
Minimalna długość instalacji chłodniczej, m	5	5	5

■ Wymiary i przyłącza jednostki wewnętrznej

Rys. Jednostka wewnętrzna BLW Split-K D 4-8 kW



1 Zasilanie obiegu A
2 Zasilanie (G3/4") kotła wspomagającego (tylko modele ze wspomaganiem hydraulicznym)
3 Powrót (G3/4") z kotła wspomagającego (tylko modele ze wspomaganiem hydraulicznym)
4 Powrót z obiegu B
5 Wlot wody zimnej użytkowej G3/4″
6 Zasilanie c.w.u. G3/4″
7 Złącze przewodu czynnika chłodniczego 1/4″ – przewód cieczy
8 Złącze przewodu czynnika chłodniczego 1/2″ – przewód gazu
9 Zasilanie obiegu B (opcja)
10 Powrót z obiegu B (opcja)
11 Odprowadzenie kondensatu
(1) Regulowane nóżki

■ **Dane jednostki wewnętrznej bez grzałki**

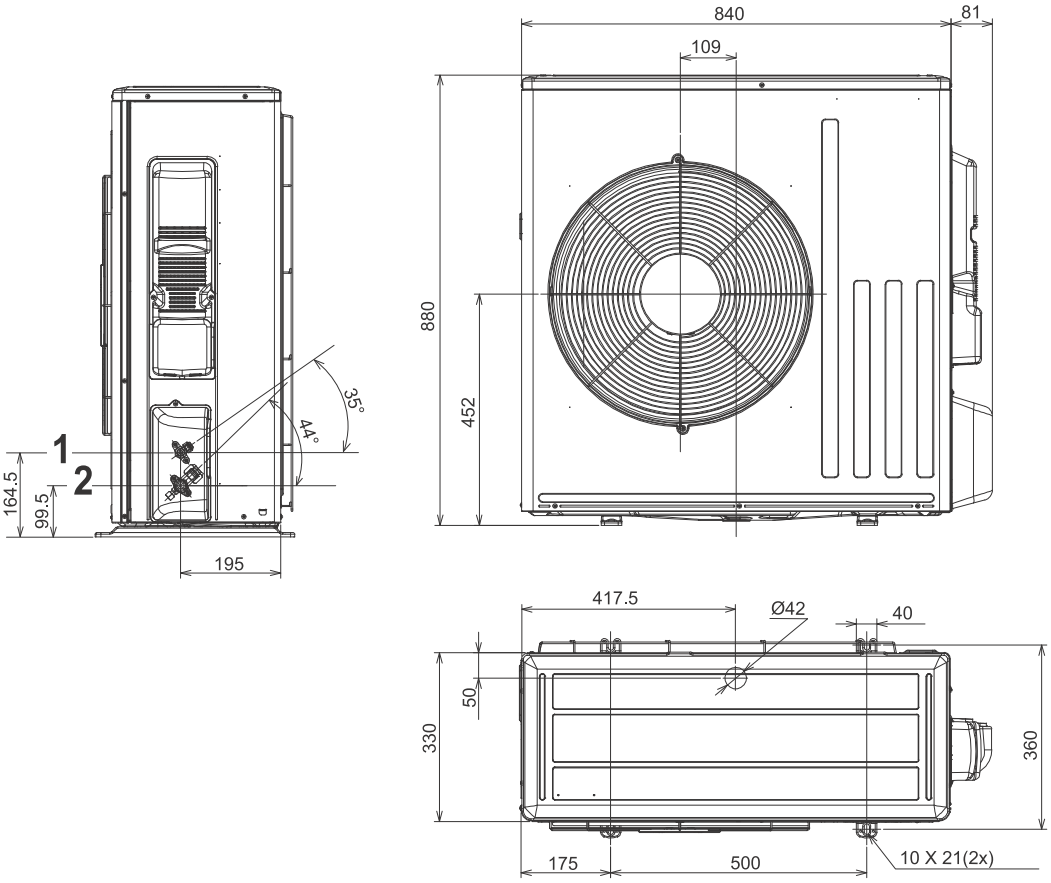
Model	**BLW Split-K 4 D OH**	**BLW Split-K 6 D OH**	**BLW Split-K 8 D OH**
Szerokość, mm	602	602	602
Wysokość, mm	1310	1310	1310
Głębokość, mm	788	788	788
Masa netto / po napełnieniu, kg	138/333	138/333	138/333
Podłączenie obiegu c.o., cal	1 GZ	1 GZ	1 GZ
Podłączenie kotła wspomagającego, cal	3/4 GZ	3/4 GZ	3/4 GZ
Podłączenie czynnika chłodniczego, cal	1/4 - 1/2	1/4 - 1/2	1/4 - 1/2
Wlot zimnej wody, cal	3/4 GZ	3/4 GZ	3/4 GZ
Zasilanie c.w.u., cal	3/4 GZ	3/4 GZ	3/4 GZ

■ **Dane jednostki wewnętrznej z grzałką**

Model	**BLW Split-K 4 D MH**	**BLW Split-K 6 D MH**	**BLW Split-K 8 D MH**
Szerokość, mm	602	602	602
Wysokość, mm	1310	1310	1310
Głębokość, mm	788	788	788
Masa netto / po napełnieniu, kg	139/334	139/334	139/334
Podłączenie obiegu c.o., cal	1 GZ	1 GZ	1 GZ
Podłączenie czynnika chłodniczego, cal	1/4 - 1/2	1/4 - 1/2	1/4 - 1/2
Wlot zimnej wody, cal	3/4 GZ	3/4 GZ	3/4 GZ
Zasilanie c.w.u., cal	3/4 GZ	3/4 GZ	3/4 GZ

■ Wymiary i przyłącza jednostki zewnętrznej

Rys. Jednostka zewnętrzna BLW Split-K D 4-8 kW



1 Złącze przewodu czynnika chłodniczego 1/4″ – przewód cieczy

2 Złącze przewodu czynnika chłodniczego 1/2″ – przewód gazu

Osprzęt zalecany*

■ Zbiornik buforowy Brötje do pomp ciepła

Typ	Opis
PSW 100	Zbiornik buforowy PSW 100

■ Zbiorniki buforowe Trinnity do pomp ciepła

Typ	Opis
BW 80	Zbiornik buforowy Trinnity BW 80 wiszący
BW 100	Zbiornik buforowy Trinnity BW 100 wiszący

■ Zbiorniki buforowe Trinnity w izolacji z kauczuku do pomp ciepła

Typ	Opis
BWK 80	Zbiornik buforowy Trinnity BWK 80 wiszący, w izolacji z kauczuku
BWK 100	Zbiornik buforowy Trinnity BWK 100 wiszący, w izolacji z kauczuku

*** Informacje techniczne w punkcie 2.7.7.**

2.7.3. Pompa ciepła BLW Split C 11-16 kW



Ważne:
W zakresie jakości wody w instalacjach z pompami ciepła BLW należy przestrzegać wytycznych VDI 2035 oraz normy PN-C-04607:1993 P. Urządzenia podlegają regulacjom zawartym w ustawie o substancjach zubożających warstwę ozonowa oraz o niektórych fluorowanych gazach cieplarnianych (ustawa o F-gazach).

Opcja:
Bez grzałki elektrycznej (OH) = możliwość podłączenia jednego zewnętrznego źródła ciepła.

Z grzałką elektryczną (MH) = zawiera grzałkę elektryczną 9 kW o dwóch stopniach załączenia. Brak możliwości podłączenia zewnętrznego źródła ciepła.

Pompa ciepła posiada znak jakości EHPA Q
- stan na styczeń 2024

Zakres dostawy (dla obu opcji):
- pompa ciepła typu split,
- wbudowany regulator z kolorowym wyświetlaczem, umożliwiającym monitorowanie stanu pracy pompy ciepła i regulacja pogodowa 1 ob. grzewczego bez mieszacza i ob. przygotowania c.w.u. (ułatwiona diagnostyka poprzez wyświetlanie informacji o błędach),
- pompa obiegu grzewczego o wysokiej efektywności,
- możliwość pracy biwalentnej częściowo – równoległej,
- możliwość pracy w układzie hybrydowym, umożliwiającym automatyczne przełaczanie zródeł ciepła ze względu na ceny energii,
- funkcja chłodzenia (w przypadku potrzeby zastosowania pomp ciepła BLW Split C w funkcji chłodzenia prosimy o kontakt z Działem Technicznym),
- czujnik temperatury zewnętrznej,
- wysoki współczynnik COP.,
- regulowana wydajność sprężarki, która pozwala na dostosowanie sie pompy ciepła do zapotrzebowania cieplnego budynku,
- maksymalna temperatura zasilania 60 °C,
- minimalna temperatura zewnętrzna pracy pompy ciepła -20 °C,
- Jednostka zewnętrzna napełniona czynnikiem chłodniczym R410A,
- wbudowany ogranicznik prądu rozruchowego,
- aluminiowo-miedziany parownik o dużej powierzchni wymiany ciepła,
- nadaje sie do łączenia z sieciami Smart Grid (SG Ready),
- skraplacz (wymiennik płytowy) o dużej powierzchni wymiany ciepła wykonany ze stali nierdzewnej,
- cicha praca pompy ciepła poprzez wyizolowanie drgań sprężarki i jednostki zewnętrznej,
- skuteczny system odszraniania,
- cichy, wydajny, osiowy wentylator o wysokiej efektywności,
- 8l naczynie przeponowe z grupa bezpieczeństwa (manometr, zawór bezpieczeństwa, odpowietrznik),
- dostępne wersje: ze zintegrowana grzałka elektryczna ZG (MH), bez zintegrowanej grzałki elektrycznej BG (OH).

5-letni okres gwarancji na urządzenie (z wyłączeniem elementów automatyki, wyposażenia dodatkowego oraz części podlegających szybkiemu zużyciu)

Dostawa: jednostka zewnętrzna i wewnętrzna dostarczana na dwóch osobnych paletach.

■ Wyposażenie pompy ciepła bez grzałki (OH)

	BLW Split 11 C OH	BLW Split 16 C OH
Konstrukcja	Inwerter Split	Inwerter Split
Pompa obiegowa	●	●
Inwerter	●	●
Licznik energii	Δ	Δ
Drugie źródło ciepła	Δ	Δ

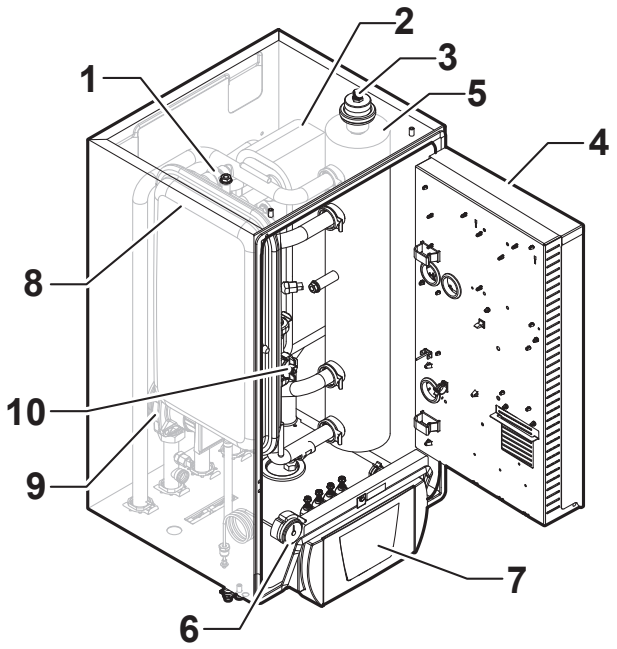
■ Wyposażenie pompy ciepła z grzałką (MH)

	BLW Split 11 C MH	BLW Split 16 C MH
Konstrukcja	Inwerter Split	Inwerter Split
Pompa obiegowa	●	●
Inwerter	●	●
Licznik energii	Δ	Δ
Grzałka elektryczna	●	●

● w zakresie dostawy Δ wyposażenie dodatkowe

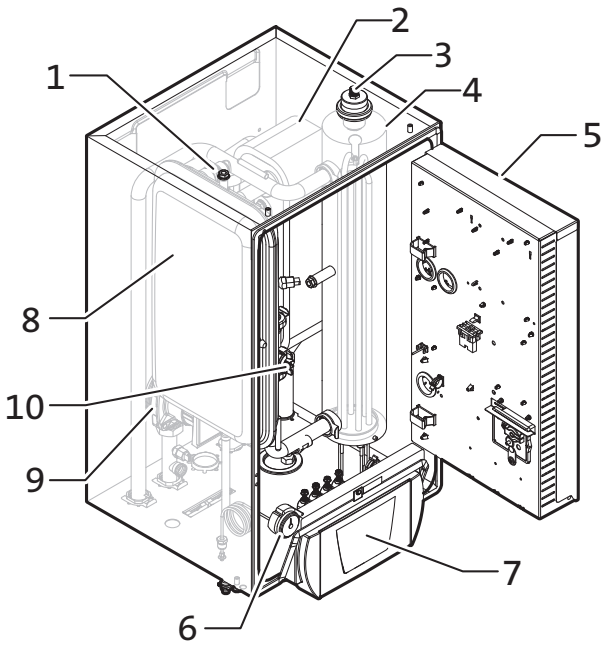
■ Główne elementy

Rys. Jednostka wewnętrzna BLW Split C 11-16 kW bez grzałki (OH)



1 Zawór bezpieczeństwa
2 Wymiennik
3 Odpowietrznik
4 Komora płytki elektronicznej
5 Sprzęgło hydrauliczne
6 Manometr
7 Interfejs użytkownika (HMI)
8 Naczynie wzbiorcze
9 Pompa obiegowa
10 Przepływomierz

Rys. Jednostka wewnętrzna BLW Split C 11-16 kW z grzałką (MH)



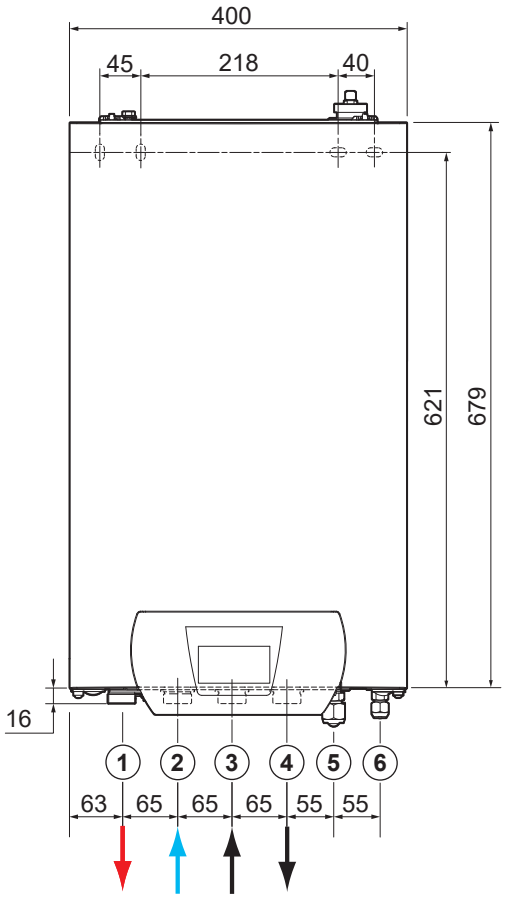
1 Zawór bezpieczeństwa
2 Wymiennik
3 Odpowietrznik
4 Sprzęgło hydrauliczne ze wspomaganiem elektrycznym
5 Komora płytki elektronicznej
6 Manometr
7 Interfejs użytkownika (HMI)
8 Naczynie wzbiorcze
9 Pompa obiegowa
10 Przepływomierz

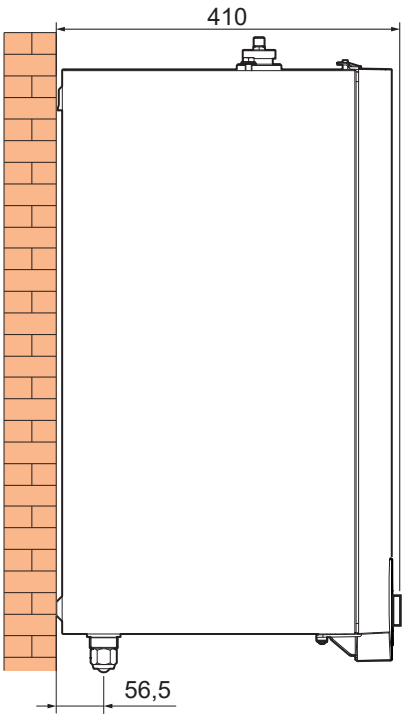
■ **Dane techniczne**

	BLW Split 11 C	**BLW Split 16 C**
Konstrukcja	Inwerter Split	Inwerter Split
Klasa energetyczna 55 °C	A+	A++
Klasa energetyczna 35 °C	A++	A++
Moc cieplna A2/W35, kW(1)	6,85	7,84
Moc cieplna A2/W35, kW(2)	10,00	12,00
Moc chłodzenia A2/W35, kW(1)	4,98	5,61
Współczynnik efektywności COP A2/W35(1)	3,66	3,51
Współczynnik efektywności COP A2/W35(2)	3,32	3,24
Moc cieplna A7/W35, kW(1)	10,07	14,19
Moc cieplna A7/W35, kW(2)	11,20	16,00
Moc chłodzenia A7/W35, kW(1)	7,62	10,87
Współczynnik efektywności COP A7/W35(1)	4,12	4,28
Współczynnik efektywności COP A7/W35(2)	4,45	4,10
Moc chłodzenia A35/W18, kW(1)	11,16	14,46
Współczynnik efektywności chłodzenia COP A35/W18(1)	4,75	3,96
Pobór mocy elektrycznej dla chłodzenia, kW(1)	2,35	3,65
Zasilanie jednostki zewnętrznej, V	400	400
Poziom mocy akustycznej w pomieszczeniu/na zewnątrz, dB(A)	48/69	37/69
Poziom ciśnienia akustycznego w odległości 5m od jednostki zewnętrznej, dB(A)	47	47

(1) Dla pracy optymalnej pompy ciepła.
(2) Dla maksymalnej mocy grzewczej.

■ Wymiary i przyłącza pompy ciepła bez grzałki

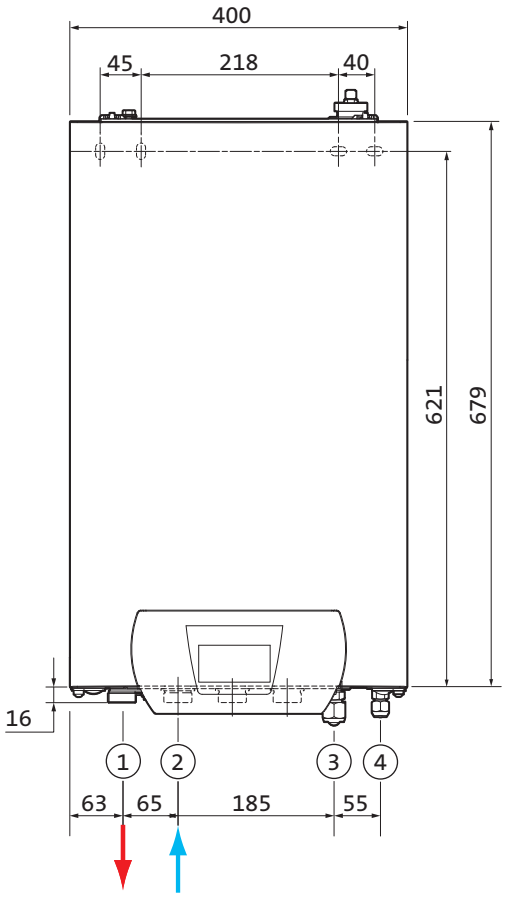


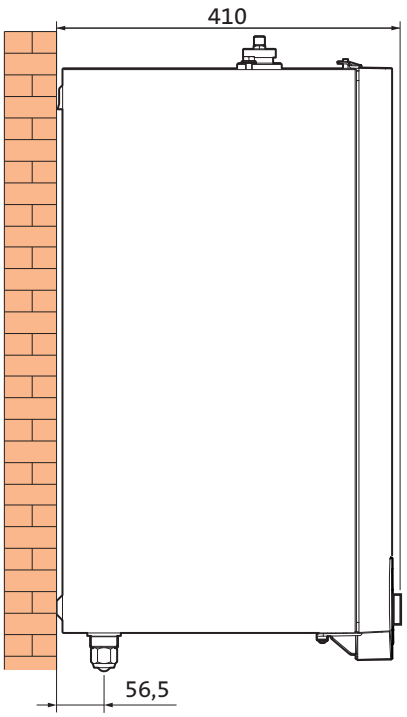


1 Zasilanie obiegu c.o. G 1"
2 Powrót z obiegu c.o. G 1"
3 Zasilanie kotła wspomagającego G 1"
4 Powrót kotła wspomagającego G 1"
5 Podłączenie czynnika chłodniczego 5/8" - przewód gazu
6 Podłączenie czynnika chłodniczego 3/8" - przewód cieczy

Model	BLW Split 11 C OH	BLW Split 16 C OH
Szerokość, mm	400	400
Wysokość, mm	679	679
Głębokość, mm	410	410
Masa, kg	36	36
Podłączenie obiegu c.o., cal	1 GZ	1 GZ
Podłączenie kotła wspomagającego, cal	1 GZ	1 GZ
Podłączenie czynnika chłodniczego, cal	3/8-5/8	3/8-5/8

■ Wymiary i przyłącza pompy ciepła z grzałką



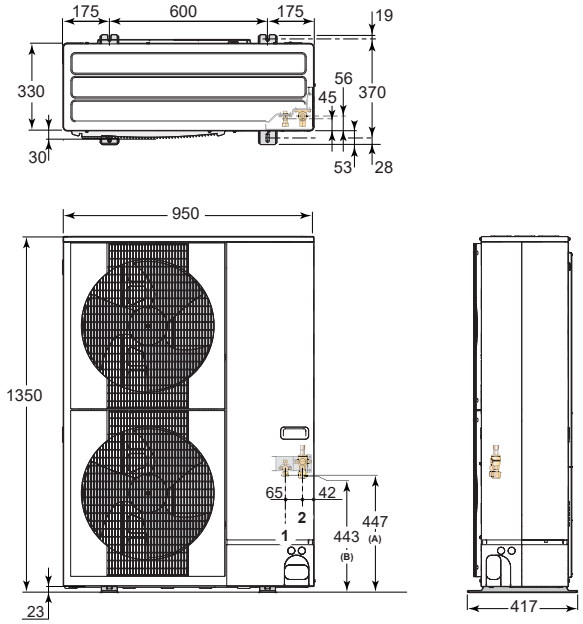


1 Zasilanie obiegu c.o. G 1"
2 Powrót z obiegu c.o. G 1"
3 Podłączenie czynnika chłodniczego 5/8" - przewód gazu
4 Podłączenie czynnika chłodniczego 3/8" - przewód cieczy

Model	BLW Split 11 C MH	BLW Split 16 C MH
Szerokość, mm	400	400
Wysokość, mm	679	679
Głębokość, mm	410	410
Masa, kg	36	36
Podłączenie obiegu c.o., cal	1 GZ	1 GZ
Podłączenie czynnika chłodniczego, cal	3/8-5/8	3/8-5/8

■ Wymiary i przyłącza jednostki zewnętrznej

Rys. BLW Split 11/16 C



1. Podłączenie czynnika chłodniczego, przewód cieczy 3/8″.
2. Podłączenie czynnika chłodniczego, przewód gazu 5/8″.

■ Wyposażenie regulacyjne Split

Typ	Opis
IWR RMZ-Split C	Moduł sterujący strefą IWR RMZ-Split-C do BLW Split C Moduł - płytka rozszerzająca umożliwia skonfigurowanie jednego dodatkowego obiegu grzewczego z mieszaczem, wysokotemperaturowego lub z nagrzewnicami. Stosowany zarówno w układach grzania jak i chłodzenia. Moduł umożliwia obsługę podgrzewacza c.w.u. W zestawie: – osprzęt do montażu, – jeden czujnik IWR – IWR UAF B, – osłona modułu. Używany w połączeniu z BLW Split C z wbudowanym regulatorem IWR.
ASS FBH C	Przewód termostatu zabezpieczającego ogrzewanie podłogowe ASS FBH C do BLW Split C i BLW Split-K C Przewód służący do podłączenia do pompy ciepła termostatu zabezpieczającego ogrzewanie podłogowe przed przegrzaniem. Stosuje się w przypadku bezpośredniego podłączenia ogrzewania podłogowego do pompy ciepła. Termostat nie jest w zakresie dostawy.
IWR RLB B	Przewód połączeniowy IWR RLB B do cichej pracy do BLW Split C i BLW Split-K C Używany w połączeniu z BLW Split C i BLW Split-K C z wbudowanym regulatorem IWR.
LFF	Czujnik wilgotności LFF do pasywnego chłodzenia do BLW Split Do współpracy z modułem BSM D.

■ Wyposażenie regulacyjne

Typ	Opis
RTW D	Regulator pokojowy RTW D
RTD D	Regulator pokojowy RTD D bezprzewodowy
IWR IDA	Regulator przewodowy IWR IDA z kontrolą przez aplikację do BLW Split
IWR TWF B	Czujnik temperatury c.w.u. IWR TWF B do BLW Split
IWR UAF B	Uniwersalny czujnik temp. IWR UAF B przylgowy do BLW Split
IWR UF	Uniwersalny czujnik temp. IWR UF zanurzeniowy do BLW Split
ISR UWG	Obudowa ISR UWG uniwersalna 180x230x110 do PHS lub BSM D
BSM D	Moduł BSM D do zgłaszania zakłóceń, stanów pracy i obiegów wysokotemperaturowych

■ **Wyposażenie hydrauliczne na potrzeby c.w.u.**

Typ	Opis
IWR USV B	Zawór przełączający c.w.u. IWR USV B do BLW Split C i BLW Split-P C Zestaw składa się z zaworu przełączającego z napędem. W zestawie nie ma czujnika temperatury c.w.u.
KHF	Zawór kulowy z filtrem (400 µm) do BLW SPLIT Ochrona pompy ciepła przed zanieczyszczeniami.
ADH 2 BOB/ WOB	Zestaw zaworów ADH 2 BOB 1˝ odcinające natynkowe proste

■ **Wyposażenie na potrzeby montażu jednostki zewnętrznej**

Typ	Opis
WH SD 11	Uchwyt ścienny z tłumikiem drgań do BLW Split C/ -K C/-P C 11-16 kW Zestaw do powieszenia jednostki zewnętrznej na elewacji budynku oraz tłumienia drgań.
HB	Wsporniki do montażu podłogowego do BLW Split
HBS B	Wsporniki do montażu podłogowego z tłumieniem drgań do BLW Split
KL 20	Przewody chłodnicze KL 20 20 m ⅜˝-⅝˝, do BLW Split C/ -K C/-P C 11-16 kW. Przewód miedziany, zaizolowany.

Osprzęt zalecany*

■ **Zbiorniki buforowe Brötje do pomp ciepła**

Typ	Opis
PSW 100	Zbiornik buforowy PSW 100
PSW 300 B	Zbiornik buforowy PSW 300 B
PSW 500 B	Zbiornik buforowy PSW 500 B

■ **Podgrzewacze c.w.u. Trinnity do pomp ciepła**

Typ	Opis
PC1T 300	Podgrzewacz c.w.u. Trinnity PC1T 300 do współpracy z pompą ciepła. Zalecany z pompą ciepła BLW Split C 11 kW.
PC1T 400	Podgrzewacz c.w.u. Trinnity PC1T 400 do współpracy z pompą ciepła. Zalecany z pompą ciepła BLW Split C 16 kW.
PC1T 500	Podgrzewacz c.w.u. Trinnity PC1T 500 do współpracy z pompą ciepła.

■ **Zbiornik buforowy Trinnity do pomp ciepła**

Typ	Opis
BW 100	Zbiornik buforowy Trinnity BW 100 wiszący.

■ **Zbiornik buforowy Trinnity w izolacji z kauczuku do pomp ciepła**

Typ	Opis
BWK 100	Zbiornik buforowy Trinnity BWK 100 wiszący, w izolacji z kauczuku

*** Informacje techniczne w punkcie 2.7.7.**

2.7.4. Pompa ciepła BLW Split-K C 11-16 kW



Ważne:
W zakresie jakości wody w instalacjach z pompami ciepła BLW należy przestrzegać wytycznych VDI 2035 oraz normy PN-C-04607:1993 P.
Urządzenia podlegają regulacjom zawartym w ustawie o substancjach zubożających warstwę ozonową oraz o niektórych fluorowanych gazach cieplarnianych (ustawa o F-gazach).

Opcja:
Bez grzałki elektrycznej (OH) = możliwość podłączenia jednego zewnętrznego źródła ciepła.

Z grzałką elektryczną (MH) = zawiera grzałkę elektryczną 9 kW o dwóch stopniach załączenia; nie można podłączyć zewnętrznego źródła ciepła.

Pompa ciepła posiada znak jakości EHPA Q
- stan na styczeń 2024

Zakres dostawy (dla obu opcji):
- pompa ciepła typu split,
- wbudowany regulator z kolorowym wyświetlaczem, umożliwiającym monitorowanie stanu pracy pompy ciepła i regulacją pogodową 1 ob. grzewczego bez mieszacza i ob. przygotowania c.w.u. (ułatwiona diagnostyka poprzez wyświetlanie informacji o błędach),
- pompa obiegowa o wysokiej efektywności,
- możliwość pracy biwalentnej częściowo – równoległej,
- możliwość pracy w układzie hybrydowym, umożliwiającym automatyczne przełączanie źródeł ciepła ze względu na ceny energii,
- funkcja chłodzenia (w przypadku potrzeby zastosowania pomp ciepła BLW Split-K C w funkcji chłodzenia prosimy o kontakt z Działem Technicznym),
- czujnik temperatury zewnętrznej,
- wysoki współczynnik COP,
- regulowana wydajność sprężarki, która pozwala na dostosowanie się pompy ciepła do zapotrzebowania cieplnego budynku,
- maksymalna temperatura zasilania 60 °C,
- minimalna temperatura zewnętrzna pracy pompy ciepła -20 °C,
- jednostka zewnętrzna napełniona czynnikiem chłodniczym R410A,
- wbudowany ogranicznik prądu rozruchowego,
- zintegrowany zbiornik na c.w.u. o pojemności 180 l.,
- zintegrowany zawór trójdrogowy i czujnik c.w.u.,
- zintegrowany zawór kulowy z filtrem 500 µm,
- aluminiowo-miedziany parownik o dużej powierzchni wymiany ciepła,
- nadaje się do łączenia z sieciami Smart Grid (SG Ready),
- skraplacz (wymiennik płytowy) o dużej powierzchni wymiany ciepła wykonany ze stali nierdzewnej,
- cicha praca pompy ciepła poprzez wyizolowanie drgań sprężarki i jednostki zewnętrznej,
- skuteczny system odszraniania,
- cichy, wydajny, osiowy wentylator o wysokiej efektywności,
- 8l naczynie przeponowe z grupą bezpieczeństwa (manometr, zawór bezpieczeństwa, odpowietrznik),
- dostępne wersje: ze zintegrowaną grzałką elektryczną ZG (MH), bez zintegrowanej grzałki elektrycznej BG (OH).

5-letni okres gwarancji na urządzenie (z wyłączeniem elementów automatyki, wyposażenia dodatkowego oraz części podlegających szybkiemu zużyciu)

Dostawa: jednostka zewnętrzna i wewnętrzna dostarczana na dwóch osobnych paletach.

■ Wyposażenie pompy ciepła bez grzałki (OH)

	BLW Split-K 11 C OH	BLW Split-K 16 C OH
Konstrukcja	Inwerter Split	Inwerter Split
Pompa obiegowa	●	●
Inwerter	●	●
Licznik energii	Δ	Δ
Podgrzewacz c.w.u.	●	●
Drugie źródło ciepła	Δ	Δ

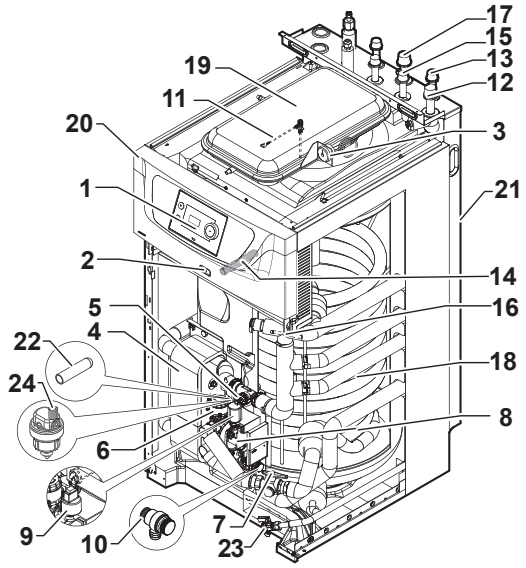
■ Wyposażenie pompy ciepła z grzałką (MH)

	BLW Split-K 11 C MH	BLW Split-K 16 C MH
Konstrukcja	Inwerter Split	Inwerter Split
Pompa obiegowa	●	●
Inwerter	●	●
Licznik energii	Δ	Δ
Podgrzewacz c.w.u.	●	●
Grzałka elektryczna	●	●

● w zakresie dostawy Δ wyposażenie dodatkowe

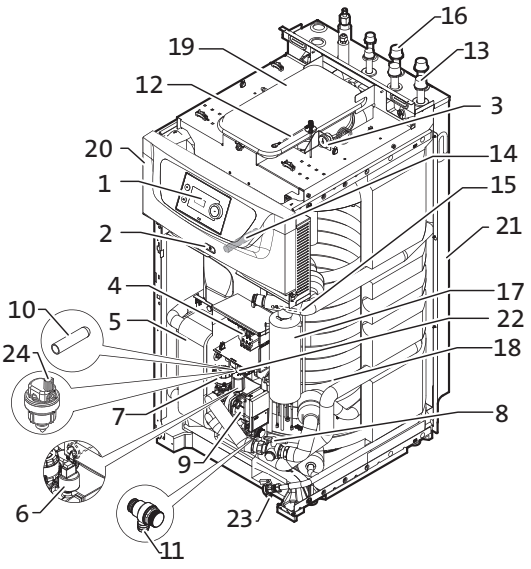
■ Główne elementy

Rys. Jednostka wewnętrzna BLW Split-K C 11-16 kW bez grzałki (OH)



1 Interfejs użytkownika
2 Przycisk ZAŁ./WYŁ.
3 Manometr mechaniczny
4 Płytowy wymiennik ciepła (skraplacz)
5 Przepływomierz
6 Zawór 3-drogowy z silnikiem przełączającym ogrzewanie/ wytwarzanie c.w.u.
7 Zawór i filtr 500 µm
8 Główna pompa obiegowa
9 Manometr elektroniczny
10 Zawór bezpieczeństwa
11 Anoda magnezowa
12 Zasilanie obiegu grzewczego
13 Powrót z kotła wspomagającego
14 Tuleja zanurzeniowa górnego czujnika ciepłej wody użytkowej
15 Zasilanie do kotła wspomagającego
16 Czujnik temperatury instalacji
17 Powrót z obiegu grzewczego
18 Wymiennik ciepła do wytwarzania c.w.u. w podgrzewaczu (wężownica)
19 Naczynie wzbiorcze
20 Drzwiczki zapewniające dostęp do interfejsu użytkownika
21 Płyta tylna
22 Tuleja zanurzeniowa dolnego czujnika c.w.u.
23 Zawór spustowy c.w.u.
24 Odpowietrznik

Rys. Jednostka wewnętrzna BLW Split-K C 11-16 kW z grzałką (MH)



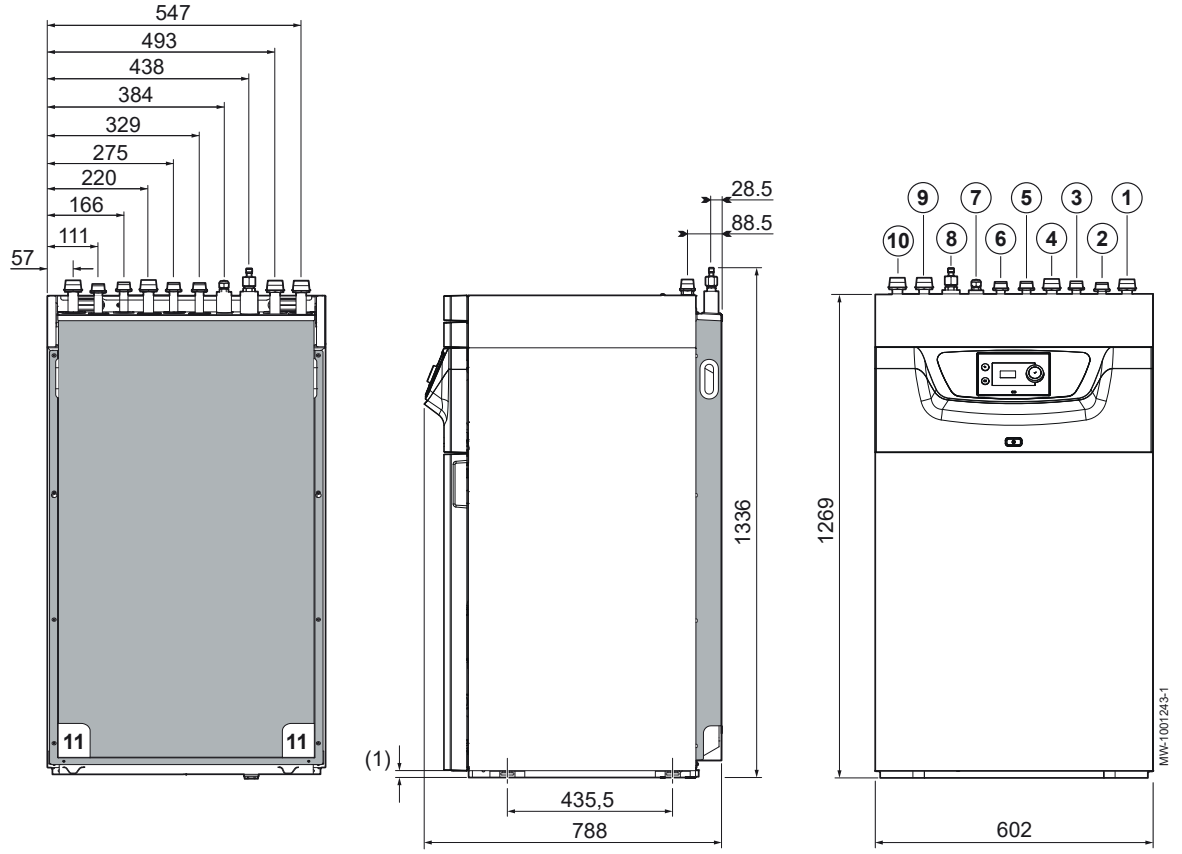
1 Interfejs użytkownika
2 Przycisk ZAŁ./WYŁ.
3 Manometr mechaniczny
4 Listwa zacisków wspomagania elektrycznego
5 Płytowy wymiennik ciepła (skraplacz)
6 Manometr elektroniczny
7 Zawór 3-drogowy z silnikiem przełączającym ogrzewanie/ wytwarzanie c.w.u.
8 Zawór i filtr 500 µm
9 Główna pompa obiegowa
10 Tuleja zanurzeniowa dolnego czujnika c.w.u.
11 Zawór bezpieczeństwa
12 Anoda magnezowa
13 Zasilanie obiegu grzewczego
14 Tuleja zanurzeniowa górnego czujnika ciepłej wody użytkowej
15 Czujnik temperatury instalacji
16 Powrót z obiegu grzewczego
17 Wspomaganie elektryczne
18 Wymiennik ciepła do wytwarzania c.w.u. w podgrzewaczu (wężownica)
19 Naczynie wzbiorcze
20 Drzwiczki zapewniające dostęp do interfejsu użytkownika
21 Płyta tylna
22 Przepływomierz

■ **Dane techniczne**

	BLW Split-K 11 C	**BLW Split-K 16 C**
Konstrukcja	Inwerter Split	Inwerter Split
Klasa efektywności energetycznej 55 °C	A+	A+
Klasa efektywności energetycznej podgrzewacza c.w.u.	A	A
Deklarowany profil obciążeń	L	L
Moc cieplna A2/W35, kW(1)	6,85	7,98
Moc cieplna A2/W35, kW(2)	10,00	12,00
Moc chłodzenia A2/W35, kW(1)	4,98	5,69
Współczynnik efektywności COP A2/W35(1)	3,66	3,48
Współczynnik efektywności COP A2/W35(2)	3,32	3,24
Moc cieplna A7/W35, kW(1)	10,07	14,31
Moc cieplna A7/W35, kW(2)	11,20	16,00
Moc chłodzenia A7/W35, kW(1)	7,62	10,92
Współczynnik efektywności COP A7/W35(1)	4,12	4,22
Współczynnik efektywności COP A7/W35(2)	4,45	4,10
Moc chłodzenia A35/W18, kW	11,16	14,46
Współczynnik efektywności chłodzenia COP A35/W18	4,75	3,96
Pobór mocy elektrycznej dla chłodzenia, kW	2,35	3,65
Zasilanie jednostki zewnętrznej, V	400	400
Poziom mocy akustycznej w pomieszczeniu/ na zewnątrz, dB(A)	48/69	53/69
Poziom ciśnienia akustycznego w odległości 5m od jednostki zewnętrznej, dB(A)	47	47

(1) Dla pracy optymalnej pompy ciepła.
(2) Dla maksymalnej mocy grzewczej.

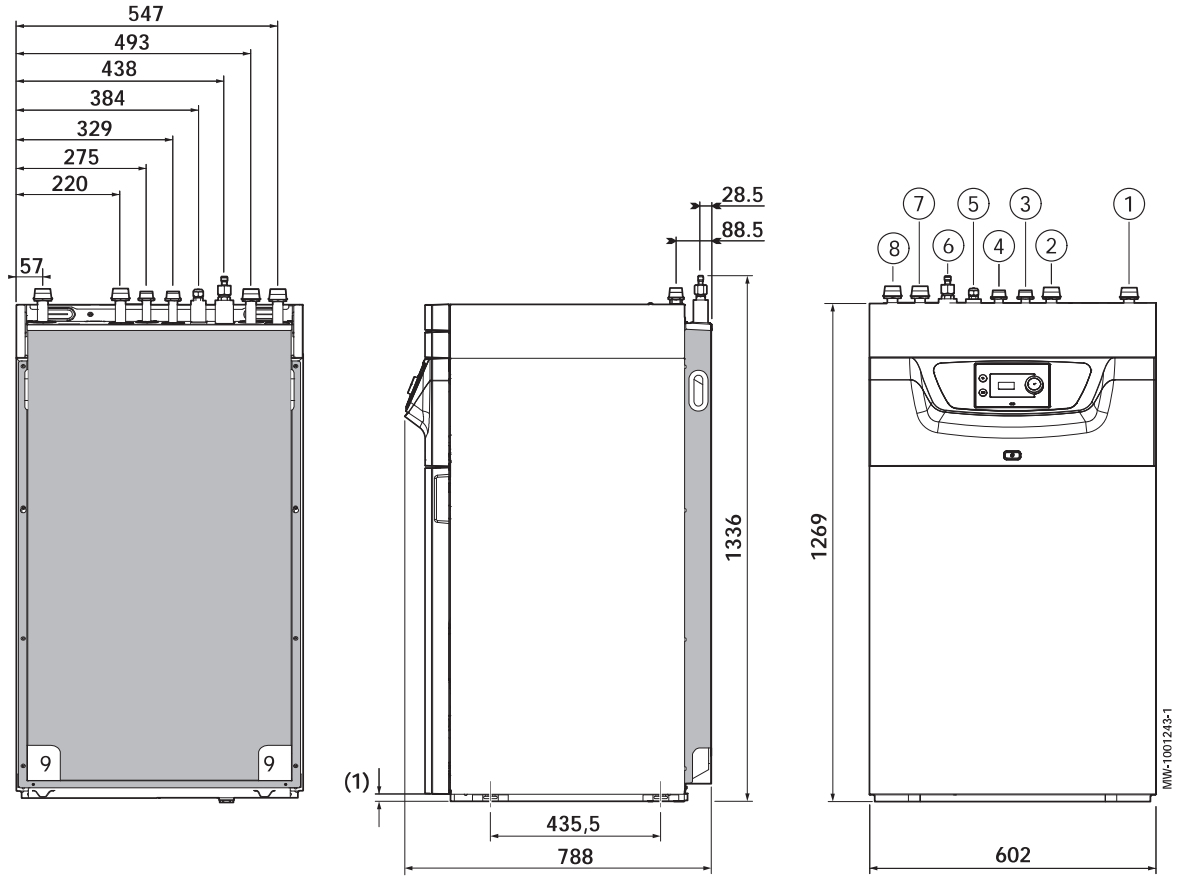
■ Wymiary i przyłącza pompy ciepła bez grzałki



1 Zasilanie obiegu c.o. G1”
2 Zasilanie z kotła wspomagającego G3/4” (tylko wersje OH)
3 Powrót do kotła wspomagającego G3/4” (tylko wersje OH)
4 Powrót obiegu c.o. G1”
5 Wlot zimnej wody G3/4”
6 Zasilanie c.w.u. G3/4”
7 Podłączenie czynnika chłodniczego 3/8“ – przewód cieczy
8 Podłączenie czynnika chłodniczego 5/8“ – przewód gazu
9 Brak zastosowania
10 Brak zastosowania
11 Odprowadzenie z zaworu bezpieczeństwa
(1) Regulowane nóżki

Model	**BLW Split-K 11 C OH**	**BLW Split-K 16 C OH**
Szerokość, mm	602	602
Wysokość, mm	1336	1336
Głębokość, mm	788	788
Masa, kg	139	139
Podłączenie obiegu c.o., cal	1 GZ	1 GZ
Podłączenie kotła wspomagającego, cal	¾ GZ	¾ GZ
Podłączenie czynnika chłodniczego, cal	⅜ - ⅝	⅜ - ⅝
Wlot zimnej wody, cal	¾ GZ	¾ GZ
Zasilanie c.w.u., cal	¾ GZ	¾ GZ

■ **Wymiary i przyłącza pompy ciepła z grzałką**

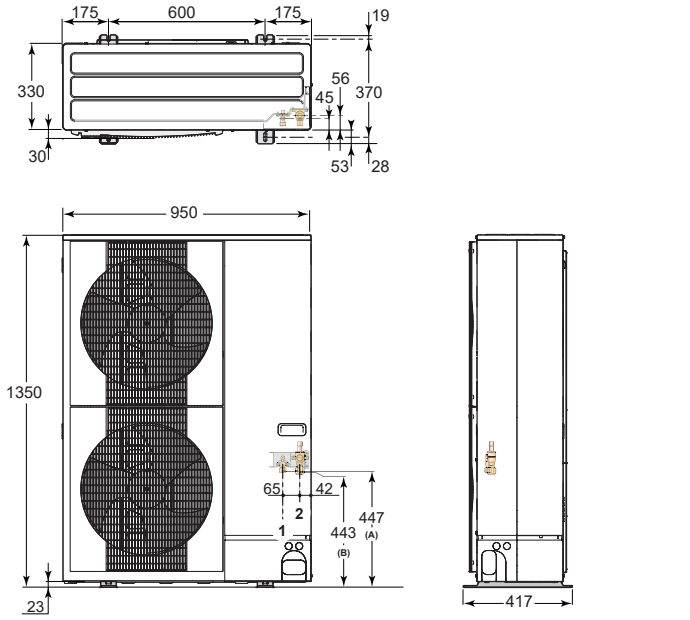


1 Zasilanie obiegu c.o. G1”
2 Powrót obiegu c.o. G1”
3 Wlot zimnej wody G3/4”
4 Zasilanie c.w.u. G3/4”
5/6 Podłączenie czynnika chłodniczego
7 Brak zastosowania
8 Brak zastosowania
9 Odprowadzenie z zaworu bezpieczeństwa
(1) Regulowane nóżki

Model	**BLW Split-K 11 C MH**	**BLW Split-K 16 C MH**
Szerokość, mm	602	602
Wysokość, mm	1336	1336
Głębokość, mm	788	788
Masa, kg	140	140
Podłączenie obiegu c.o., cal	1 GZ	1 GZ
Podłączenie czynnika chłodniczego, cal	3/8 - 5/8	3/8 - 5/8
Wlot zimnej wody, cal	¾ GZ	¾ GZ
Zasilanie c.w.u., cal	¾ GZ	¾ GZ

■ Wymiary i przyłącza jednostki zewnętrznej

Rys. BLW Split-K 11/16 C



1. Podłączenie czynnika chłodniczego, przewód cieczy 3/8˝
2. Podłączenie czynnika chłodniczego, przewód gazu 5/8˝

■ Wyposażenie regulacyjne Split

Typ	Opis
IWR RMZ-Split-K C	Moduł sterujący strefą IWR RMZ-Split-K C do BLW Split-K C. Moduł - płytka rozszerzająca umożliwia skonfigurowanie jednego dodatkowego obiegu grzewczego z mieszaczem, wysokotemperaturowego lub z nagrzewnicami. Stosowany zarówno w układach grzania jak i chłodzenia. Moduł umożliwia obsługę podgrzewacza c.w.u. W zestawie: osprzęt do montażu. Używany w połączeniu z BLW Split-K C z wbudowanym regulatorem IWR.
ASS FBH C	Przewód termostatu zabezpieczającego og. podł. ASS FBH C do BLW Split C i BLW Split-K C. Przewód służący do podłączenia do pompy ciepła termostatu zabezpieczającego ogrzewanie podłogowe przed przegrzaniem. Stosuje się w przypadku bezpośredniego podłączenia ogrzewania podłogowego do pompy ciepła. Termostat nie jest w zakresie dostawy.
IWR RLB B	Kabel połączeniowy IWR RLB B do cichej pracy. Używany w połączeniu z BLW Split/-K C z wbudowanym regulatorem IWR.
LFF	Czujnik wilgotności LFF do pasywnego chłodzenia do BLW Split. Do współpracy z modułem BSM D.

■ Wyposażenie regulacyjne

Typ	Opis
RTW D	Regulator pokojowy RTW D
RTD D	Regulator pokojowy RTD D bezprzewodowy
IWR IDA	Regulator przewodowy IWR IDA z kontrolą przez aplikację do BLW Split
IWR TWF B	Czujnik temperatury c.w.u. IWR TWF B do BLW Split
IWR UAF B	Uniwersalny czujnik temp. IWR UAF B przylgowy do BLW Split
IWR UF	Uniwersalny czujnik temp. IWR UF zanurzeniowy do BLW Split
ISR UWG	Obudowa ISR UWG uniwersalna 180x230x110 do PHS lub BSM D
BSM D	Moduł BSM D do zgłaszania zakłóceń, stanów pracy i obiegów wysokotemperaturowych

■ Wyposażenie na potrzeby montażu jednostki zewnętrznej

Typ	Opis
WH SD 11	Uchwyt ścienny z tłumikiem drgań do BLW Split 11-16 kW. Zestaw niezbędny do powieszenia jednostki zewnętrznej na elewacji budynku oraz tłumienia drgań.
HB	Wsporniki do montażu podłogowego do BLW Split C/ -K C/-P C 11-16 kW.
HBS B	Wsporniki do montażu podłogowego z tłumieniem drgań do BLW Split.
KL 20	Przewody chłodnicze KL 20 20 m 3/8″ - 5/8″, do BLW Split C/ -K C/-P C 11-16 kW. Przewód miedziany, zaizolowany.

Osprzęt zalecany*

■ Zbiorniki buforowe Brötje do pomp ciepła

Typ	Opis
PSW 100	Zbiornik buforowy PSW 100
PSW 300 B	Zbiornik buforowy PSW 300
PSW 500 B	Zbiornik buforowy PSW 500

■ Zbiornik buforowy Trinnity do pomp ciepła

Typ	Opis
BW 100	Zbiornik buforowy Trinnity BW 100 wiszący.

■ Zbiornik buforowy Trinnity w izolacji z kauczuku do pomp ciepła

Typ	Opis
BWK 100	Zbiornik buforowy Trinnity BWK 100 wiszący, w izolacji z kauczuku

*** Informacje techniczne w punkcie 2.7.7.**

2.7.5. Pompa ciepła BLW Split-P C 6-27 kW



Ważne:
W zakresie jakości wody w instalacjach z pompami ciepła BLW należy przestrzegać wytycznych VDI 2035 oraz normy PN-C-04607:1993 P. Urządzenia podlegają regulacjom zawartym w ustawie o substancjach zubożających warstwę ozonową oraz o niektórych fluorowanych gazach cieplarnianych (ustawa o F-gazach).

Opcja:
Bez grzałki elektrycznej (OH) = możliwość podłączenia jednego zewnętrznego źródła ciepła.

Z grzałką elektryczną (MH) = zawiera grzałkę elektryczną 12 kW o dwóch stopniach załączenia; nie można podłączyć zewnętrznego źródła ciepła.

Pompa ciepła posiada znak jakości EHPA Q
- stan na styczeń 2024

Zakres dostawy (dla obu opcji):
- pompa ciepła split,
- wbudowany regulator z kolorowym wyświetlaczem, umożliwiającym monitorowanie stanu pracy pompy ciepła i regulacją pogodową 2-óch obiegów grzewczych z mieszaczem (brak czujników w zakresie dostawy) i ob. przygotowania c.w.u. (ułatwiona diagnostyka poprzez wyświetlanie informacji o błędach),
- pompa obiegu grzewczego o wysokiej efektywności,
- możliwość pracy biwalentnej częściowo – równoległej,
- możliwość pracy w układzie hybrydowym, umożliwiającym automatyczne przełączanie źródeł ciepła ze względu na ceny energii,
- funkcja chłodzenia (w przypadku potrzeby zastosowania pomp ciepła BLW Split-P C w funkcji chłodzenia prosimy o kontakt z Działem Technicznym),
- czujnik temperatury zewnętrznej,
- wysoki współczynnik COP,
- regulowana wydajność sprężarki, która pozwala na dostosowanie się pompy ciepła do zapotrzebowania cieplnego budynku,
- maksymalna temperatura zasilania 60 °C,
- minimalna temperatura zewnętrzna pracy pompy ciepła -20 °C (dla BLW Split-P 6 C -15 °C),
- jednostka zewnętrzna napełniona czynnikiem chłodniczym R410A,
- wbudowany ogranicznik prądu rozruchowego.
- zintegrowany zbiornik buforowy o pojemności 40 l, pełniący rolę sprzęgła hydraulicznego,
- aluminiowo-miedziany parownik o dużej powierzchni wymiany ciepła,
- nadaje się do łączenia z sieciami Smart Grid (SG Ready),
- skraplacz (wymiennik płytowy) o dużej powierzchni wymiany ciepła wykonany ze stali nierdzewnej,
- cicha praca pompy ciepła poprzez wyizolowanie drgań sprężarki i jednostki zewnętrznej,
- skuteczny system odszraniania,
- cichy, osiowy wentylator o wysokiej efektywności,
- 10l naczynie przeponowe z grupą bezpieczeństwa (manometr, zawór bezpieczeństwa, odpowietrznik),
- dostępne wersje: ze zintegrowaną grzałką elektryczną ZG (MH), bez zintegrowanej grzałki elektrycznej BG (OH),
- w przypadku potrzeby podłączenia pomp ciepła BLW Split-P C w układzie kaskadowym prosimy o kontakt z Działem Technicznym.

5-letni okres gwarancji na urządzenie (z wyłączeniem elementów automatyki, wyposażenia dodatkowego oraz części podlegających szybkiemu zużyciu).

Dostawa: jednostka zewnętrzna i wewnętrzna dostarczana na dwóch osobnych paletach.

■ Wyposażenie pompy ciepła bez grzałki (OH)

	BLW Split-P 6 C OH	BLW Split-P 8 C OH	BLW Split-P 11 C OH	BLW Split-P 16 C OH	BLW Split-P 22 C OH	BLW Split-P 27 C OH
Konstrukcja	Inwerter Split	Inwerter Split	Inwerter Split	Inwerter Split	Inwerter Split	Inwerter Split
Pompa obiegowa	●	●	●	●	●	●
Inwerter	●	●	●	●	●	●
Licznik energii	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ
Zbiornik buforowy	●	●	●	●	●	●
Drugie źródło ciepła	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ

● zintegrowane Δ wyposażenie dodatkowe

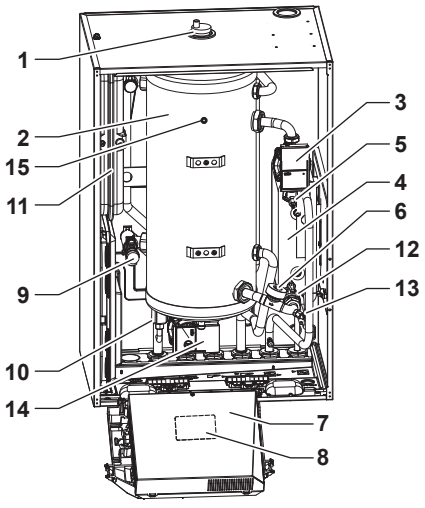
■ Wyposażenie pompy ciepła z grzałką (MH)

	BLW Split-P 6 C MH	BLW Split-P 8 C MH	BLW Split-P 11 C MH	BLW Split-P 16 C MH	BLW Split-P 22 C MH	BLW Split-P 27 C MH
Konstrukcja	Inwerter Split	Inwerter Split	Inwerter Split	Inwerter Split	Inwerter Split	Inwerter Split
Pompa obiegowa	●	●	●	●	●	●
Inwerter	●	●	●	●	●	●
Licznik energii	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ
Zbiornik buforowy	●	●	●	●	●	●
Grzałka elektryczna	●	●	●	●	●	●

● zintegrowane Δ wyposażenie dodatkowe

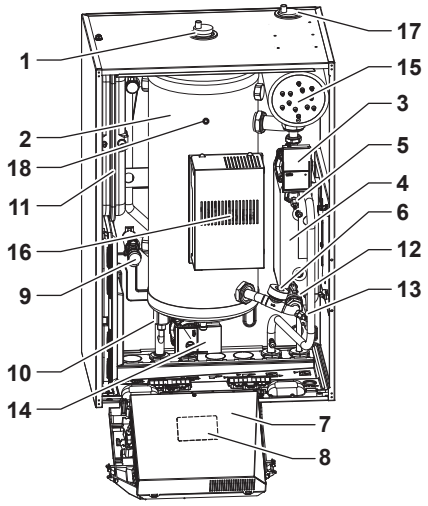
■ Główne elementy

Rys. Jednostka wewnętrzna bez grzałki elektrycznej



1 Odpowietrznik automatyczny
2 Sprzęgło hydrauliczne
3 Pompa obiegowa pompy ciepła
4 Płytowy wymiennik ciepła
5 Czujnik temperatury zasilania pompy ciepła (PT1000)
6 Przepływomierz
7 Zespół załączania konsoli sterowniczej
8 Schemat połączeń elektrycznych
9 Zawór bezpieczeństwa
10 Manometr elektroniczny
11 Naczynie wzbiorcze
12 Filtr
13 Czujnik temperatury powrotu pompy ciepła (PT1000)
14 Pompa obiegowa ogrzewania
15 Czujnik temperatury zasilania ogrzewania

Rys. Jednostka wewnętrzna z grzałką elektryczną



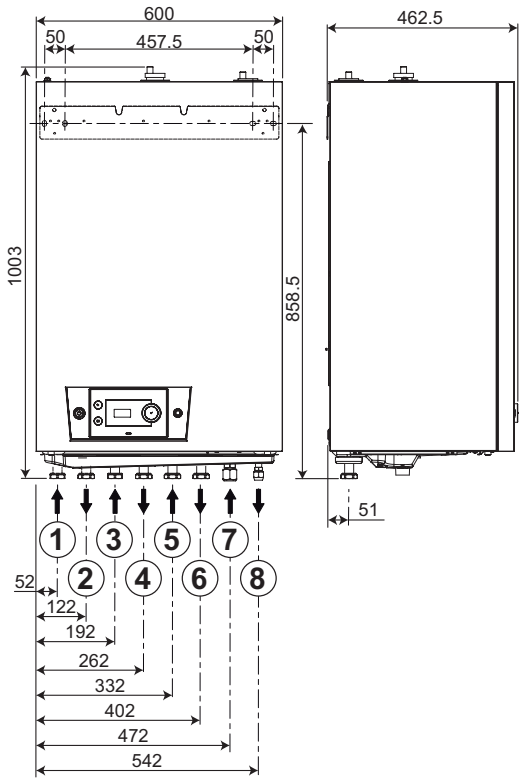
1 Odpowietrznik automatyczny
2 Sprzęgło hydrauliczne
3 Pompa obiegowa pompy ciepła
4 Płytowy wymiennik ciepła
5 Czujnik temperatury zasilania pompy ciepła (PT1000)
6 Przepływomierz
7 Zespół załączania konsoli sterowniczej
8 Schemat połączeń elektrycznych
9 Zawór bezpieczeństwa
10 Manometr elektroniczny
11 Naczynie wzbiorcze
12 Filtr
13 Czujnik temperatury powrotu pompy ciepła (PT1000)
14 Pompa obiegowa ogrzewania
15 Elektryczny podgrzewacz wstępny
16 Płytka elektroniczna do sterowania elektrycznym podgrzewaczem wstępnym
17 Odpowietrznik automatyczny
18 Czujnik temperatury zasilania ogrzewania

■ Dane techniczne

Model	**BLW Split-P 6 C**	**BLW Split-P 8 C**	**BLW Split-P 11 C**	**BLW Split-P 16 C**	**BLW Split-P 22 C**	**BLW Split-P 27 C**
Konstrukcja	Inwerter Split	Inwerter Split	Inwerter Split	Inwerter Split	Inwerter Split	Inwerter Split
Klasa efektywności energetycznej 55 °C	A+	A++	A++	A+	A+	A+
Klasa efektywności energetycznej 35 °C	A++	A+++	A++	A++	A++	A+
Moc cieplna A2/W35, kW(1)	2,17	5,44	6,85	7,98	10,41	10,57
Moc cieplna A2/W35, kW(2)	5,00	7,50	10,00	12,00	16,00	20,00
Moc chłodzenia A2/W35, kW(1)	1,57	3,97	4,98	5,69	7,25	7,32
Współczynnik efektywności COP A2/W35(1)	3,61	3,71	3,66	3,48	3,30	3,26
Współczynnik efektywności COP A2/W35(2)	2,97	3,40	3,32	3,24	3,11	2,80
Moc cieplna A7/W35, kW(1)	6,07	7,97	10,07	14,31	21,70	24,17
Moc cieplna A7/W35, kW(2)	5,50	8,00	11,20	16,00	22,00	25,00
Moc chłodzenia A7/W35, kW(1)	4,61	6,21	7,62	10,92	16,22	17,70
Współczynnik efektywności COP A7/W35(1)	4,17	4,53	4,12	4,22	3,96	3,74
Współczynnik efektywności COP A7/W35(2)	4,42	4,40	4,45	4,10	4,20	4,00
Moc chłodzenia A35/W18, kW	4,69	7,90	11,16	14,46	17,65	22,20
Współczynnik efektywności chłodzenia COP A35/W18	4,09	3,99	4,75	3,96	3,80	3,80
Pobór mocy elektrycznej dla chłodzenia, kW	1,15	2,00	2,35	3,65	4,65	5,84
Zasilanie jednostki zewnętrznej, V	230	230	400	400	400	400
Poziom mocy akustycznej w pomieszczeniu/na zewnątrz, dB(A)	48/63	51/65	51/69	51/69	52/75	52/75
Poziom ciśnienia akustycznego w odległości 5m od jednostki zewnętrznej, dB(A)	42	43	47	47	49	49

(1) Dla pracy optymalnej pompy ciepła.
(2) Dla maksymalnej mocy grzewczej.

■ **Wymiary i przyłącza pompy ciepła bez grzałki**



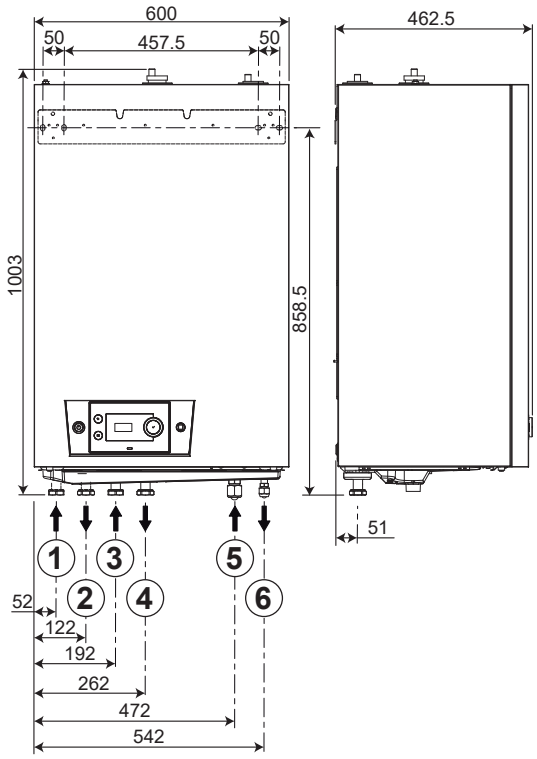
1 - Powrót obiegu mieszaczowego (opcjonalnie) - G1″
2 - Zasilanie obiegu mieszaczowego (opcjonalnie) - G1″
3 - Powrót obiegu bezpośredniego - G1″
4 - Zasilanie obiegu bezpośredniego - G1″
5 - Powrót do kotła wspomagającego - G1″
6 - Zasilanie do kotła wspomagającego - G1”
7 - Podłączenie czynnika chłodniczego 5/8″ - przewód gazowy – model od 6 do 16 kW

Podłączenie czynnika chłodniczego 3/4″ - przewód gazowy - model od 22 do 27 kW
8 - Podłączenie czynnika chłodniczego 3/8″ - przewód cieczy - model od 6 do 16 kW

Podłączenie czynnika chłodniczego 1/2″ - przewód cieczy - model od 22 do 27 kW

Model	**BLW Split-P 6 C OH**	**BLW Split-P 8 C OH**	**BLW Split-P 11 C OH**	**BLW Split-P 16 C OH**	**BLW Split-P 22 C OH**	**BLW Split-P 27 C OH**
Szerokość, mm	600	600	600	600	600	600
Wysokość, mm	1003	1003	1003	1003	1003	1003
Głębokość, mm	465	465	465	465	465	465
Masa, kg	53	53	60	60	60	60
Podłączenie obiegu c.o. (bezpośredniego), cal	1	1	1	1	1	1
Podłączenie kotła wspomagającego, cal	1	1	1	1	1	1
Podłączenie obiegu c.o. (mieszaczowego), cal	1	1	1	1	1	1
Przyłącza przewodów chłodniczych, cal	3/8 - 5/8, redukcja ¼ - ½ w dostawie	3/8 - 5/8	3/8 - 5/8	3/8 - 5/8	½ - ¾	½ - ¾

■ **Wymiary i przyłącza pompy ciepła z grzałką**



1 Powrót obiegu mieszaczowego (opcjonalnie) - G1"
2 Zasilanie obiegu mieszaczowego (opcjonalnie) - G1"
3 Powrót obiegu bezpośredniego - G1"
4 Zasilanie obiegu bezpośredniego - G1"
5 Podłączenie czynnika chłodniczego 5/8" - przewód gazowy – model od 6 do 16 kW

Podłączenie czynnika chłodniczego 3/4" - przewód gazowy - model od 22 do 27 kW

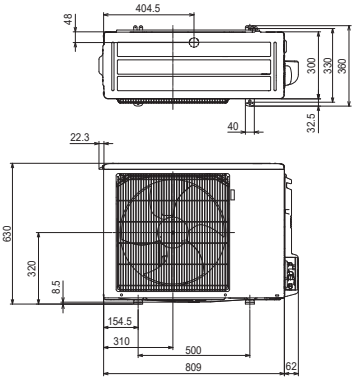
6 Podłączenie czynnika chłodniczego 3/8" - przewód cieczy - model od 6 do 16 kW

Podłączenie czynnika chłodniczego 1/2" - przewód cieczy - model od 22 do 27 kW

Model	**BLW Split-P 6 C MH**	**BLW Split-P 8 C MH**	**BLW Split-P 11 C MH**	**BLW Split-P 16 C MH**	**BLW Split-P 22 C MH**	**BLW Split-P 27 C MH**
Szerokość, mm	600	600	600	600	600	600
Wysokość, mm	1003	1003	1003	1003	1003	1003
Głębokość, mm	465	465	465	465	465	465
Masa, kg	59	59	66	66	66	66
Podłączenie obiegu c.o. (bezpośredniego), cal	1	1	1	1	1	1
Podłączenie obiegu c.o. (mieszaczowego), cal	1	1	1	1	1	1
Przyłącza przewodów chłodniczych, cal	3/8 - 5/8, redukcja ¼ - ½ w dostawie	3/8 - 5/8	3/8 - 5/8	3/8 - 5/8	½ - ¾	½ -¾

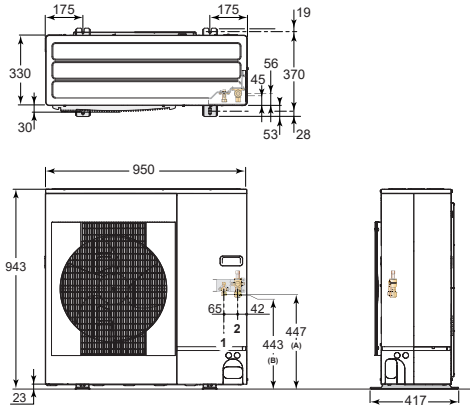
■ Wymiary i przyłącza jednostki zewnętrznej

Rys. BLW Split-P 6 C



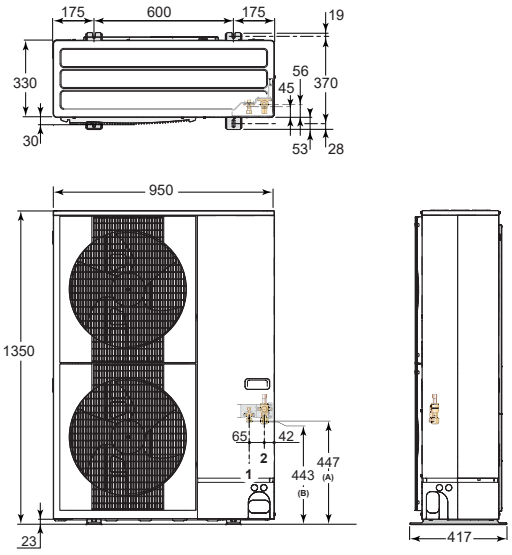
1. Podłączenie czynnika chłodniczego, przewód cieczy 1/4˝
2. Podłączenie czynnika chłodniczego, przewód gazu 1/2˝

Rys. BLW Split-P 8 C



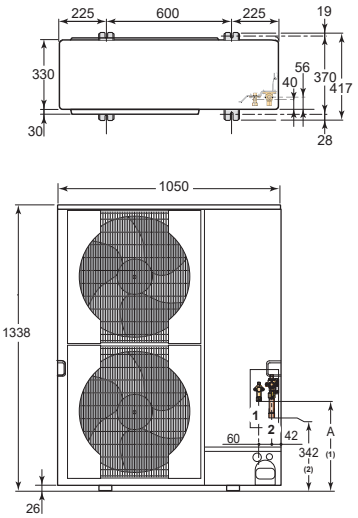
1. Podłączenie czynnika chłodniczego, przewód cieczy 3/8˝
2. Podłączenie czynnika chłodniczego, przewód gazu 5/8˝

Rys. BLW Split-P 11/16 C



1. Podłączenie czynnika chłodniczego, przewód cieczy 3/8˝
2. Podłączenie czynnika chłodniczego, przewód gazu 5/8˝

Rys. BLW Split-P 22/27 C



A 450 mm: BLW Split-P 22 C
424 mm: BLW Split-P 27 C

1. Podłączenie czynnika chłodniczego, przewód cieczy 1/2" (adapter 3/8" na 1/2" w dostawie) (BLW Split-P 22 C),
Podłączenie czynnika chłodniczego, przewód cieczy 1/2˝ (BLW Split-P 27 C)
2. Podłączenie czynnika chłodniczego, przewód gazu 3/4˝ (BLW Split-P 22 i 27 C)
UWAGA: długości podłączeń czynnika chłodniczego przy wykorzystaniu gazowego przewodu rurowego 3/4" nie mogą przekroczyć 20m. W przypadku przekroczenia 20m należy zastosować adapter 3/4" na 1.

■ Wyposażenie regulacyjne Split-P

Typ	Opis
ASS FBH	**Przewód termostatu zabezpieczającego og. podł. ASS FBH do BLW Split-P C** Przewód służący do podłączenia do pompy ciepła termostatu zabezpieczającego ogrzewanie podłogowe przed przegrzaniem. Stosuje się w przypadku bezpośredniego podłączenia ogrzewania podłogowego do pompy ciepła. Termostat nie jest w zakresie dostawy.
IWR RLB-P B	**Kabel połączeniowy IWR RLB-P B do cichej pracy do BLW Split-P C** Używany w połączeniu z BLW Split-P C z wbudowanym regulatorem IWR.
LFF	**Czujnik wilgotności LFF** Do współpracy z modułem BSM D.

■ Wyposażenie regulacyjne

Typ	Opis
RTW D	Regulator pokojowy RTW D
RTD D	Regulator pokojowy RTD D bezprzewodowy
IWR IDA	Regulator przewodowy IWR IDA z kontrolą przez aplikację do BLW Split
IWR TWF B	Czujnik temperatury c.w.u. IWR TWF B do BLW Split
IWR UAF B	Uniwersalny czujnik temp. IWR UAF B przylgowy do BLW Split
IWR UF	Uniwersalny czujnik temp. IWR UF zanurzeniowy do BLW Split
ISR UWG	Obudowa ISR UWG uniwersalna 180x230x110 do PHS lub BSM D
BSM D	Moduł BSM D do zgłaszania zakłóceń, stanów pracy i obiegów wysokotemperaturowych
IWR SBK 3	IWR przewód S-Bus, 3 m^3
IWR SBK 12	IWR przewód S-Bus, 12 m^3

■ Wyposażenie hydrauliczne

Typ	Opis
IWR USV B	**Zawór przełączający c.w.u. IWR USV B do BLW Split C i BLW Split-P C** Zestaw składa się z zaworu przełączającego z napędem. W zestawie nie ma czujnika temperatury c.w.u.
HKSOP Split-P	**Zestaw 2 obiegu grzewczego HKSOP Split-P C bez pomp i zaworu mieszającego.** Do podłączenia zewnętrznej grupy mieszającej. Montowany w jednostce wewnętrznej pompy BLW Split-P C.
HKSPM Split-P	**Zestaw 2 obiegu grzewczego HKSPM Split-P C z pompą i zaw. mieszającym i czujnikiem** Montowany w jednostce wewnętrznej pompy BLW Split-P C. W zakresie dostawy: - pompa o wysokiej efektywności Yonos Para RS 15/6-130, - zawór mieszający z napędem, - czujnik temperatury przylgowy IWR UAF B.

■ Wyposażenie na potrzeby montażu jednostki zewnętrznej

Typ	Opis
WH SD 6	**Uchwyt ścienny z tłumikiem drgań do BLW Split-P C 6-8 kW** Zestaw niezbędny do powieszenia jednostki zewnętrznej na elewacji budynku oraz tłumienia drgań.
WH SD 11	**Uchwyt ścienny z tłumikiem drgań do BLW Split C/ -K C/-P C 11-16 kW** Zestaw niezbędny do powieszenia jednostki zewnętrznej na elewacji budynku oraz tłumienia drgań.
HB	**Wsporniki do montażu podłogowego do BLW Split**
HBS B	**Wsporniki do montażu podłogowego z tłumieniem drgań do BLW Split**
KL 10	**Przewody chłodnicze KL 10 10 m ½˝-¼˝, do BLW Split-P 6 kW** Przewód miedziany, zaizolowany.
KL 20	**Przewody chłodnicze KL 20 20 m ⅜˝-⅝˝, do BLW Split C/ -K C/-P C 11-16 kW** Przewód miedziany, zaizolowany.

Osprzęt zalecany*

■ Zbiorniki buforowe Brötje do pomp ciepła

Typ	Opis
PSW 100	Zbiornik buforowy PSW 100
PSW 300 B	Zbiornik buforowy PSW 300 B
PSW 500 B	Zbiornik buforowy PSW 500 B

■ Podgrzewacze c.w.u. Trinnity do pomp ciepła

Typ	Opis
PC1T 200	Podgrzewacz c.w.u. Trinnity PC1T 200 do współpracy z pompą ciepła. Zalecany z pompą ciepła BLW Split-P C 6-8 kW.
PC1T 300	Podgrzewacz c.w.u. Trinnity PC1T 300 do współpracy z pompą ciepła Zalecany z pompą ciepła BLW Split-P C 8-11 kW.
PC1T 400	Podgrzewacz c.w.u. Trinnity PC1T 400 do współpracy z pompą ciepła Zalecany z pompą ciepła BLW Split-P C 16 kW.
PC1T 500	Podgrzewacz c.w.u. Trinnity PC1T 500 do współpracy z pompą ciepła Zalecany z pompą ciepła BLW Split-P C 22-27 kW.

■ Zbiorniki buforowe Trinnity do pomp ciepła

Typ	Opis
BW 80	Zbiornik buforowy Trinnity BW 80 wiszący. Zalecany do stosowania z pompami ciepła BLW Split-P C o mocach 6-8 kW.
BW 100	Zbiornik buforowy Trinnity BW 100 wiszący. Zalecany do stosowania z pompami ciepła BLW Split-P C o mocach 11-16 kW.
ZB 200	Zbiornik buforowy Trinnity ZB 200 stojący. Zalecany do stosowania z pompą ciepła BLW Split-P C 22 kW.
ZB 300	Zbiornik buforowy Trinnity ZB 300 stojący. Zalecany do stosowania z pompą ciepła BLW Split-P C 27 kW.
ZB 500	Zbiornik buforowy Trinnity ZB 500 stojący. (posiada króćce przyłączeniowe wody grzewczej 2”)

■ Zbiorniki buforowe Trinnity w izolacji z kauczuku do pomp ciepła

Typ	Opis
BWK 80	Zbiornik buforowy Trinnity BWK 80 wiszący, w izolacji z kauczuku. Zalecany do stosowania z pompami ciepła BLW Split-P C o mocach 6-8 kW.
BWK 100	Zbiornik buforowy Trinnity BWK 100 wiszący, w izolacji z kauczuku. Zalecany do stosowania z pompami ciepła BLW Split-P C o mocach 11-16 kW.

*** Informacje techniczne w punkcie 2.7.7.**

2.7.6. Pompa ciepła do c.w.u. BTW B i BTW S B

■ Pompy ciepła c.w.u. do pracy na powietrzu wewnętrznym i zewnętrznym

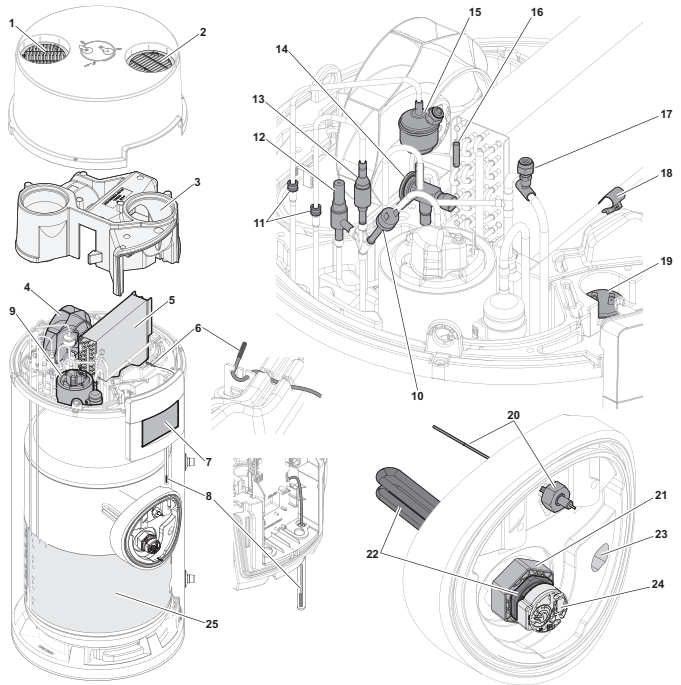


Tylko BTW S:
- ze zintegrowaną wężownicą

Zakres dostawy:
- pompa ciepła do przygotowania ciepłej wody użytkowej, do montażu w pomieszczeniu, powietrze pobierane z zewnątrz lub z wnętrza budynku,
- zbiornik pokryty najwyższej jakości antybakteryjną powłoką ceramiczną,
- izoalcja najwyższej jakości,
- anoda tytanowa,
- wbudowana grzałka elektryczna 1,8 kW,
- elektroniczny ogranicznik temperatury STB,
- maksymalna temperatura wody 75 °C,
- ekologiczny czynnik chłodniczy R290 (propan),
- zintegrowany sterownik IWR z wyświetlaczem graficznym oraz obsługą menu tekstowego,
- prosta i intuicyjna obsługa,
- możliwość zaprogramowania każdego dnia tygodnia,
- możliwość pracy tylko w taryfie nocnej,
- dostępne 4 tryby pracy: program czasowy (wg harmonogramu), ręczny (stała temp. nastawiona ręcznie), szybkie nagrzewanie (wspomaganie grzałką), wyłączona (tylko ochrona przeciwmrozowa),
- styk umożliwiający włączenie pompy ciepła poprzez sygnał z instalacji fotowoltaicznej,
- licznik czasu pracy sprężarki oraz grzałki,
- funkcja antylegionelli,
- tryb ochrony przed zamarzaniem i automatyczne odszranianie,
- możliwość transportu w pozycji poziomej,
- nadaje się do łączenia z sieciami Smart Grid (SG Ready),
- tylko w BTW S wężownica do podłączenia zewnętrznego źródła ciepła,

Dostawy: na palecie kompletna pompa ciepła.

■ Główne elementy pompy ciepła BTW B i BTW S B



1 Kratka wylotu powietrza
2 Kratka wlotu powietrza
3 Pokrywa środkowa
4 Wentylator
5 Parownik
6 Czujnik temperatury powietrza
7 Interfejs użytkownika
8 Górny czujnik temperatury c.w.u.
9 Sprężarka
10 Presostat wysokiego ciśnienia
11 Wlot/wylot skraplacza
12 Zawór elektromagnetyczny dla odszraniania
13 Zawór zwrotny
14 Termostatyczny zawór rozprężny
15 Filtr-osuszacz wyposażony w zawór obwodu wysokociśnieniowego Schrader
16 Czujnik temperatury parowania
17 Zawór obwodu niskociśnieniowego Schrader
18 Bańka zaworu rozprężnego
19 Kondensator sprężarki
20 Anoda tytanowa
21 Złączka dielektryczna
22 Wspomaganie elektryczne
23 Dolny czujnik temperatury c.w.u.
24 Termostat zabezpieczający
25 Skraplacz

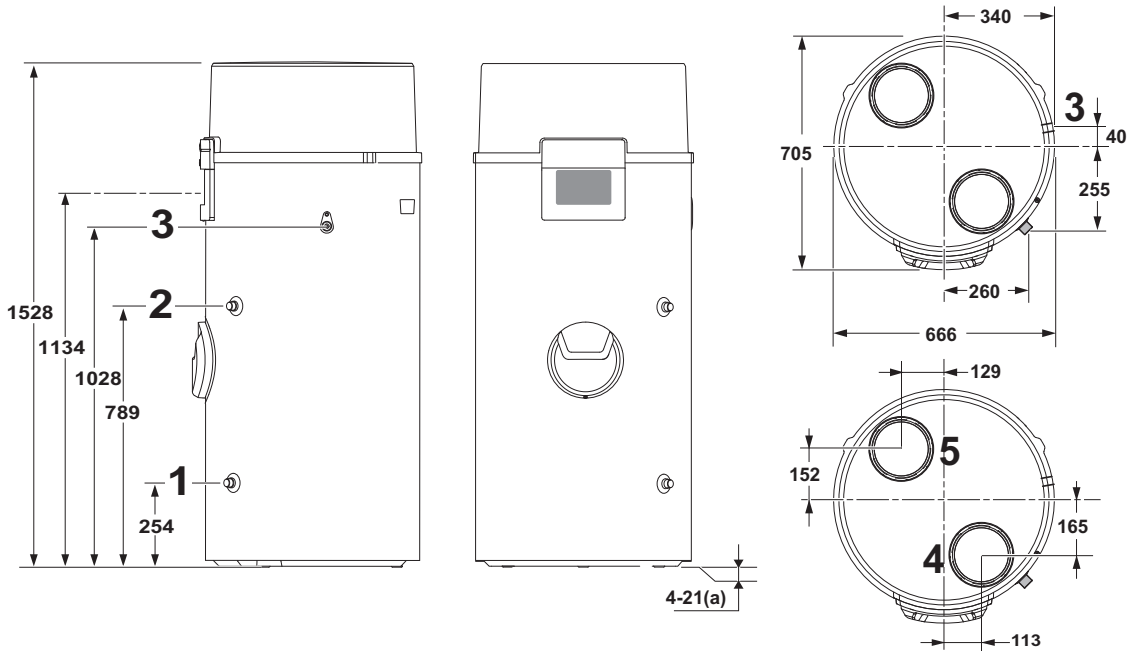
■ **Parametry użytkowe urządzenia**

Model	**Jednostka**	**BTW 200 B**	**BTW 250 B**	**BTW S 200 B**	**BTW S 250 B**
Pojemność	l	196	251	188	243
Masa (netto)	kg	88	99	102	113
Czynnik chłodniczy R290	kg	0,15	0,15	0,15	0,15
R290 czynnik chłodniczy - ekwiwalent CO_2 (1)	tCO_2e	0	0	0	0
Moc (pompa ciepła) przy temperaturze powietrza = 15 °C	W	1455	1450	1478	1410
Moc grzałki	W	1800	1800	1800	1800
Ciśnienie maksymalne wody	MPa (bar)	1,0 (10)	1,0 (10)	1,0 (10)	1,0 (10)
Napięcie zasilania	V	230	230	230	230
Wymagana wielkość bezpiecznika	A	16C	16C	16C	16C
Maksymalne natężenie wyłącznika różnicowego	mA	30	30	30	30
Parametry dla poboru powietrza zewnętrznego					
Wymagana kubatura pomieszczenia	m^3	10	10	10	10
Czas podgrzewu (10 - 54 °C) (2)	godz.	6:33	8:56	6:29	8:37
Profil obciążeń	–	L	XL	L	XL
Pobór mocy elektrycznej (pompa ciepła) (2)	W	437	379	426	396
COP (2)	–	3,09	3,48	3,15	3,28
V_{max} (2)(4)	litry	254	338	249	320
Znamionowe natężenie przepływu powietrza	m^3/h	380	380	380	380
Pes (2)(5)	W	23	25	22	30
Maksymalna długość prostego kanału doprowadzenia powietrza o średnicy 160 mm(6)	m	10	10	10	10
Maksymalna długość prostego kanału odprowadzenia powietrza o średnicy 160 mm(6)	m	10	10	10	10
Parametry dla poboru powietrza z otoczenia (bez przewodów)					
Wymagana kubatura pomieszczenia	m^3	17	17	17	17
Czas podgrzewu (10 - 54 °C) (3)	godz.	6:06	8:08	5:25	7:58
Profil obciążeń	–	L	XL	L	XL
Pobór mocy elektrycznej (pompa ciepła) (3)	W	448	399	444	398
COP (3)	–	3,25	3,63	3,33	3,54
Vmax (3)(4)	litry	255	339	249	322
Pes (3)(5)	W	27	29	26	29
Wspomaganie hydrauliczne					
Powierzchnia wymiennika	m^2	-	-	0,93	0,93
Ciągły przepływ gdy ΔT = 35 K(7)(8)	litry/h	-	-	599	599

(1) Ilość czynnika chłodniczego jest obliczana w tonach równoważnika CO_2.
(2) Wartość uzyskana przy temperaturze powietrza 7 °C i temperaturze wody na wlocie 10 °C wg normy EN16147, na podstawie Specyfikacji LCIE nr 103-15/B:2011.
(3) Wartość uzyskana przy temperaturze powietrza 15 °C i temperaturze wody na wlocie 10 °C wg normy EN16147, na podstawie Specyfikacji LCIE nr 103-15/B:2011.
(4) Maksymalna użyteczna objętość ciepłej wody o temperaturze 40 °C.
(5) Pobór mocy przy ustabilizowanej prędkości kanału.
(6) Zastosowanie kanałów doprowadzających i odprowadzających powietrze do/z pompy ciepła negatywnie wpływa na jej para metry eksploatacyjne.
(7) Temp. wody zimnej użytkowej na wlocie 10 °C / na wylocie 45 °C - Temperatura zasilania obiegu pierwotnego 80 °C.
(8) Moc wymiany 24,4 kW.

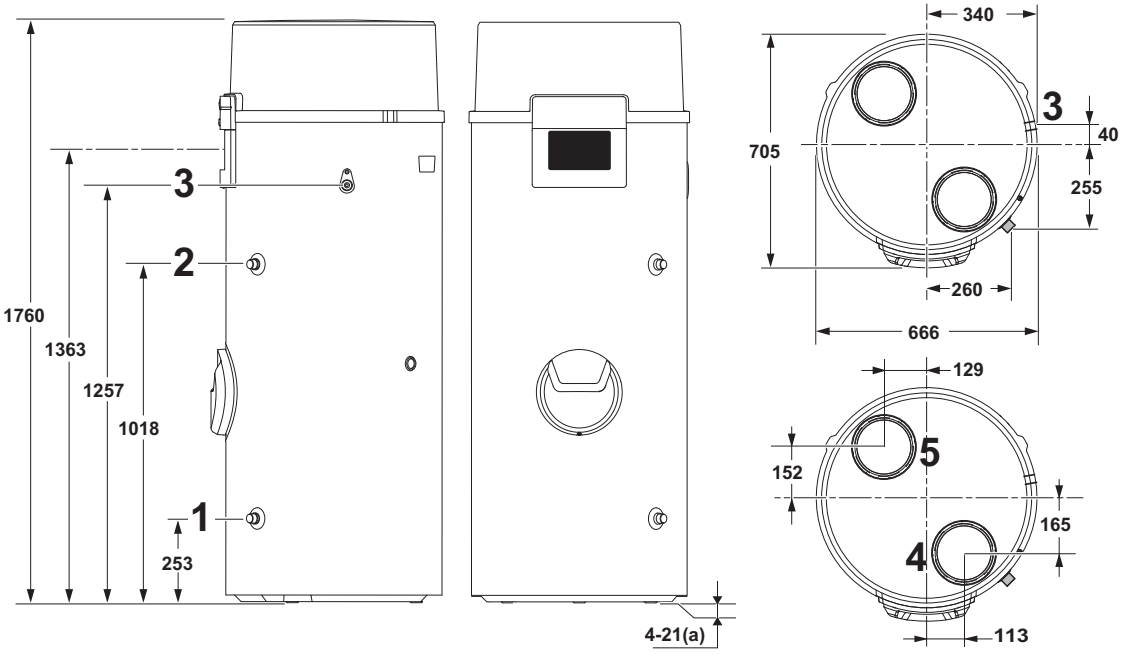
■ Wymiary i przyłącza

Rys. BTW 200 B



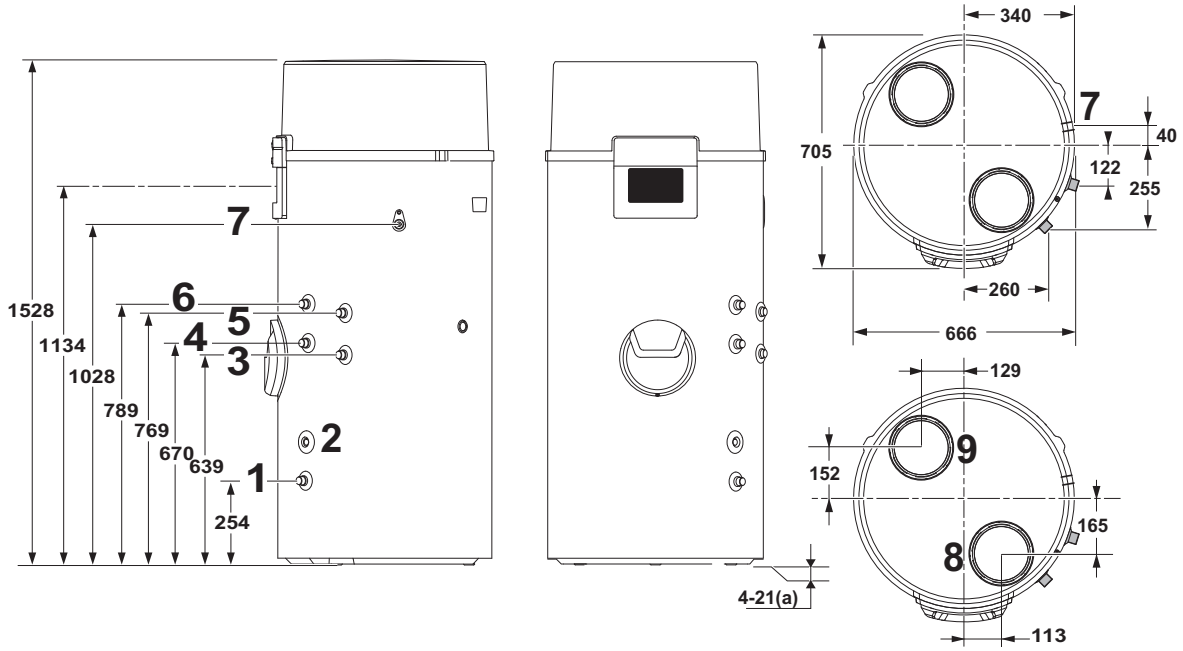
1 Wlot zimnej wody użytkowej, G 3/4″
2 Wypływ c.w.u., G 3/4″
3 Wylot kondensatu
4 Wlot powietrza, średnica 160 mm
5 Wylot powietrza, średnica 160 mm
(a) Regulowane nóżki

Rys. BTW 250 B



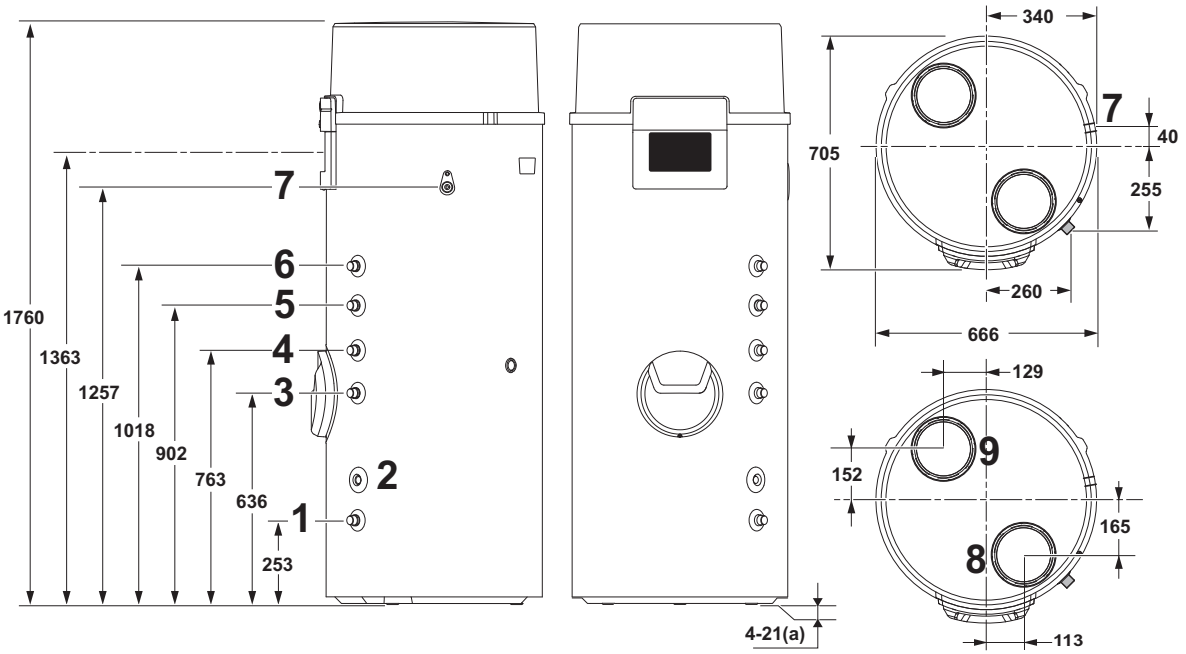
1 Wlot zimnej wody użytkowej, G 3/4″
2 Wypływ c.w.u., G 3/4″
3 Wylot kondensatu
4 Wlot powietrza, średnica 160 mm
5 Wylot powietrza, średnica 160 mm
(a) Regulowane nóżki

Rys. BTW S 200 B



1 Wlot wody zimnej użytkowej, G 3/4″
2 Tuleja zanurzeniowa dla czujnika wspomagania hydraulicznego
3 Powrót wspomagania hydraulicznego, G 3/4"
4 Powrót z pętli c.w.u., G 3/4"
5 Zasilanie do wspomagania hydraulicznego, G 3/4"
6 Wypływ c.w.u., G 3/4″
7 Wylot kondensatu

Rys. BTW S 250 B



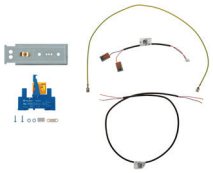
1 Wlot zimnej wody użytkowej, G 3/4″
2 Tuleja zanurzeniowa dla czujnika wspomagania hydraulicznego
3 Powrót wspomagania hydraulicznego, G 3/4"
4 Zasilanie do wspomagania hydraulicznego, G 3/4"
5 Powrót z pętli c.w.u., G 3/4"
6 Wypływ c.w.u., G 3/4″
7 Wylot kondensatu
8 Wlot powietrza, średnica 160 mm
9 Wylot powietrza, średnica 160 mm
(a) Regulowane nóżki

■ **Wymiary i przyłącza**

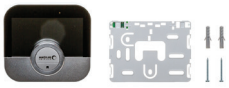
	Jednostka	BTW 200 B	BTW 250 B	BTW S 200 B	BTW S 250 B
Średnica zewnętrzna (z izolacją)	mm	705	705	705	705
Wymiar w przechyle (z izolacją)	mm	1630	1840	1630	1840
Wysokość	mm	1528	1760	1528	1760
Masa (netto)	kg	88	99	102	113
Króciec zimnej wody (wysokość)	mm	254	253	254	253
Króciec ciepłej wody (wysokość)	mm	789	1018	789	1018
Króciec cyrkulacji CWU (wysokość)	mm	-	-	670	902
Zasilanie wężownicy (wysokość)	mm	-	-	769	763
Powrót wężownicy (wysokość)	mm	-	-	639	636
Zasilanie wężownicy	cal	-	-	3/4″ GZ	3/4″ GZ
Powrót wężownicy	cal	-	-	3/4″ GZ	3/4″ GZ
Króciec zimnej wody	cal	3/4″ GZ	3/4″ GZ	3/4″ GZ	3/4″ GZ
Króciec ciepłej wody	cal	3/4″ GZ	3/4″ GZ	3/4″ GZ	3/4″ GZ
Króciec cyrkulacji CWU	cal	3/4″ GZ	3/4″ GZ	3/4″ GZ	3/4″ GZ

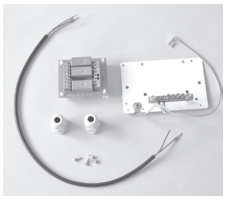
2.7.7. Wyposażenie dodatkowe do pomp ciepła BLW Split C i BLW Split D

■ Wyposażenie regulacyjne BLW Split

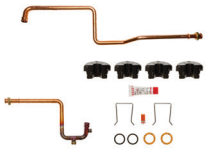
Typ	Opis	
IWR RMZ-Split C		Moduł sterujący strefą IWR RMZ-Split C do BLW Split C. Moduł - płytka rozszerzająca umożliwia skonfigurowanie jednego dodatkowego obiegu grzewczego z mieszaczem, wysokotemperaturowego lub z nagrzewnicami, do ogrzewania lub chłodzenia. Moduł umożliwia obsługę podgrzewacza c.w.u. W zestawie: – osprzęt do montażu, – jeden czujnik IWR – IWR UAF B, – osłona modułu. Używany w połączeniu z BLW Split C z wbudowanym regulatorem IWR.
IWR RMZ-Split-K C		Moduł sterujący strefą IWR RMZ-Split-K C do BLW Split-K C. Moduł - płytka rozszerzająca umożliwia skonfigurowanie jednego dodatkowego obiegu grzewczego z mieszaczem, wysokotemperaturowego lub z nagrzewnicami, do ogrzewania lub chłodzenia. Moduł umożliwia obsługę podgrzewacza c.w.u. W zestawie osprzęt do montażu. Używany w połączeniu z BLW Split-K C z wbudowanym regulatorem IWR.
ASS FBH C		Przewód termostatu zabezpieczającego og. podł. ASS FBH C dla BLW Split C i BLW Split-K C. Przewód służący do podłączenia do pompy ciepła termostatu zabezpieczającego ogrzewanie podłogowe przed przegrzaniem. Stosuje się w przypadku bezpośredniego podłączenia ogrzewania podłogowego do pompy ciepła. Termostat nie jest w zakresie dostawy.
ASS FBH		Przewód termostatu zabezpieczającego og. podł. ASS FBH dla BLW Split-P C. Przewód służący do podłączenia do pompy ciepła termostatu zabezpieczającego ogrzewanie podłogowe przed przegrzaniem. Stosuje się w przypadku bezpośredniego podłączenia ogrzewania podłogowego do pompy ciepła. Termostat nie jest w zakresie dostawy.
IWR RLB B		Kabel połączeniowy IWR RLB B do cichej pracy do BLW Split C i BLW Split-K C. Używany w połączeniu z BLW Split C i BLW Split-K C z wbudowanym regulatorem IWR.
IWR RLB-P B		Kabel połączeniowy IWR RLB-P B do cichej pracy do BLW Split-P C. Używany w połączeniu z BLW Split-P C z wbudowanym regulatorem IWR.
LFF		Czujnik wilgotności LFF do pasywnego chłodzenia do BLW Split. Czujnik ogranicza maksymalną wilgotność względną podczas chłodzenia. Zasilanie: napięcie 230 V. Do współpracy z modułem BSM D.

■ Wyposażenie regulacyjne

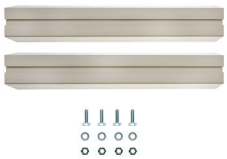
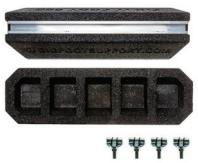
Typ	Opis	
RTW D		Regulator pokojowy RTW D Termostat pokojowy tygodniowy zwierno/rozwierny (on/off), z własnym zasilaniem (bateryjnym), 4 różnymi temperaturami dobowymi oraz funkcją ochrony przed mrozem. Baterie w zestawie.
RTD D		Regulator pokojowy RTD D bezprzewodowy Termostat pokojowy tygodniowy zwierno/rozwierny (on/off), z własnym zasilaniem (bateryjnym), 4 różnymi temperaturami dobowymi oraz funkcją ochrony przed mrozem. Termostat posiada wbudowany nadajnik o częstotliwości 866 MHz, odbiornik zasilany prądem sieciowym 230 V. Baterie w zestawie.
IWR IDA		Regulator IWR IDA z kontrolą przez aplikację do BLW Split Inteligentny, cyfrowy regulator pokojowy z kolorowym wyświetlaczem z możliwością obsługi za pomocą Wi-Fi i aplikacji mobilnej przez smartfon lub tablet. Posiada wbudowany czujnik temp. pomieszczenia.
IWR TWF B		Czujnik temperatury c.w.u. IWR TWF B do BLW Split Czujnik temperatury c.w.u. jest wymagany do użycia z systemem podgrzewania c.w.u.. Czujnik temperatury c.w.u. może zostać wykorzystany z podgrzewaczem firmy Brötje lub obcego producenta. Po prawidłowym podłączeniu czujnika temperatury c.w.u. do regulatora IWR odblokuje się odpowiednia funkcjonalność związana z podgrzewaniem c.w.u. W zestawie 5-cio metrowy przewód, z wtyczką.
IWR UAF B		Uniwersalny czujnik temp. IWR UAF B przylgowy do BLW Split Czujnik temperatury z opaską mocującą do użycia w systemie przylgowym jako uniwersalny czujnik przylgowy, do współpracy z źródłami ciepła z regulatorem IWR. W zestawie 2,5 metrowy przewód, z wtyczką.
IWR UF		Uniwersalny czujnik temp. IWR UF zanurzeniowy do BLW Split Czujnik temperatury, do użycia jako uniwersalny czujnik zanurzeniowy, do współpracy z źródłami ciepła z regulatorem IWR. W zestawie 5-cio metrowy przewód, z wtyczką.
ISR UWG		Obudowa ISR UWG uniwersalna 180x230x110 do PHS lub BSM D Wyposażony w szynę montażową do dodatkowych modułów rozszerzających i styczników. Możliwość zamontowania 2 styczników pomocniczych PHS lub 2 modułów sygnalizacji stanów pracy i zakłóceń BSM D. Bez okablowania, do montażu ściennego. Szerokość x Wysokość x Głębokość: 180x230x110 mm.

Typ	Opis	
BSM D		Moduł BSM D do zgłaszania zakłóceń, stanów pracy i obiegów wysokotemperaturowych. Płytka z 3 przekaźnikami do bezpotencjałowego przekazywania informacji na temat stanów pracy i zakłóceń. Do montażu na szynie montażowej. Możliwy montaż naścienny przy wykorzystaniu obudowy uniwersalnej ISR UWG.

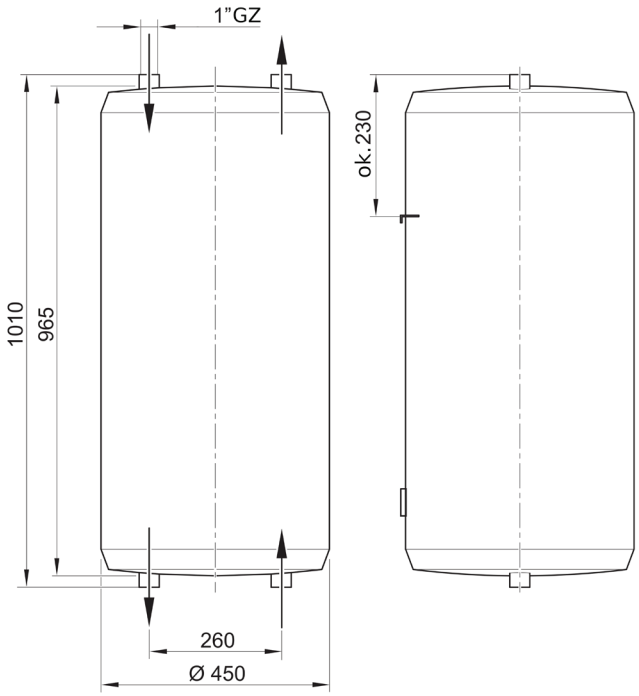
■ Wyposażenie hydrauliczne

Typ	Opis	
IWR USV B		Zawór przełączający c.w.u. IWR USV B do BLW Split C i BLW Split-P C. Zestaw składa się z zaworu przełączającego z napędem. W zestawie nie ma czujnika temperatury c.w.u.
KHF		Zawór kulowy z filtrem (400 µm) KHF do BLW Split. Ochrona pompy ciepła przed zanieczyszczeniami.
ADH 2 BOB/WOB		Zestaw zaworów ADH 2 BOB 1˝ odcinające natynkowe proste. Zestaw zaworów do podłączenia i odcinania instalacji c.o. Zestaw zaworów prostych, do montażu natynkowego. Zawiera: – 1 zawór odcinający, prosty na zasilaniu 1˝, – 1 zawór odcinający, prosty na powrocie 1˝, – 1 zawór napełniający/spustowy.
HKSOP Split-P		Zestaw 2 obiegu grzewczego HKSOP Split-P C bez pomp i zaworu mieszającego. Do podłączenia zewnętrznej grupy mieszającej. Montowany w jednostce wewnętrznej pompy BLW Split-P C.
HKSPM Split-P		Zestaw 2 obiegu grzewczego HKSPM Split-P C z pompą i zaw. mieszającym i czujnikiem. Montowany w jednostce wewnętrznej pompy BLW Split-P C. W zakresie dostawy: – pompa o wysokiej efektywności Yonos Para RS 15/6-130, – zawór mieszający z napędem, – czujnik temperatury przylgowy IWR UAF B.

■ Wyposażenie na potrzeby montażu jednostki zewnętrznej

Typ	Opis	
WH SD 6		Uchwyt ścienny WH SD 6 z tłumikiem drgań do BLW Split-P C 6-8 kW. Zestaw niezbędny do powieszenia jednostki zewnętrznej na elewacji budynku oraz tłumienia drgań.
WH SD 11		Uchwyt ścienny WH SD 11 z tłumikiem drgań do BLW Split C/ -K C/-P C 11-16 kW. Zestaw niezbędny do powieszenia jednostki zewnętrznej na elewacji budynku oraz tłumienia drgań.
HB		Wsporniki do montażu podłogowego HB do BLW Split. Wykonane z wytrzymałego PVC, do podłogowego montażu jednostki zewnętrznej. Śruby, podkładki oraz nakrętki, umożliwiające szybki i pewny montaż, w zakresie dostawy.
HBS B		Wsporniki do montażu podłogowego HBS B z tłumieniem drgań do BLW Split. Do podłogowego montażu jednostki zewnętrznej. Wsporniki wykonane z gumy, do tłumienia dźwięków normalnych dla pracy sprężarki.
KL 10		Przewody chłodnicze KL 10 10 m ½″-¼″, do BLW Split-P C 6 kW. Przewód miedziany, zaizolowany, o długości 10 m.
KL 20		Przewody chłodnicze KL 20 20 m ⅜″-⅝″, do BLW Split C/ -K C/-P C 11-16 kW. Przewód miedziany, zaizolowany, o długości 10 m.

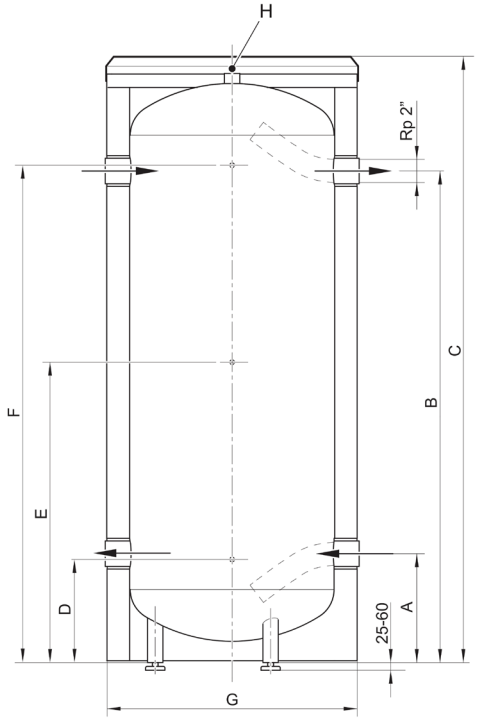
■ Zbiorniki buforowe wiszące Brötje PSW



Na zbiorniki PSW Brötje udzielana jest 5-letnia gwarancja

Model		**PSW 100**
Pojemność bufora	l	98 l
Klasa efektywności energetycznej		C
Maksymalne dopuszczalne ciśnienie robocze	bar	6
Maksymalna dopuszczalna temperatura robocza	°C	95
Średnica zewnętrzna (z izolacją)	mm	450
Wysokość (z izolacją)	mm	1010
Masa	kg	31
Przyłącza HV/HR (zasilanie/powrót c.o.)	cal	1 GZ

■ Zbiorniki buforowe stojące Brötje PSW



Na zbiorniki PSW Brötje udzielana jest 5-letnia gwarancja

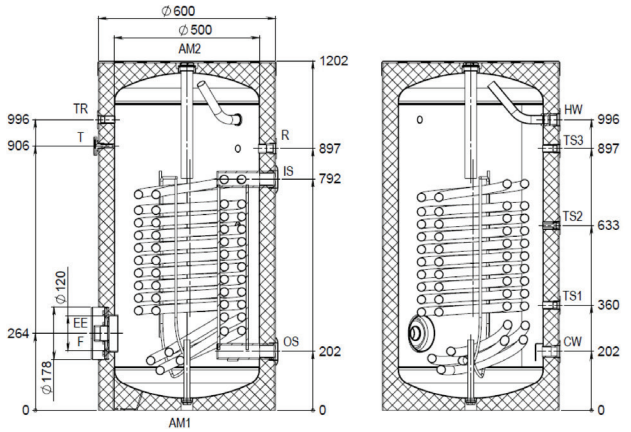
Oznaczenie		PSW 300 B	PSW 500 B
Wymiar A	mm	285	307
Wymiar B	mm	1280	1427
Wymiar C	mm	1634	1834
Wymiar D	mm	270	292
Wymiar E	mm	783	867
Wymiar F	mm	1295	1442
Wymiar G (ø)	mm	673	832
Wymiar H (odpowietrznika)	cal	¾ GW	¾ GW

Model		PSW 300 B	PSW 500 B
Pojemność bufora	l	296	492
Klasa efektywności energetycznej		C	C
Maksymalne dopuszczalne ciśnienie robocze	bar	6	6
Maksymalna dopuszczalna temperatura robocza	°C	95	95
Średnica zewnętrzna (z izolacją)	mm	673	832
Wysokość (z izolacją)	mm	1634	1834
Masa	kg	83	110
Wysokość, na której są przyłącza HV/HR (zasilanie/powrót c.o.)	mm	1280/285	1427/307
Wysokości, na której są tuleje zanurzeniowe	mm	270/783/1295	292/867/1442
Przyłącza HV/HR (zasilanie/powrót c.o.)	cal	2 GZ	2 GZ

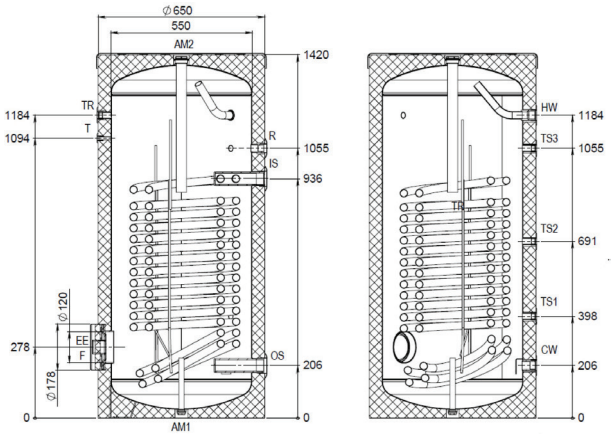
■ Podgrzewacze c.w.u. Trinnity PC1T do współpracy z pompą ciepła

Budowa i wymiary

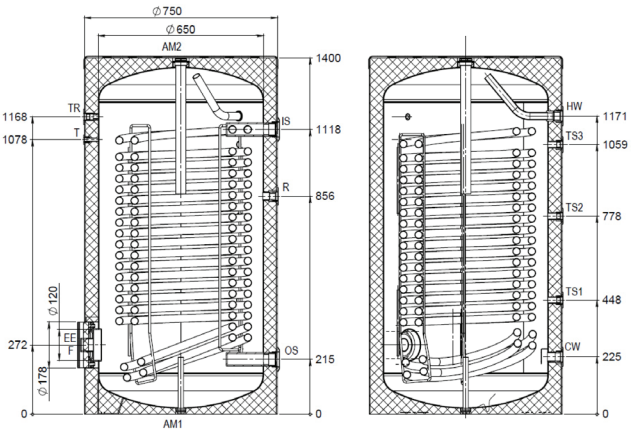
Rys. Trinnity PC1T 200



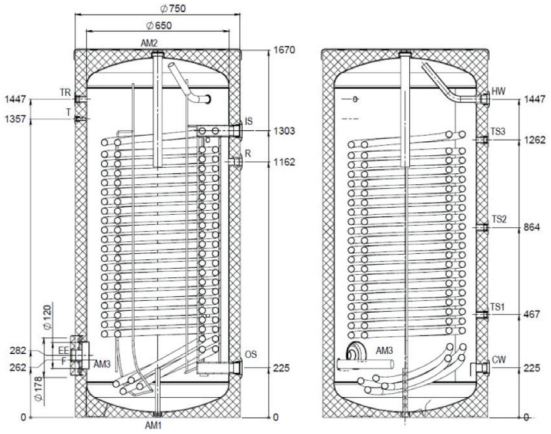
Rys. Trinnity PC1T 300



Rys. Trinnity PC1T 400



Rys. Trinnity PC1T 500



Zakres dostawy:

- stojący podgrzewacz c.w.u. z jedną, podwójnie zwijaną wężownicą,
- wykonany z blachy stalowej zgodnie z normą EN 12897,
- zabezpieczony od wewnątrz powłoką emaliowaną,
- 2 anody magnezowe,
- izolacja wykonana z pianki poliuretanowej wysokiej gęstości,
- kołnierz serwisowy ułatwiający kontrolę i czyszczenie,
- możliwość instalacji grzałki elektrycznej z gwintem G 1 ½˝ na kołnierzu serwisowym (nie wchodzi w zakres dostawy),
- możliwość instalacji regulatora termicznego,
- zwiększona średnica kolektorów wlotowych do 1 ½˝ dla zmniejszenia spadku ciśnienia w wężownicy i zapewnienia wymaganego przepływu dla pompy ciepła,
- możliwość instalacji regulatora termicznego,
- możliwość instalacji czujnika temperatury – 1 tuleja czujnika w komplecie.

Uwaga: W okresie gwarancji kompletować tylko z oryginalną grzałką elektryczną producenta.

Model		Trinnity PC1T 200	Trinnity PC1T 300	Trinnity PC1T 400	Trinnity PC1T 500
Wlot zimnej wody	CW	G 1″			
Wylot ciepłej wody	HW	G 1″			
Zasilanie wężownicy	IS	G 1 1/2″			
Powrót z wężownicy	OS	G 1 1/2″			
Króciec na grzałkę elektryczną	EE	G 1 1/2″			
Cyrkulacja	R	G 3/4″			
Termometr	T	Ø 14 x 1,5			
Króciec na termoregulator	TR	G 1/2″			
Króciec czujnika temperatury 1, 2, 3	TS 1, 2, 3	G 1/2″			
Króciec anody magnezowej 1	AM 1	G 3/4″			
Króciec anody magnezowej 2	AM 2, 3	G 1 1/2″			

■ **Dane techniczne**

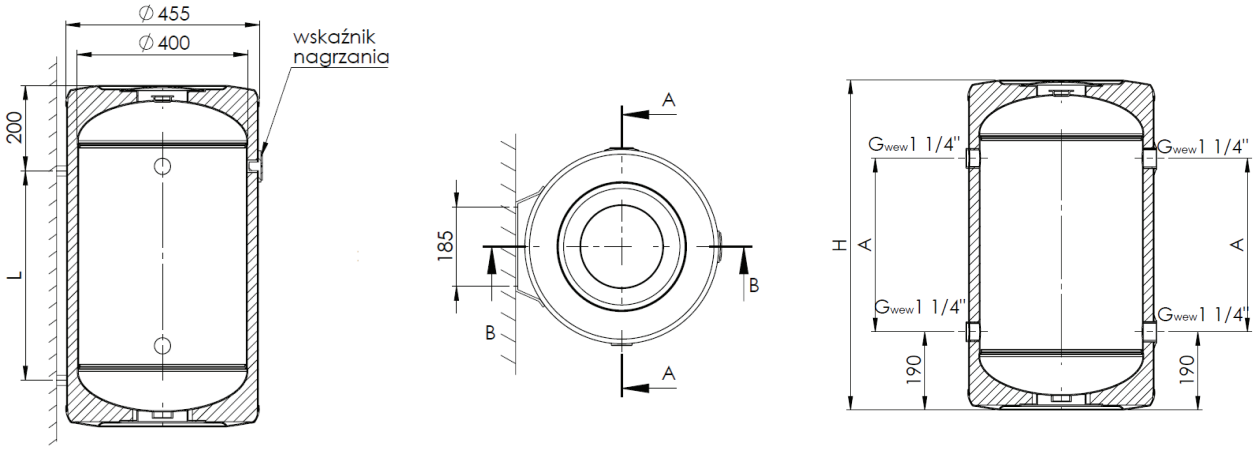
Model		Trinnity PC1T 200	Trinnity PC1T 300	Trinnity PC1T 400	Trinnity PC1T 500
Pojemność nominalna	dm^3	190	277	371	460
Pojemność rzeczywista	dm^3	186	271	364	451
Powierzchnia wężownicy	m^2	2,10	3,00	5,10	6,00
Moc wymienna w stanie ciągłym (maksymalna moc wężownicy) *60-80/50-60 °C	kW	52/24	88/40	150/76	149/98
Ciągła wydajność wody gorącej ΔT 35 °C *60-80/50-60 °C	l/h dla ΔT 35 °C	1275/581	2112/969	3708/1880	3686/2395
V40 – ciepła woda dostarczana o temperaturze co najmniej 40 °C	L	327	451	567	662
Rodzaj zbiornika	-	stalowy, pokryty wewnątrz emalią ceramiczną			
Rodzaj obudowy zewnętrznej	-	tworzywo typu skay, kolor szary RAL 9006			
Rodzaj izolacji	-	poliuretan			
Grubość izolacji	mm	50	50	50	50
Straty ciepła	kW/24h	1,4	1,6	2,2	2,3
Klasa energetyczna	-	B	B	C	C
Zapotrzebowanie wody grzewczej	[mbar] / m^3/h	[53,3]/2,5	[79,1]/3,0	[171,5]/3,5	[173,2]/3,5
Parametry pracy zbiornika: maksymalne ciśnienie robocze zbiornika maksymalna temperatura zbiornika	 MPa °C	pr = 0,8 tr = 95			
Parametry czynnika grzewczego: maksymalne ciśnienie robocze wężownicy maksymalna temperatura wężownicy	 MPa °C	pr = 0,6 tr = 110			
Waga netto	kg	79	111	185	212

* wychodząca – wchodząca temperatura czynnika grzewczego

■ Zbiorniki buforowe Trinnity

Budowa i wymiary

Rys. Trinnity BW

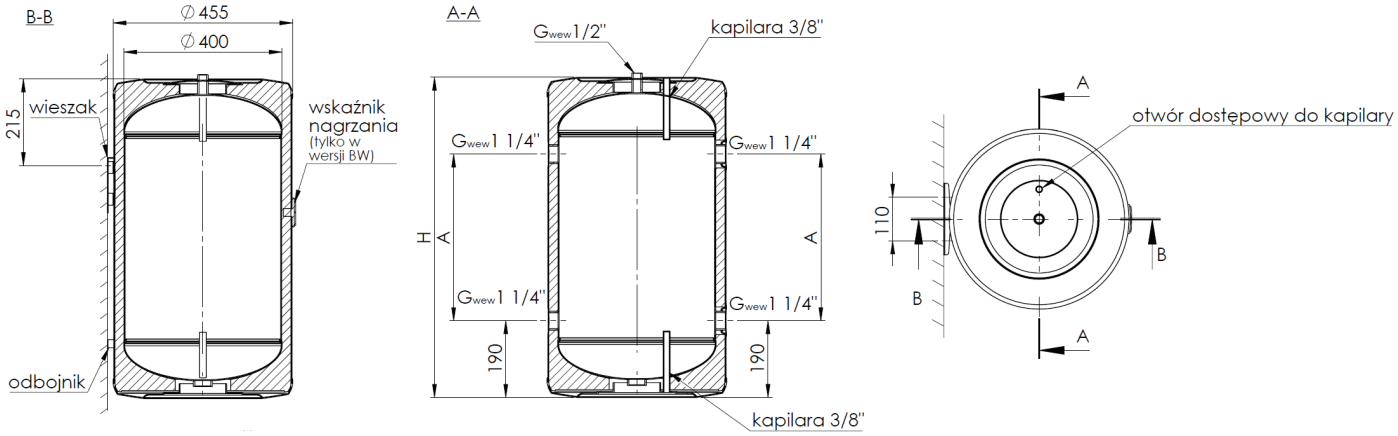


Zakres dostawy:

- wiszący zbiornik buforowy BW,
- wykonany z blachy stalowej czarnej,
- zabezpieczony od wewnątrz powłoką emaliowaną,
- 2 anody magnezowe,
- izolacja wykonana z pianki polistyrenowej o grubości 25 mm,
- płaszcz wykonany z cienkiej blachy stalowej – osłona izolacji termicznej,
- dolna i górna pokrywa wykonana z tworzywa sztucznego ABS.

Model		**Trinnity BW 50**	**Trinnity BW 80**	**Trinnity BW 100**
Pojemność	dm^3	50	80	100
Króciec przyłącza	cal	1 ¼		
A	mm	180	420	582
L	mm	250	490	650
H	mm	560	800	960
Rodzaj zbiornika		stalowy - wewnątrz surowy, zewnątrz pokryty farbą antykorozyjną		
Izolacja termiczna zbiornika		pianka poliuretanowa		
Grubość izolacji termicznej	mm	25		
Osłona zewnętrzna		płaszcz z blachy pokrytej farbą proszkową		
Parametry pracy zbiornika: Maksymalne ciśnienie robocze Maksymalna temperatura robocza		pr = 0,3 MPa tr = 80 °C		
Masa	kg	28	35	40

Rys. Trinnity BWK

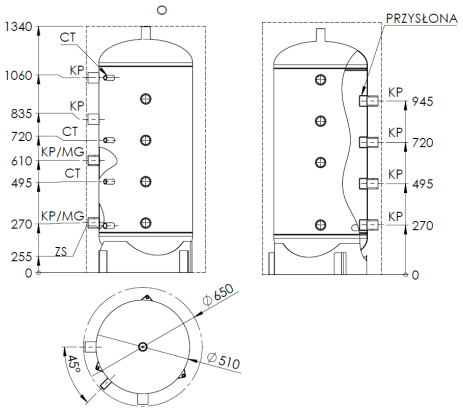


Zakres dostawy:

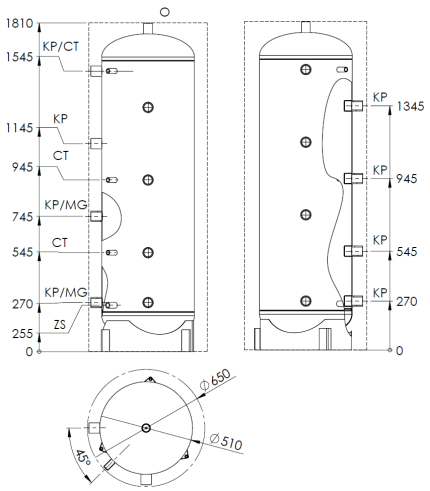
- wiszący zbiornik buforowy BWK,
- wykonany z blachy stalowej czarnej,
- zabezpieczony od wewnątrz powłoką emaliowaną,
- 2 anody magnezowe,
- izolacja wykonana z maty kauczukowej o grubości 25 mm,
- płaszcz wykonany z cienkiej blachy stalowej – osłona izolacji termicznej,
- dolna i górna pokrywa wykonana z tworzywa sztucznego ABS.

Model		**Trinnity BWK 50**	**Trinnity BWK 80**	**Trinnity BWK 100**
Pojemność	dm^3	50	80	100
Króciec przyłącza	cal	1 ¼		
A	mm	180	420	582
L	mm	250	490	650
H	mm	560	800	960
Rodzaj zbiornika		stalowy - wewnątrz surowy, zewnątrz pokryty farbą antykorozyjną		
Izolacja termiczna zbiornika		mata kauczukowa - grubość 25 mm		
Grubość izolacji termicznej	mm	25		
Osłona zewnętrzna		płaszcz z blachy pokrytej farbą proszkową		
Parametry pracy zbiornika: Maksymalne ciśnienie robocze Maksymalna temperatura robocza		pr = 0,3 MPa tr = 80 °C		
Masa	kg	30	37	42

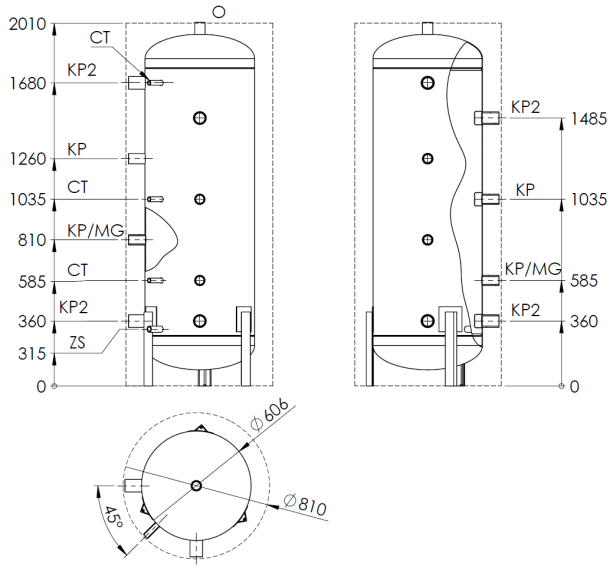
Rys. Trinnity ZB 200



Rys. Trinnity ZB 300



Rys. Trinnity ZB 500



Dane techniczne:

- maksymalne ciśnienie robocze wody kotłowej: 3 bar
- przyłącze grzałki elektrycznej (MG): Gw 1 ½”
- króciec przyłączeniowy wody grzewczej (KP): Gw 1 ½”
- króciec przyłączeniowy wody grzewczej (KP2): Gw 2”
- czujnik temperatury (CT): Gw ½”
- odpowietrzenie (O): Gw 1 ¼”
- spust (ZS): Gw ¾”

Uwaga: W okresie gwarancji kompletować tylko z oryginalną grzałką elektryczną producenta.

Model		**Trinnity ZB 200**	**Trinnity ZB 300**	**Trinnity ZB 500**
Pojemność	dm^3	200	300	500
Rodzaj zbiornika		stalowy – wewnątrz surowy, zewnątrz pokryty farbą antykorozyjną		
Parametry pracy zbiornika		max. ciśnienie robocze i temperatura robocza p_r = 0,3 MPa, t_r = 80°C		
Izolacja termiczna		pianka polistyrenowa		
	mm	70		100
Straty postojowe*	W	52	72	68
Osłona zewnętrzna		skay		
Waga zbiornika bez wody	kg	59	87	120

* zgodnie z obowiązującym Rozporządzeniem Unii Europejskiej nr 812/2013 oraz 814/2013

3. Zagadnienia projektowania wodnych kotłowni niskotemperaturowych

3.1. Informacje ogólne

Projekt kotłowni jest zwykle dziełem kilku specjalistów: ciepłownika-technologa, architekta, konstruktora, elektryka i automatyka. Jakkolwiek wszystkie opracowania składowe są ważne, to jednak wiodącą rolę w projekcie źródła ciepła odgrywa technologia. Najważniejszą częścią projektu technologicznego jest schemat technologiczny źródła ciepła, zwany też schematem ideowym. Uwidocznione są na nim wszystkie urządzenia technologiczne i powiązania występujące między nimi. Stopień skomplikowania schematu ideowego kotłowni jest zależny od funkcji kotłowni, liczby jednostek kotłowych oraz od wymagań producenta kotłów, podającego niezbędny sposób ich zabezpieczenia. Ten ostatni wymóg powinien być bezwarunkowo przestrzegany ze względu na możliwość utraty gwarancji producenta w przypadku nie spełnienia wszystkich wymagań określonych w materiałach do projektowania urządzeń. Zakres wymagań dotyczy zwykle zabezpieczenia kotła przed zanikiem przepływu, przekroczeniem parametrów maksymalnych (ciśnienia i temperatury), skutkami zbyt niskiej temperatury wody powracającej do kotła oraz obniżeniem poziomu wody w kotle. Nie spełnienie jednego z warunków może być przyczyną powstania stanów awaryjnych, prowadzących czasem do trwałego uszkodzenia kotła.
Przy projektowaniu kotłowni zaleca się wykonanie dokładnych bilansów cieplnych, celem określenia wymaganej mocy kotłowni.

Wybierając kocioł grzewczy należy wziąć pod uwagę następujące sprawy:
- wskazówki projektowe producenta kotłów,
- wymagana moc cieplna,
- warunki zabudowy (m.in. możliwość odprowadzenia spalin, wielkość pomieszczenia),
- warunki transportu (m.in. rodzaj dostawy – korpus w całości, w częściach, kocioł w całości wraz z obudową, gabaryty, ciężar, itd.),
- parametry (m.in. wartości oraz dynamika zmian parametrów instalacji odbiorczych jak temperatura i przepływ),
- instalacja grzewcza (m.in. pojemność, wysokość słupa wody, wymagane ciśnienie robocze),
- warunki dla czynności konserwacyjnych (m.in. stan techniczny instalacji grzewczej, konstrukcja kotła),
- inne specyficzne kwestie dla danej inwestycji, jak np.: koszty inwestycyjne i koszty eksploatacyjne, które w przypadku kotłowni zależą przede wszystkim od cen nośników energii. Łączny rachunek kosztów inwestycyjnych i eksploatacyjnych umożliwi wybór rodzaju kotłowni wg. kryterium minimum kosztów. Analizy takie należy wykonać na etapie przedinwestycyjnym.

3.2. Moc cieplna kotłowni

3.2.1. Określenie zapotrzebowania na moc cieplną

Określając zapotrzebowanie na moc cieplną uwzględnia się następujące potrzeby: c.o., c.w.u., wentylacja, klimatyzacja, potrzeby technologiczne. Ważna jest nie tylko wartość tych potrzeb, ale również analiza ich zmienności w czasie oraz zastosowane przedsięwzięcia zmniejszające tę wartość.
Potrzeby centralnego ogrzewania budynków, w przypadku nowych inwestycji i w obiektach modernizowanych mogą być dokładnie ustalone drogą obliczeń. Przy braku dokumentacji, i w przypadku analiz szacunkowych można korzystać ze wskaźników przybliżonych:

$$Q = q_A \cdot A = q_V \cdot V\,[W] \qquad [3.1]$$

gdzie:
q_A, q_V – jednostkowe zapotrzebowanie na moc cieplną lub jednostkowe obciążenie cieplne [W/m^2] lub [W/m^3],
A, V – powierzchnia ogrzewanych pomieszczeń [m^2] lub kubatura [m^3],

W przypadku źródeł ciepła modernizowanych (przejście z paliwa stałego na olej lub gaz) należy przyjmować wartości obliczeniowego obciążenia cieplnego, podane w starej dokumentacji z ograniczonym zaufaniem. Każdorazowo należy również uwzględnić planowane przedsięwzięcia co do poprawy termoizolacji budynku. Budynki wielorodzinne mają przeważnie bardziej zwartą zabudowę i mniejsze przeszklenia w porównaniu z budynkami jednorodzinnymi. W związku z tym jednostkowe zapotrzebowanie na moc cieplną dla potrzeb c.o., przy tym samym standardzie pokrycia potrzeb cieplnych, jest mniejsze. Przykładowo w budownictwie mieszkalnym można przyjmować q [W/m^2]:

1. budynki jednorodzinne:
   - stare 150-170, [W/m^2],
   - (z wymienionymi oknami) 120-150, [W/m^2],
   - docieplone 80-120, [W/m^2],
   - energooszczędne 50-70, [W/m^2].
2. budynki segmentowe – segmenty środkowe 10-20 [W/m^2],
3. budynki wielorodzinne:
   - stare 100-130, [W/m^2],
   - docieplone 50-80, [W/m^2],
   - energooszczędne 30-50, [W/m^2].

Budynki, w których projektowana jest instalacja centralnego ogrzewania muszą spełniać wymagania według przepisów techniczno - budowlanych [1.1] co do oporności cieplnej przegród budowlanych. Podane wyżej wskaźniki jednostkowej mocy grzewczej dotyczące budynków starych mają charakter informacyjny i nie mogą być podstawą projektowania, gdyż przy takich wskaźnikach nie jest zachowana wymagana oporność cieplna przegród budowlanych. Ograniczenie zużycia energii na świecie, w tym również na ogrzewanie budynków, jest obecnie sprawą priorytetową [3.56]. Dlatego celowym jest sporządzanie każdorazowo dokładnego obliczenia zapotrzebowania na ciepło i szukanie sposobów jego zmniejszenia. Obliczone lub oszacowane obciążenie cieplne dla potrzeb c.o. jest wartością maksymalną, ustaloną przy temperaturze zewnętrznej (t_e) obliczeniowej (projektowej). Zmienia się ono jednak w czasie sezonu ogrzewczego w związku ze zmianami temperatury zewnętrznej. Zgodnie z danymi statystycznymi, obliczeniowe (maksymalne) zapotrzebowanie występuje w Polsce sporadycznie, a dłuższe okresy mrozów coraz rzadziej. Przez blisko 90% sezonu ogrzewczego temperatura zewnętrzna oscyluje wokół 0°C.
Przy 0°C zapotrzebowanie do potrzeb c.o. wynosi ok. 50-55% zapotrzebowania obliczeniowego.

Należy zwrócić uwagę na relację między zapotrzebowaniem na strumień ciepła dla przygotowania ciepłej wody i potrzebami ogrzewania. W przeważającej większości przypadków, w związku z bardzo rzadko występującym obliczeniowym zapotrzebowaniem dla potrzeb c.o., nie należy przy ustalaniu wymaganej mocy cieplnej kotłów dodawać zapotrzebowania dla potrzeb c.w.u. Wyjątkiem mogą być obiekty o dużym zużyciu ciepłej wody jak szpitale, sanatoria, hotele, pralnie, stołówki. Szczególnym przypadkiem są domy jednorodzinne lub małe, energoo szczędne budynki wielorodzinne. W obiektach tych zapotrzebowanie na strumień ciepła dla potrzeb c.w.u. może być większe od zapotrzebowania dla potrzeb c.o. przy n nie powodowała obniżenia temperatury komfortu cieplnego. Prawidłowe wykonanie bilansów cieplnych ma ważne znaczenie przy optymalnym doborze źródeł ciepła dla inwestycji nowych i modernizacji istniejących. Przewymiarowanie mocy źródeł ciepła prowadzi do zbędnego wzrostu kosztów inwestycyjnych i eksploatacyjnych.

3.2.2. Wymagany standard energetyczny budynków i ich wyposażenia technicznego. Wskaźnik EP

Wymagania co do standardu energetycznego budynku zawarte są w rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie [1.1] - dalej jako WT, którego jednolity tekst znalazł się w obwieszczeniu Ministra Rozwoju i Technologii z dnia 15 kwietnia 2022 r. (poz. 1225) [1.1]. Zagadnienia te zawiera Dział X rozporządzenia pt. „Oszczędność energii i izolacyjność cieplna". W części dotyczącej tematyki niniejszego poradnika rozporządzenie brzmi jak następuje:

§ 328

1. *Budynek i jego instalacje ogrzewcze, wentylacyjne, klimatyzacyjne, ciepłej wody użytkowej, a w przypadku budynków użyteczności publicznej, zamieszkania zbiorowego, produkcyjnych, gospodarczych i magazynowych – również oświetlenia wbudowanego, powinny być zaprojektowane i wykonane w sposób zapewniający spełnienie następujących wymagań minimalnych:*
   1) *wartość wskaźnika rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną EP [kWh/(m²·rok)], obliczona według przepisów wydanych na podstawie art. 15 ustawy z dnia 29 sierpnia 2014 r. o charakterystyce energetycznej budynków (Dz. U. z 2021 r. poz. 497), jest mniejsza lub równa wartości maksymalnej obliczonej zgodnie ze wzorem, o którym mowa w § 329 ust. 1 lub 3;*
   2) *przegrody oraz wyposażenie techniczne budynku odpowiadają przynajmniej wymaganiom izolacyjności cieplnej określonym w załączniku nr 2 do rozporządzenia.:*
      1a. *Wymagania minimalne, o których mowa w ust. 1, uznaje się za spełnione dla budynku podlegającego przebudowie, jeżeli przegrody oraz wyposażenie techniczne budynku podlegające przebudowie odpowiadają przynajmniej wymaganiom izolacyjności cieplnej określonym w załączniku nr 2 do rozporządzenia;*
      1b. *Budynek, który spełnia wymagania minimalne określone w ust. 1, na dzień 31 grudnia 2020 r., a w przypadku budynku zajmowanego przez organ wymiaru sprawiedliwości, prokuraturę lub organ administracji publicznej i będącego jego własnością – na dzień 1 stycznia 2019 r., jest budynkiem o niskim zużyciu energii;*
2. *Budynek powinien być zaprojektowany i wykonany w taki sposób, aby ograniczyć ryzyko przegrzewania budynku w okresie letnim.*

§ 329

1. *Maksymalną wartość wskaźnika rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną EP oblicza się zgodnie z poniższym wzorem:*

$$EP = EP_{H+W} + \Delta EP_C + \Delta EP_L \ [kWh/(m^2 \cdot rok)]$$

gdzie:

EP_{H+W} – cząstkowa wartość wskaźnika EP na potrzeby ogrzewania, wentylacji oraz przygotowania ciepłej wody użytkowej,
ΔEP_C – cząstkowa wartość wskaźnika EP na potrzeby chłodzenia,
ΔEP_L – cząstkowa wartość wskaźnika EP na potrzeby oświetlenia.

2. Cząstkowe maksymalne wartości wskaźnika EP wynoszą:

1) na potrzeby ogrzewania, wentylacji oraz przygotowania ciepłej wody użytkowej:

Lp.	Rodzaj budynku	*Cząstkowe wartości wskaźnika EP na potrzeby ogrzewania wentylacji i przygotowania ciepłej wody EP_{H+W} [kWh/(m² · rok)]*	
		Od 1 stycznia 2017 r.	*Od 31 grudnia 2020 r. *)*
1	*Budynek mieszkalny:* *a) jednorodzinny,* *b) wielorodzinny.*	*95* *85*	*70* *65*
2	*Budynek zamieszkania zbiorowego*	*85*	*75*
3	*Budynek użyteczności publicznej:* *a) opieki zdrowotnej,* *b) pozostałe.*	*290* *60*	*190* *45*
4	*Budynek gospodarczy, magazynowy i produkcyjny*	*90*	*70*

**) Od 1 stycznia 2019 r. – w przypadku budynku zajmowanego przez organ wymiaru sprawiedliwości, prokuraturę lub organ administracji publicznej i będącego jego własnością*

Cząstkowe wartości wskaźnika EP na potrzeby oświetlenia

Lp.	*Rodzaj budynku*	*Cząstkowe wartości wskaźnika EP na potrzeby chłodzenia ΔEP_C [kWh/(m² · rok)]*)*	
		Od 1 stycznia 2017 r.	*Od 31 grudnia 2020 r. *)*
1	*Budynek mieszkalny:* *a) jednorodzinny,* *b) wielorodzinny.*	$\Delta EP_C = 10\ A_{f,C} / A_f$	$\Delta EP_C = 5\ A_{f,C} / A_f$
2	*Budynek zamieszkania zbiorowego*		
3	*Budynek użyteczności publicznej:* *a) opieki zdrowotnej,* *b) pozostałe.*	$\Delta EP_C = 25\ A_{f,C} / A_f$	$\Delta EP_C = 25\ A_{f,C} / A_f$
4	*Budynek gospodarczy, magazynowy i produkcyjny*		

Gdzie:
A_f - powierzchnia pomieszczeń o regulowanej temperaturze powietrza (ogrzewana lub chłodzona), określona zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie art. 15 ustawy z dnia 29 sierpnia 2014 r. o charakterystyce energetycznej budynków [m²],
$A_{f,C}$ - powierzchnia pomieszczeń o regulowanej temperaturze powietrza (chłodzona), określona zgodnie z ww. przepisami [m²]
**) Jeżeli budynek posiada instalację chłodzenia, w przeciwnym przypadku $\Delta EP_C = 0$ kWh/(m² · rok)*
***) Od 1 stycznia 2019 r. – w przypadku budynku zajmowanego przez organ wymiaru sprawiedliwości, prokuraturę lub organ administracji publicznej i będącego jego własnością*

Cząstkowe wartości wskaźnika EP na potrzeby oświetlenia

Lp.	*Rodzaj budynku*	*Cząstkowe wartości wskaźnika EP na potrzeby oświetlenia ΔEP_L [kWh/(m² · rok)] w zależności od czasu działania oświetlenia w ciągu roku t_0 [h/rok] *)*	
		Od 1 stycznia 2017 r.	*Od 31 grudnia 2020 r. **)*
1	*Budynek mieszkalny:* *a) jednorodzinny,* *b) wielorodzinny.*	$\Delta EP_L = 0$	$\Delta EP_L = 0$
2	*Budynek zamieszkania zbiorowego*	*dla $t_0 < 2500$* *$\Delta EP_L = 50$* *dla $t_0 \geq 2500$* *$\Delta EP_L = 100$*	*dla $t_0 < 2500$* *$\Delta EP_L = 25$* *dla $t_0 \geq 2500$* *$\Delta EP_L = 50$*
3	*Budynek użyteczności publicznej:* *a) opieki zdrowotnej,* *b) pozostałe.*		
4	*Budynek gospodarczy, magazynowy i produkcyjny*		

**) Jeżeli w budynku należy uwzględnić oświetlenie wbudowane, w przeciwnym wypadku $\Delta EPL = 0$ kWh/(m² · rok).*
***) Od 1 stycznia 2019 r. - w przypadku budynku zajmowanego przez organ wymiaru sprawiedliwości, prokuraturę lub organ administracji publicznej i będącego jego własnością.*

3. *W przypadku budynku o różnych funkcjach użytkowych maksymalną wartość rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną EP oblicza się zgodnie z poniższym wzorem:*

$$EP = \sum_i \left(EP_i \cdot A_{f,i}\right) / \sum_i A_{f,i} \ \ [kWh/(m^2 \cdot rok)]$$

gdzie:
EP_i – wartość wskaźnika rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną EP dla części budynku o jednolitej funkcji użytkowej o powierzchni $A_{f,i}$ obliczona zgodnie ze wzorem zawartym w ust. 1,
$A_{f,i}$ – powierzchnia pomieszczeń o regulowanej temperaturze powietrza (ogrzewana lub chłodzona) dla części budynku o jednolitej funkcji użytkowej, określona zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie art. 15 ustawy z dnia 29 sierpnia 2014 r. o charakterystyce energetycznej budynków.

4. *Wymagania określone w § 328 ust. 2 uznaje się za spełnione, jeżeli okna oraz inne przegrody przeszklone i przezroczyste odpowiadają przynajmniej wymaganiom określonym w pkt 2.1.1 załącznika nr 2 do rozporządzenia.*

Sposób obliczania charakterystyki energetycznej budynków, o której mowa w §328 ust.1 pkt 1 WT [1.1] podany jest w rozporządzeniu Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej z późniejszymi zmianami [1.5].
Stosownie do wymagań ustawy są dwie metody wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku. W rozporządzeniu [1.5] mówi o tym §3 ust. 1: *Charakterystykę energetyczną budynku lub części budynku wyznacza się metodą opartą na standardowym sposobie użytkowania budynku lub części budynku (metoda obliczeniowa) albo metodą opartą na faktycznie zużytej ilości energii (metoda zużyciowa).*
Pokrótce tok postępowania w przypadku metody obliczeniowej jest następujący. Kierując się tematyką Poradnika oraz wymaganiami zawartymi w WT [1.1] tok postępowania przedstawiono poniżej dla cząstkowego wskaźnika EP_{H+W} uwzględniającego potrzeby ogrzewania, wentylacji oraz przygotowania ciepłej wody użytkowej.
Najpierw trzeba wyznaczyć zapotrzebowania na energię użytkową Q_U w budynku. Tej sprawie poświęcony jest rozdział piąty załącznika nr 1 do rozporządzenia [1.5]. Znając zapotrzebowanie na energię użytkową można określić zapotrzebowanie na dostarczaną energię końcową, która równa się energii użytkowej podzielonej przez iloczyn współczynników sprawności poszczególnych składników systemu grzewczego. Wyodrębniono w rozporządzeniu [1.5] cztery współczynniki sprawności:

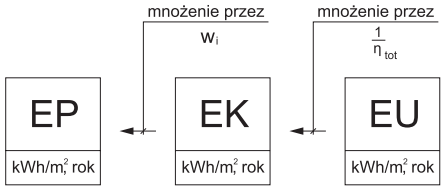
- *średnia sezonowa sprawność wytwarzania ciepła z nośnika energii lub energii dostarczanych do źródła ciepła,*
- *średnia sezonowa sprawność regulacji i wykorzystania ciepła w przestrzeni ogrzewanej,*
- *średnia sezonowa sprawność przesyłu ciepła ze źródła ciepła do przestrzeni ogrzewanej,*
- *średnia sezonowa sprawność akumulacji ciepła w elementach pojemnościowych systemu ogrzewania.*

Wartość współczynników sprawności określa się na podstawie danych producenta lub dostawcy ciepła, albo na podstawie wyników kontroli systemu ogrzewania, albo w przypadku braku danych tych pierwszych, z danych zawartych w tabelach względnie wzorach zamieszczonych w rozporządzeniu [1.5].
Znając wartość energii końcowej możemy wyznaczyć zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną. Mianowicie energia pierwotna jest iloczynem energii końcowej i współczynnika nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej na wytworzenie i dostarczenie energii dla interesujących nas systemów technicznych.
Współczynnik ten oznaczany jest symbolem w_i. Wartość współczynnika nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej na wytworzenie i dostarczenie energii dla systemów technicznych w_i przyjmuje się na podstawie danych udostępnionych przez dostawcę energii.
W przypadku braku takich danych przyjmuje się wartości współczynnika w_i określone w tabeli nr 1 rozporzadzenia [1.5]:

Tabela 1. Wartości współczynnika nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej na wytworzenie i dostarczenie nośnika energii lub energii dla systemów technicznych w_i .

Lp	*Sposób zasilania budynku lub części budynku w energię*	*Rodzaj nośnika energii lub energii*	w_i
1	*Miejscowe wytwarzanie energii w budynku*	*Olej opałowy*	*1,10*
2		*Gaz ziemny*	
3		*Gaz płynny*	
4		*Węgiel kamienny*	
5		*Węgiel brunatny*	
6		*Energia słoneczna*	*0,00*
7		*Energia wiatrowa*	
8		*Energia geotermalna*	
9		*Biomasa*	*0,20*
10		*Biogaz*	*0,50*
11	*Ciepło sieciowe z kogeneracji*	*Węgiel kamienny lub gaz*	*0,80*
12		*Biomasa, biogaz*	*0,15*
13	*Ciepło sieciowe z ciepłowni*	*Węgiel kamienny*	*1,30*
14		*Gaz lub olej opałowy*	*1,20*
15	*Sieć elektroenergetyczna systemowa*	*Energia elektryczna*	*2,50*

Opisany powyżej tok postępowania dotyczy prostego systemu technicznego. Przez prosty system techniczny w myśl rozporządzenia [1.5] rozumie się system wykorzystujący jeden rodzaj źródła energii, czyli system zasilany jednym rodzajem nośnika energii lub energii. Natomiast przez złożony system techniczny rozumie się taki system, który wykorzystuje więcej niż jeden rodzaj źródła energii. Jak wynika z rozporządzenia [1.5; p.3.2 załącznika nr 1 do rozporządzenia] roczne zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną dla złożonego systemu technicznego jest sumą rocznego zapotrzebowania na energię końcową dostarczaną do budynku przez poszczególne podsystemy zasilane różnymi rodzajami energii. Każdy z tych podsystemów powinien być traktowany jako prosty system techniczny, i tak jak dla prostego systemu technicznego należy określić zapotrzebowanie na energię końcową i zastosować współczynnik w_i, odpowiedni dla rodzaju energii. Suma energii końcowej poszczególnych podsystemów składających się na złożony system techniczny jest równa nieodnawialnej energii pierwotnej tego systemu.
Wartość wskaźnika rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną EP uzyskuje się dzieląc roczne zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną wyrażone w kWh/rok przez powierzchnię, w m^2, pomieszczeń o regulowanej przez ten system temperaturze. Na załączonym szkicu (rys.3.1) pokazana jest zależność między wskaźnikami rocznego zapotrzebowania na energię pierwotną nieodnawialną EP, końcową EK i użytkową EU.



Rys. 3.1. Zależności między wskaźnikami EP, EK, EU

Obliczony w omówiony wyżej sposób wskaźnik EP porównuje się z maksymalnymi wartościami dopuszczonymi WT [1.1]. Jeżeli wartość wskaźnika jest mniejsza od dopuszczonych wszystko jest w porządku. Jeżeli jest większa należy podjąć działania celem obniżenia wartości wskaźnika. Pierwszym krokiem jest zmniejszenie zapotrzebowania na energię użytkową poprzez:

- zwiększenie oporności cieplnej przegród budowlanych,
- zmniejszenie powierzchni przeszklonych,
- nadanie bryle budynku zwartego kształtu, przez co zmniejszy się powierzchnię przegród zewnętrznych,
- zastąpienie wentylacji grawitacyjnej przez wentylację mechaniczną z odzyskiem ciepła. Specjalne wymienniki ciepła zamontowane w kanale wywiewnym i nawiewnym umożliwiają podgrzanie powietrza zewnętrznego kosztem ciepła zawartego w powietrzu wywiewanym. Oczywiście w omawianym systemie potrzebne są wentylatory: nawiewny i wywiewny. Rozwiązanie takie określane jest jako wentylacja mechaniczna z rekuperacją,
- zastosowanie odnawialnego źródła energii obok kotła, np. do podgrzewu ciepłej wody (pompa ciepła, system solarny),
- zastosowanie fotowoltaiki.

3.2.3. Efektywność energetyczna w projektowaniu kotłowni

3.2.3.1. Wprowadzenie

Ustawa [1.7] o efektywności energetycznej w artykule drugim definiuje ją jako *„stosunek uzyskanej wielkości efektu użytkowego danego obiektu, urządzenia technicznego lub instalacji, w typowych warunkach ich użytkowania lub eksploatacji, do ilości zużycia energii przez ten obiekt, urządzenie techniczne lub instalację, albo w wyniku wykonanej usługi niezbędnej do uzyskania tego efektu".*

3.2.3.2. Projekt budowlany

Ustawa z dnia 13 lutego 2020 r. o zmianie ustawy – Prawo budowlane oraz niektórych innych ustaw (Dz.U. z 2020 poz. 471, tekst jednolity ustawy Prawo budowlane Dz.U. 2023 poz. 682) wprowadziła nowy podział projektu budowlanego.

Art. 33
2. Do wniosku o pozwolenie na budowę należy dołączyć:
- *projekt zagospodarowania działki lub terenu oraz projekt architektoniczno – budowlany w postaci:*
  - *a) papierowej – w 3 egzemplarzach albo*
  - *b) elektronicznej*
- *wraz z opiniami, uzgodnieniami, pozwoleniami i innymi dokumentami, których obowiązek dołączenia wynika z przepisów odrębnych ustaw, lub kopii tych opinii, uzgodnień, pozwoleń i innych dokumentów;*

Art. 34
3. Projekt budowlany zawiera:
1) *projekt zagospodarowania działki lub terenu sporządzony na aktualnej mapie do celów projektowych lub jej kopii (...);*
2) *projekt architektoniczno – budowlany (...);*
3) *projekt techniczny (...);*

3a. Przepisu ust. 3 pkt 1 nie stosuje się do projektu budowlanego przebudowy lub montażu obiektu budowlanego, jeżeli, zgodnie z przepisami o zagospodarowaniu przestrzennym, nie jest wymagane ustalenie warunków zabudowy i zagospodarowania terenu.

3b. Przepisów ust. 3 pkt 2 i 3 nie stosuje się do projektu budowlanego budowy lub przebudowy urządzeń budowlanych oraz podziemnych sieci uzbrojenia terenu, jeżeli całość problematyki możne być przedstawiona w projekcie zagospodarowania działki lub terenu.

3c. Projekt techniczny musi być zgodny z projektem zagospodarowania działki lub terenu oraz projektem architektoniczno – budowlanym.

3d. Do projektu zagospodarowania działki lub terenu, projektu architektoniczno – budowlanego oraz projektu technicznego dołącza się:

1) *Kopię decyzji o nadaniu projektantowi lub projektantowi sprawdzającemu, jeżeli jest wymagany, uprawnień budowlanych w odpowiedniej specjalności potwierdzoną za zgodność z oryginałem przez sporządzającego projekt;*
2) *Kopię zaświadczenia, o którym mowa w art. 12 ust. 7, aktualnego na dzień:*
   - *a) Opracowania projektu – w przypadku projektanta,*
   - *b) Sprawdzenia projektu – w przypadku projektanta sprawdzającego;*
3) *Oświadczenie projektanta o sporządzeniu projektu zgodnie z obowiązującymi przepisami i zasadami wiedzy technicznej. (...)*

4. Projekt zagospodarowania działki lub terenu oraz projekt architektoniczno – budowlany podlegają zatwierdzeniu w decyzji o pozwoleniu na budowę.

6. Minister właściwy do spraw budownictwa, planowania i zagospodarowania przestrzennego oraz mieszkalnictwa określi, w drodze rozporządzenie:

1) szczegółowy zakres i formę projektu budowlanego, uwzględniając zawartość projektu budowlanego w celu zapewnienia czytelności danych; (...)

Rozporządzenie Ministra Rozwoju z dnia 11 września 2020 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego – tekst jednolity Dz.U. 2022 poz. 1679:

■ **Zakres projektu budowlanego:**

- zakres powinien uwzględniać stopień skomplikowania robót budowlanych oraz specyfikę i charakter obiektu budowlanego;
- warunki ochrony przeciwpożarowej, o których mowa w przepisach odrębnych;
- w zależności od przeznaczenia projektowanego obiektu budowlanego - niezbędne warunku do korzystania z niego przez osoby ze szczególnymi potrzebami – projekt budowlany powinien uwzględniać zasady projektowania uniwersalnego;
- projekt budowlany określa sposób spełnienia wymagań, o których mowa w art. 5 ust. 1 ustawy Prawo budowlane.

■ **Forma projektu budowlanego:**

- projekt budowlany sporządza się w języku polskim; w czytelnej formie graficznej; formę papierową oprawia się do formatu A4;
- elementy projektu budowlanego: projekt zagospodarowania działki lub terenu, projekt architektoniczno – budowlany i załączniki projektu budowlanego sporządza się w tej samej postaci;
- projekt techniczny dotyczący tego samego zamierzenia może być sporządzony w innej postaci niż pozostałe elementy projektu budowlanego – przepis nie ma zastosowania w przypadku dokumentów legalizacyjnych;
- elementy projektu budowlanego takie jak: projekt zagospodarowania działki lub terenu, projekt architektoniczno – budowlany oraz projekt techniczny zawierają:
  - stronę tytułową,
  - spis treści, część opisową oraz
  - część rysunkową;
- element projektu budowlanego jak załączniki projektu budowlanego (będące odrębną częścią projektu budowlanego) zawiera:
  - stronę tytułową
  - spis treści
  - Załączniki - o których mowa w art. 33 ust. 2 PB.

■ **Oprawa projektu budowlanego:**

Oprawia się następujące elementy projektu budowlanego:
1) projekt zagospodarowania działki lub terenu;
2) projekt architektoniczno – budowlany;
3) projekt techniczny;
4) załączniki projektu budowlanego.

W przypadku projektu budowlanego w postaci elektronicznej przez oprawę należy rozumieć zapisanie w plikach komputerowych:
- stronę tytułową, spis treści, spis załączników, część opisową i część rysunkową projektu budowlanego zapisuje się w plikach komputerowych w formacie PDF;
- rozwiązania projektowe w części rysunkowej – sporządza się w postaci wektorowej;
- pojedynczy plik nie może przekraczać 150 MB;
- sposób oznaczania plików komputerowych - określa załącznik nr 1 do rozporządzenia.

Dopuszcza się oprawę wielotomową:
- każdy z elementów wchodzących w skład projektu budowlanego może zostać podzielony na tomy. Podział na tomy poszczególnych projektów może zostać dokonany niezależnie od innych – tzn. można podzielić na tomy wszystkie elementy projektu lub tylko jeden;
- projekt budowlany w postaci elektronicznej – przez oprawę wielotomową należy rozumieć zapisanie projektu w więcej niż jednym pliku komputerowym. Każdy plik stanowi osobny tom;
- w przypadku oprawy wielotomowej elementów projektu budowlanego sporządza się stronę tytułową oraz spis treści oddzielnie dla każdego tomu, podając na stronie tytułowej nr tomu, którego ona dotyczy oraz łączną ilość tomów. Spis treści zawiera wyliczenie zawartości części opisowej projektu, części rysunkowej oraz dokumentów dołączonych do projektu;
- stosuje się oddzielną numerację dla każdego tomu elementu projektu budowlanego. W części rysunkowej dopuszcza się numerację poprzez wskazanie numeru rysunku.

Wspólna oprawa elementów projektu budowlanego:
- w wersji elektronicznej – zapisanie elementów projektu budowlanego w jednym pliku, za wyjątkiem objęcia wspólną oprawą projektu technicznego;
- sporządza się łączny spis treści zawierający również spis załączników do tych elementów, łączny spis treści nie obejmuje projektu technicznego.

■ **Projekt techniczny:**

- Zgodnie z tym art. 33 nie ma obowiązku przedkładania projektu technicznego organom administracji architektoniczno – budowlanej, a stosownie do art. 34 ust. 4 oraz art. 35 ust. 1 – organ nie weryfikuje oraz nie zatwierdza projektu technicznego;
- nie jest projektem wykonawczym, który jako uzupełnienie i uszczegółowienie projektu budowlanego może być wykonany jako odrębne opracowanie;
- jest niezbędny do rozpoczęcia robót budowlanych;
- musi być zgodny z projektem zagospodarowania działki lub terenu oraz projektem architektoniczno – budowlanym;
- wprowadzenie zmian w projekcie technicznym dotyczących rozwiązań, które podlegały uzgodnieniem, wymaga ponownego uzyskania tych uzgodnień.

Kiedy stosuje się przepisy uchylonego rozporządzenia Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z 25 kwietnia 2012 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego:
- do spraw wszczętych i niezakończonych przed 19 września 2020 r.;
- gdy inwestor skorzystał z przepisów przejściowych i w okresie między 19 września 2020 r. a 20 września 2021 r. złożył projekt wg przepisów rozporządzeni z 25 kwietnia 2012 r.;
- gdy przed 19 września 2020 r. wydano ostateczną decyzję o pozwoleniu na budowę lub dokonano skutecznego zgłoszenia.

3.2.3.3. Uregulowania prawne dotyczące okresowej kontroli systemów grzewczych

Ustawa o charakterystyce energetycznej budynków (1.8) stanowi co następuje:

Art. 23

1. *Właściciel lub zarządca budynku poddaje budynki w czasie ich użytkowania okresowej kontroli w zakresie systemu ogrzewania lub systemu klimatyzacji, polegającej na:*
   1) *sprawdzeniu stanu technicznego systemu ogrzewania, z uwzględnieniem efektywności energetycznej źródeł ciepła oraz dostosowaniu ich mocy do potrzeb użytkowych:*
      a) *co najmniej raz na 5 lat – dla kotłów o nominalnej mocy cieplnej od 20 kW do 100 kW,*
      b) *co najmniej raz na 2 lata – dla kotłów opalanych paliwem ciekłym lub stałym o nominalnej mocy cieplnej większej niż 100 kW,*
      c) *co najmniej raz na 4 lata – dla kotłów opalanych gazem o nominalnej mocy cieplnej większej niż 100 kW,*
      d) *co najmniej raz na 3 lata – dla źródeł ciepła niewymienionych w lit. a – c, dostępnych części systemu ogrzewania lub połączonego systemu ogrzewania i wentylacji, o sumarycznej mocy cieplnej większej niż 70 kW;*
   2) *Ocenie efektywności energetycznej, co najmniej raz na 5 lat:*
      a) *dostępnych części systemu klimatyzacji o nominalnej mocy chłodniczej większej niż 12 kW,*
      b) *połączonego systemu klimatyzacji i wentylacji o sumarycznej nominalnej mocy chłodniczej większej niż 70 kW.*
2. *Kontrola systemu ogrzewania obejmuje ocenę sprawności tego systemu i doboru wielkości źródła ciepła do wymogów grzewczych budynku oraz zdolności systemu ogrzewania do optymalizacji działania.*
3. *Nie dokonuje się ponownej kontroli w zakresie oceny doboru wielkości źródła ciepła, w przypadku gdy od czasu przeprowadzenia takiej kontroli nie dokonano zmian w systemie ogrzewania lub połączonym systemie ogrzewania i wentylacji lub zmian w charakterystyce energetycznej budynku.*
4. *Kontrola systemu klimatyzacji obejmuje ocenę sprawności tego systemu i doboru jego wielkości do wymogów chłodzenia budynku oraz zdolności systemu klimatyzacji do optymalizacji działania w typowych warunkach jego użytkowania lub eksploatacji.*
5. *Nie dokonuje się ponownej kontroli w zakresie oceny doboru wielkości systemu klimatyzacji, w przypadku gdy od czasu przeprowadzenia takiej kontroli nie dokonano zmian w systemie klimatyzacji lub połączonym systemie klimatyzacji i wentylacji lub zmian w charakterystyce energetycznej budynku.*
6. *Nie dokonuje się kontroli systemu ogrzewania oraz systemu klimatyzacji w budynkach:*
   1) *mieszkalnych wyposażonych w systemy automatyki i sterowania umożliwiające:*
      a) *stałe monitorowanie elektroniczne dokonujące pomiarów sprawności systemu ogrzewania, połączonego systemu ogrzewania i wentylacji, systemu klimatyzacji lub połączonego systemu klimatyzacji i wentylacji i informujące właścicieli lub zarządców budynków o spadku sprawności systemów i potrzebie ich konserwacji, naprawy lub wymiany, oraz*
      b) *skuteczne sterowanie w celu zapewnienia optymalnego wytwarzania, dystrybucji, magazynowania i wykorzystywania energii;*
   2) *niemieszkalnych wyposażonych w system automatyki i sterowania umożliwiające:*
      a) *stałe monitorowanie, rejestrowanie, analizowanie i dostosowywanie zużycia energii oraz*
      b) *analizę porównawczą efektywności energetycznej budynku, wykrywanie utraty efektywności systemów: ogrzewania, wentylacji, klimatyzacji, przygotowania ciepłej wody użytkowej, oświetlenia wbudowanego, automatyki i sterowania, wytwarzania energii elektrycznej w budynku, a także informowanie właściciela lub zarządcy budynku o możliwościach poprawy efektywności energetycznej, oraz*
      c) *komunikację, a także interoperacyjność z połączonymi systemami, o których mowa w lit. b;*
   3) *wyposażonych w systemy techniczne, o których mowa w pkt 2 lit. b:*
      a) *objęte umową o poprawę efektywności energetycznej, o której mowa w art. 7 ust. 1 ustawy z dnia 20 maja 2016 r. o efektywności energetycznej (Dz. U. z 2021 r. poz. 2166),*
      b) *obsługiwane przez operatora urządzeń lub sieci, podlegające monitorowaniu wyników przez tego operatora.*

Art. 24

1. Do wykazu, o którym mowa w art. 31 ust. 1 pkt 2, może zostać wpisana, z uwzględnieniem art. 34, wyłącznie osoba, która posiada:
   1) uprawnienia budowlane w specjalności instalacyjnej lub
   2) kwalifikacje wymagane przy wykonywaniu dozoru nad eksploatacją urządzeń wytwarzających, przetwarzających, przesyłających i zużywających ciepło oraz innych urządzeń energetycznych.

Art. 29

1. Protokoły z kontroli systemu ogrzewania lub systemu klimatyzacji zawierają:
   1) dane identyfikacyjne budynku;
   2) dane identyfikacyjne systemu;
   3) ocenę sprawności systemu;
   4) zalecenia określające zakres i rodzaj robót budowlano-instalacyjnych, które poprawią efektywność energetyczną systemu;
   5) oświadczenie osoby, która sporządziła protokół z kontroli systemu ogrzewania lub systemu klimatyzacji, że dokument został wygenerowany z centralnego rejestru charakterystyki energetycznej budynków.

1a. Oświadczenie, o którym mowa w ust. 1 pkt 5, składa się pod rygorem odpowiedzialności karnej za składanie fałszywych oświadczeń. Składający oświadczenie jest obowiązany do zawarcia w nim klauzuli następującej treści: „Jestem świadomy(a) odpowiedzialności karnej za złożenie fałszywego oświadczenia.". Klauzula ta zastępuje pouczenie organu o odpowiedzialności karnej za składanie fałszywych oświadczeń.

3.2.3.4. Ekoprojekt

Ekoprojekt jest to inicjatywa Unii Europejskiej mająca na celu poprawę ekologiczności produktów. Dzięki tej poprawie uzyska się nie tylko oszczędność energii, ale również ograniczy się emisję dwutlenku węgla do atmosfery. Celem wprowadzenia w życie tej inicjatywy wydana została przez Parlament Europejski i Radę dyrektywa 2009/125/WE z dnia 21 października 2009 ustanawiająca ogólne zasady ustalania wymogów dotyczących Ekoprojektu dla produktów związanych z energią. W skrócie dyrektywa nazywana jest ErP od angielskiej nazwy Energy Related Products, czyli produkty związane z energią. Dyrektywa ta przywołana jest do stosowania w polskiej Ustawie z dnia 20 maja 2016 o efektywności energetycznej [1.7]. Dyrektywa dotyczy całej gamy produktów, pobierających energię tak w czasie ich produkcji jak i eksploatacji, począwszy od sprzętu gospodarstwa domowego, a kończąc na produktach mających zastosowanie w przemyśle. Z tematyką Poradnika wiążą się następujące wymagania [3.26] zawarte w Dyrektywie:

- brak możliwości wprowadzania na rynek gazowych kotłów niekondensacyjnych o mocy poniżej 400 kW, z wyjątkiem kotłów typu B11 wg Europejskiej klasyfikacji urządzeń gazowych (patrz p.3.16.2 Poradnika) , czyli urządzeń z przerywaczem ciągu z palnikiem atmosferycznym, odprowadzających spaliny do kanału spalinowego,
- obowiązek etykietowania przez producentów wszystkich urządzeń produkujących energię o mocy poniżej 70 kW oraz podgrzewaczy wody do 500 l,
- wprowadzenie granicznych wartości sprawności średniorocznych dla kotłów kondensacyjnych, pomp ciepła, zespołów kogeneracyjnych o mocy poniżej 50 kW, podgrzewaczy służących do akumulowania ciepłej wody grzewczej i wody użytkowej o pojemności do 2000 l.

W dodatku nie jest możliwa dystrybucja urządzeń, których sprawność średnioroczna nie przekracza ustalone w Dyrektywie wartości graniczne. Wymienione wymagania, zarówno co do produktów, jak i ich oznakowania energetycznego obowiązują od dnia 26 września 2015 r.
Wizualnym wyznacznikiem stosowania wymagań Dyrektywy ErP do wyrobów techniki grzewczej jest etykieta z oznakowaniem energetycznym, umieszczana na wszystkich urządzeniach grzewczych i przygotowania ciepłej wody użytkowej. Zapewni to konsumentom porównanie istotnych parametrów urządzeń grzewczych, m.in. pod względem zużycia energii oraz ich wydajności, czyli możliwość wyboru najbardziej efektywnego urządzenia, odpowiadającego ich potrzebom.
Dyrektywa 2009/125/WE wraz z poszczególnymi rozporządzeniami wykonawczymi ustanawia zasady, według których mają być ustalane wymagania w stosunku do – wprowadzanych do obrotu lub użytkowania – produktów związanych z energią.

3.2.3.5. Uregulowania prawne związane z dozorem technicznym

Rodzaje urządzeń technicznych podlegające dozorowi technicznemu wyszczególnione są w rozporządzeniu Rady Ministrów z dnia 7 grudnia 2012 r. w sprawie rodzajów urządzeń technicznych podlegające dozorowi technicznemu (1.10). Fragment tego rozporządzenia odnoszący się do urządzeń związanych z tematyką Poradnika brzmi jak następuje:

§ 1. Dozorowi technicznemu podlegają następujące rodzaje urządzeń technicznych:
   c) kotły cieczowe o pojemności większej niż 2 dm^3, przeznaczone do podgrzewania cieczy bez zmiany jej stanu skupienia z użyciem ciepła uzyskiwanego z paliwa w wyniku reakcji egzotermicznej lub z energii elektrycznej, z wyjątkiem kotłów cieczowych w instalacjach systemu otwartego,
   d) zbiorniki stałe, dla których iloczyn nadciśnienia i pojemności jest większy niż 50 barów x dm^3, a nadciśnienie jest wyższe niż 0,5 bara, przeznaczone do magazynowania cieczy lub gazów albo prowadzenia w nich procesów technologicznych, z wyjątkiem grzejników i nagrzewnic powietrza...

Natomiast formę dozoru technicznego i terminy badań technicznych urządzeń ciśnieniowych zawiera załącznik do Rozporządzenie Ministra Rozwoju i Technologii z dnia 17 grudnia 2021 r. w sprawie warunków technicznych dozoru technicznego dla niektórych urządzeń ciśnieniowych podlegających dozorowi technicznemu Dz.U. 2022 poz. 68.
W załączniku tym określono trzy formy dozoru:

1) *dozór pełny – maksymalne terminy badań okresowych,*
2) *dozór uproszczony - w fazie eksploatacji nie wykonuje się badań okresowych i doraźnych kontrolnych.*

Fragment wspomnianego załącznika odnoszący się do urządzeń związanych z tematyką Poradnika zamieszczono w rozdziale 6.7.

3.3. Kotłownie na gaz ziemny i skroplony (płynny)

3.3.1. Ogólne wymagania techniczne

Rozporządzenie WT [1.1] w odniesieniu do kotłowni na paliwa gazowe stanowi co następuje:

§ 176.

1. *Pomieszczenia przeznaczone do instalowania kotłów na paliwa gazowe powinny odpowiadać wymaganiom § 172 oraz innym przepisom rozporządzenia, a także odpowiadać wymaganiom określonym w Polskiej Normie dotyczącej kotłowni wbudowanych na paliwa gazowe o gęstości względnej mniejszej niż 1[1)].*
2. *Kotły na paliwa gazowe o łącznej mocy cieplnej do 30 kW mogą być instalowane w pomieszczeniach nieprzeznaczonych na stały pobyt ludzi oraz w miejscach, o których mowa w ust. 3.*
3. *Kotły na paliwa gazowe o łącznej mocy cieplnej powyżej 30 kW do 60 kW należy instalować w pomieszczeniu technicznym lub w przewidzianym wyłącznie na kotłownię budynku wolno stojącym.*
4. *Kotły na paliwa gazowe o łącznej mocy cieplnej powyżej 60 kW do 2.000 kW należy instalować w służącym wyłącznie do tego celu pomieszczeniu technicznym lub w budynku wolno stojącym przeznaczonym wyłącznie na kotłownię.*
5. *Kotły na paliwa gazowe o łącznej mocy cieplnej powyżej 2.000 kW mogą być instalowane wyłącznie w budynku wolno stojącym przeznaczonym na kotłownię.*
6. *Kubatura pomieszczeń z kotłami na paliwa gazowe o łącznej mocy cieplnej do 60 kW oraz z kotłami o mocy cieplnej powyżej 60kW pobierającymi powietrze z pomieszczeń powinna odpowiadać wymaganiom określonym w § 172.*
7. *Kubatura pomieszczeń z kotłami, o których mowa w ust. 4 i 5, z zamkniętą komorą spalania, powinna być określana indywidualnie, przy uwzględnieniu warunków technicznych i technologicznych, a także wymagań eksploatacyjnych.*
8. *W pomieszczeniu z zainstalowanymi kotłami, o których mowa w ust. 4 i 5, zabrania się instalowania urządzeń przeznaczonych do pomiaru zużycia gazu.*
9. *Do pomieszczeń technicznych z zainstalowanymi kotłami o łącznej mocy cieplnej powyżej 60 kW do 2.000 kW, zlokalizowanych w budynku o innym przeznaczeniu niż kotłownia, należy doprowadzić odrębny przewód gazowy, z którego nie mogą być zasilane pozostałe urządzenia gazowe w tym budynku.*

§ 172.

1. *Maksymalne, łączne obciążenie cieplne przypadające na 1 m³ kubatury, służące do określania wymaganej kubatury pomieszczenia, w którym są zainstalowane urządzenia gazowe, pobierające powietrze do spalania z tego pomieszczenia, nie może przekraczać wartości określonych w poniższej tabeli:*

Rodzaje pomieszczeń	*Maksymalne obciążenie cieplne urządzeń gazowych na 1 m³ kubatury pomieszczenia*	
	Typ A – bez odprowadzenia spalin	*Typ B – z odprowadzeniem spalin*
1	*2*	*3*
Pomieszczenia przeznaczone na stały pobyt ludzi oraz aneksy kuchenne połączone z przedpokojem	*175 W (150 kcal/h)*	*350 W (300 kcal/h)*
Pomieszczenia nie przeznaczone na stały pobyt ludzi, w tym kuchnie	*930 W (800 kcal/h)*	*4650 W (4000 kcal/h)*

2. *W przypadku instalowania w jednym pomieszczeniu urządzeń gazowych bez odprowadzenia spalin i z odprowadzeniem spalin, łączne obciążenie cieplne pochodzące od tych urządzeń przypadające na 1 m³ kubatury pomieszczenia nie może przekraczać wielkości podanych w tabeli w ust. 1, kolumna 2.*
3. *Kubatura pomieszczeń, w których instaluje się urządzenia gazowe, nie powinna być mniejsza niż:*
   1) *8 m³ – w przypadku urządzeń pobierających powietrze do spalania z tych pomieszczeń,*
   2) *6,5 m³ – w przypadku urządzeń z zamkniętą komorą spalania.*
4. *Pomieszczenia, w których instaluje się urządzenia gazowe, powinny mieć wysokość co najmniej 2,2 m.*
5. *W budynkach jednorodzinnych, mieszkalnych w zabudowie zagrodowej i rekreacji indywidualnej, wzniesionych przed dniem wejścia w życie rozporządzenia[2)], dopuszcza się instalowanie gazowych kotłów grzewczych w pomieszczeniach technicznych o wysokości co najmniej 1,9 m, z zachowaniem warunków określonych w ust. 1 i § 170 ust. 1 i 2.*

§ 170

1. *Urządzenia gazowe mogą być instalowane wyłącznie w pomieszczeniach spełniających warunki dotyczące ich wysokości, kubatury, wentylacji i odprowadzenia spalin, a także dopływu powietrza do spalania określone w rozporządzeniu, w Polskich Normach[3)] i przepisach odrębnych.*

1) PN-B-02431-1-1999 Ogrzewnictwo. Kotłownie wbudowane na paliwa gazowe o gęstości względnej mniejszej niż 1. Wymagania w zakresie (pkt 2.2 z wyłączeniem 2.2.1.4; 2.2.1.8;2.2.2.4 i 2.2.2.5 oraz pkt 2.3 z wyłączeniem 2.3.8.1, 2.3.8.2, 2.3.9 i 2.3.14
2) tj. 15 grudnia 2002
3) PN-B-03430:1983/Az3:2000 Wentylacja w budynkach mieszkalnych zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej – Wymagania (z wyjątkiem pkt 5.2.1 i 5.2.3)

2. *Urządzenia gazowe z otwartą komorą spalania, przez co rozumie się urządzenia typu A i B, nie mogą być instalowane w pomieszczeniach mieszkalnych, z zastrzeżeniem § 93 ust. 2, 4 i 5.*
3. *Urządzenia gazowe z zamkniętą komorą spalania, przez co rozumie się urządzenia typu C, mogą być instalowane w pomieszczeniach mieszkalnych, niezależnie od rodzaju występującej w nich wentylacji, pod warunkiem zastosowania koncentrycznych przewodów powietrzno-spalinowych, z zachowaniem wymagań § 175 (patrz p. 3.16.1 Poradnika).*

§ 93
1. *Pomieszczenie mieszkalne, kuchnia oraz aneks kuchenny powinny mieć bezpośrednie oświetlenie światłem dziennym.*
2. *W mieszkaniu jednopokojowym dopuszcza się stosowanie kuchni bez okien lub aneksu kuchennego połączonego z przedpokojem, pod warunkiem zastosowania co najmniej wentylacji:*
   1) *grawitacyjnej - w przypadku kuchni elektrycznej;*
   2) *mechanicznej wywiewnej - w przypadku kuchni gazowej.*
3. *W mieszkaniu jednopokojowym dopuszcza się stosowanie aneksu kuchennego połączonego z pokojem, pod warunkiem zastosowania w tym aneksie wentylacji i kuchni elektrycznej.*
4. *W mieszkaniu wielopokojowym dopuszcza się stosowanie aneksu kuchennego w pokoju przeznaczonym na pobyt dzienny, pod warunkiem zastosowania w tym aneksie wentylacji.*
5. *W przypadku zastosowania okapu kuchennego w kuchni lub aneksie kuchennym, należy zapewnić podłączenie tego okapu do odrębnego przewodu kominowego.*

3.3.2. Kotłownie na paliwo gazowe o gęstości względnej mniejszej niż 1 – gaz ziemny

3.3.2.1. Wprowadzenie

Przywołana w cytowanym §176 ust.1 WT [1.1] Polska Norma, to norma o numerze PN -B-02431-1:1999 [2.12], która zakres wymagań technicznych uzależnia od sumarycznej mocy zainstalowanych kotłów.
Zgodnie z takim kryterium wyróżnia się następujące kotłownie:
- o mocy do 30 kW,
- o mocy od 30 kW do 60 kW,
- o mocy od 60 kW do 2000 kW.

Podstawowe wymagania dla kotłowni o określonych mocach cieplnych przedstawione są poniżej:

3.3.2.2. Kotłownie o łącznej mocy cieplnej do 30 kW

Pomieszczenia kotłowni powinny spełniać następujące wymagania:

■ **Lokalizacja**
- Zgodnie z WT [1.1] § 176.2 oraz w zakresie przywołanej w WT normy PN-B-02431-1:1999, kotły na paliwo gazowe o łącznej mocy cieplnej do 30 kW mogą być umieszczone w piwnicy lub na dowolnej kondygnacji budynku, w pomieszczeniach nie przeznaczonych do stałego przebywania ludzi (np.: pomieszczenia pomocnicze w mieszkaniu, pomieszczenia techniczne budynku).

  Kotły o łącznej mocy cieplnej do 30 kW można również instalować w pomieszczeniu technicznym lub przewidzianym wyłącznie na kotłownię budynku wolno stojącym (wymagania określone dla kotłów o łącznej mocy od 30 do 60 kW – WT [1.1.] §176.3).

  Powyższe możliwości lokalizacji nie dotyczą budynków wysokich i wysokościowych, w których dopuszcza się umieszczenie kotłów w piwnicy lub na pierwszej kondygnacji bądź ostatniej kondygnacji.

- Niemniej równolegle należy przestrzegać zapisów zawartych w:
  - WT [1.1] § 157.4, który mówi, iż zastosowanie instalacji gazowej w budynkach o wysokości ponad 25 m wymaga uzyskania pozytywnej opinii wydanej przez właściwego komendanta wojewódzkiego Państwowej Straży Pożarnej
  - WT [1.1] § 157.3, który mówi, iż w budynku o wysokości większej niż 35 m ponad poziomem terenu instalacja gazowa może być doprowadzona tylko do pomieszczeń technicznych, w których są zainstalowane urządzenia gazowe, usytuowanych w piwnicy lub na najniższej kondygnacji nadziemnej, a także na najwyższej kondygnacji budynku lub nad tą kondygnacją, pod warunkiem zastosowania urządzeń stabilizujących ciśnienie gazu
- Minimalna wysokość pomieszczenia to 2,2 m.

Uwaga:
Kotły z otwartą komorą spalania nie mogą być instalowane [3.61]:
- na klatkach schodowych,
- w sypialniach,
- w garażach,
- w pomieszczeniach, w których są przerabiane, składowane lub wytwarzane materiały niebezpieczne pożarowo.

Urządzenia grzewcze z zamkniętą komorą spalania mogą być instalowane w każdym pomieszczeniu (poza sypialnym), pod warunkiem zastosowania koncentrycznych przewodów powietrzno-spalinowych (WT § 170.3), z zachowaniem wymagań WT § 175 (patrz p. 3.16.1. Poradnika)

■ **Kubatura pomieszczenia kotłowni**

- Kubatura pomieszczenia, w którym są zainstalowane urządzenia gazowe, pobierające powietrze do spalania z tego pomieszczenia musi spełniać wymagania określone w WT [1.1.] §172.1 lecz nie mniej aniżeli 8 m^3 (WT [1.1.] §172.3). Przy zastosowaniu kotłów z zamkniętą komorą spalania minimalna kubatura określona jest na 6,3 m^3 (WT [1.1.] §172.3).

■ **Wentylacja**

- wentylacja nawiewna:
  W pomieszczeniu kotłów powinien znajdować się niezamykalny otwór wentylacji nawiewnej o powierzchni nie mniejszej niż 200 cm^2 o dolnej krawędzi nie wyżej niż 30 cm ponad poziomem podłogi. Dopuszcza się doprowadzenie powietrza zewnętrznego z sąsiednich pomieszczeń wyposażonych w niezamykany otwór wentylacji nawiewnej o powierzchni nie mniejszej niż 200 cm^2.

- wentylacja wywiewna:
  W pomieszczeniu kotłów powinien znajdować się niezamykalny otwór wentylacji wywiewnej o powierzchni nie mniejszej niż 200 cm^2 umieszczony możliwie blisko stropu. Stosowanie wentylacji wyciągowej mechanicznej w przypadku przyłączenia kotłów do kanałów spalin o ciągu grawitacyjnym jest niedopuszczalne.

Uwaga:
Podane wyżej warunki techniczne dla wentylacji zawarte w Polskiej Normie [2.12] nie są przywołane rozporządzeniem ministerialnym jako obowiązujące. Projektując kocioł z otwartą komorą spalania (patrz p. 3.5 Poradnika) w łazience lub kuchni należy zaprojektować przede wszystkim właściwą wentylację mieszkania zgodnie z wymogami obowiązującej Polskiej Normy [2.14]. Strumień objętości powietrza wentylacyjnego musi wynosić dla kuchni wyposażonej w kuchenkę gazową co najmniej 70 m^3/h, dla łazienki 50 m^3/h, a dla oddzielnej ubikacji 30 m^3/h. Orientacyjna ilość powietrza do spalania gazu przez kocioł pracujący z mocą 24 kW (dla potrzeb ciepłej wody) wynosi 35 m^3/h, a pracujący z mocą 9 kW (dla potrzeb ogrzewania) wynosi ok. 13 m^3/h. Dobrze zaprojektowana i zrealizowana wentylacja mieszkania powinna zapewnić stabilną pracę kotła.

■ **Podłoga lub ściana**

Podłoga lub ściana powinna być wykonana z materiałów niepalnych. W przypadku wykonania podłogi lub ściany z materiałów palnych, to na odległość minimum 0.5 m od krawędzi kotła powinny być one pokryte trwale materiałem niepalnym. Podłoga lub ściana pod kotłem nie może być wykonana z materiałów palnych.

■ **Odległość od przegród**

Odległość od przegród powinna być taka aby zapewnić dostęp do kotła wymagającego obsługi, konserwacji i czyszczenia.
Odległość przodu kotła od przegrody powinna być nie mniejsza niż 1 m.

■ **Kanał spalinowy**

Warunki odprowadzenia spalin omówione są w rozdziale 3.16 niniejszego Poradnika

■ **Oświetlenie**

Pomieszczenie z kotłami powinno mieć oświetlenie sztuczne. Zaleca się oświetlenie naturalne.

■ **Urządzenia wodociągowe i kanalizacyjne**

Należy zapewnić dostarczenie do kotłów wody o odpowiedniej jakości i odprowadzenie jej na zewnątrz.

3.3.2.3. Kotłownie o łącznej mocy cieplnej od 30 kW do 60 kW

Pomieszczenia kotłowni powinny spełniać następujące wymagania:

■ **Lokalizacja**

- Zgodnie z WT [1.1] § 176.3 kotły na paliwo gazowe o łącznej mocy cieplnej powyżej 30 kW do 60 kW należy instalować w pomieszczeniu technicznym lub przewidzianym wyłącznie na kotłownię budynku wolno stojącym.

  Zgodnie z PN-B-02431-1:1999 pomieszczenie powinno być specjalnie wydzielone i położone możliwie centralnie w stosunku do ogrzewanych pomieszczeń. Zaleca się lokalizację pomieszczenia na najniższej lub najwyższej kondygnacji budynku. Zaleca się także aby pomieszczenie posiadało co najmniej jedną ścianę zewnętrzną.

  Warto zwrócić uwagę, iż zgodnie z pismem Komendy Głównej PSP nr BZ-III-026/122-2/12 z 19 listopada 2012 skierowanym do Komendy Wojewódzkiej PSP w Warszawie i przekazanym do wiadomości pozostałym Komendom Wojewódzkim PSP poinformowała, że *„w odniesieniu do kotłowni o mocy od 30 kW do 60 kW, ich lokalizacja powinna odpowiadać wymaganiom określonym dla kotłowni o mocy od 60 kW do 2000 kW (patrz p. 3.3.2.5. Poradnika), z tą tylko różnicą, iż wymóg ich lokalizacji na najniższej*

lub najwyższej kondygnacji budynku nie ma charakteru obowiązku, a jedynie zalecenia".

Zgodnie z powyższym zaleca się, aby pomieszczenie lokalizacji kotłów o łącznej mocy od 30 kW do 60 kW w nowo projektowanych budynkach do 4 kondygnacji nadziemnych położone było na najwyższej lub najniższej nadziemnej (parter) kondygnacji. W budynkach powyżej 4 kondygnacjach nadziemnych zalecane jest lokalizowanie kotłów na najwyższej kondygnacji.

Równolegle, podobnie jak dla pomieszczeń lokalizacji kotłów o łącznej mocy cieplnej do 30 kW, należy przestrzegać zapisów zawartych WT [1.1] § 157.4 oraz WT [1.1] § 157.3.

- Minimalna wysokość pomieszczenia to 2,2 m.

■ Kubatura kotłowni

- Kubatura pomieszczenia, w którym są zainstalowane urządzenia gazowe, pobierające powietrze do spalania z tego pomieszczenia musi spełniać wymagania określone w WT [1.1.] §172.1 lecz nie mniej aniżeli 8 m^3 (WT [1.1.] §172.3). Przy zastosowaniu kotłów z zamkniętą komorą spalania minimalna kubatura określona jest na 6,3 m^3 (WT [1.1.] §172.3).

■ Wentylacja

- wentylacja nawiewna:
  W pomieszczeniu kotłów powinien znajdować się niezamykalny otwór wentylacji nawiewnej o powierzchni nie mniejszej niż 300 cm^2, umieszczony w ścianie zewnętrznej pomieszczenia, o dolnej krawędzi nie wyżej niż 30 cm ponad poziom podłogi.
- wentylacja wywiewna:
  W pomieszczeniu kotłów powinien znajdować się niezamykalny otwór wentylacji wywiewnej o powierzchni nie mniejszej niż 200 cm^2 umieszczony możliwie blisko stropu Stosowanie wentylacji wyciągowej mechanicznej w przypadku przyłączenia kotłów do kanałów spalin o ciągu grawitacyjnym jest niedopuszczalne.

Uwaga:
Podane wyżej warunki techniczne dla wentylacji zawarte w Polskiej Normie [2.12] nie są przywołane rozporządzeniem ministerialnym jako obowiązujące. Wobec tego należy każdorazowo w fazie projektowania sprawdzić, czy podane warunki są wystarczające dla konkretnego przypadku.

■ Podłoga lub ściana

Podłoga lub ściana powinna być wykonana z materiałów niepalnych. W przypadku wykonania podłogi lub ściany z materiałów palnych, to na odległości minimum 0.5 m od krawędzi kotła powinny być one pokryte trwale materiałem niepalnym. Podłoga lub ściana pod kotłem nie może być wykonana z materiałów palnych. Klasa odporności ogniowej ścian wewnętrznych i stropów określona jest w § 220.1 WT [1.1] zamieszczonym w rozdziale 3.19 niniejszego Poradnika.

■ Odległość od przegród

Odległość od przegród powinna być taka aby zapewnić dostęp do kotła wymagającego obsługi, konserwacji i czyszczenia.
Odległość przodu kotła od przegrody powinna być nie mniejsza niż 1m.

■ Kanał spalinowy

Warunki odprowadzenia spalin omówione są w rozdziale 3.16 niniejszego Poradnika

■ Oświetlenie

Kotłownia powinna mieć oświetlenie sztuczne. Zaleca się oświetlenie naturalne.

■ Urządzenia wodociągowe i kanalizacyjne

Należy zapewnić dostarczenie do kotłów wody o odpowiedniej jakości i odprowadzenie jej na zewnątrz.

3.3.2.4. Kotłownie o łącznej mocy cieplnej od 60 kW do 2000 kW

Pomieszczenia kotłowni powinny spełniać następujące wymagania:

■ Lokalizacja

- Zgodnie z WT [1.1] § 176.4 kotły należy instalować w służącym wyłącznie do tego celu pomieszczeniu technicznym (kotłowni) lub w budynku wolno stojącym przeznaczonym wyłącznie na kotłownię.

  Zgodnie z PN-B-02431-1:1999 oraz pismem Komendy Głównej PSP nr BZ-III-026/122-2/12 z 19 listopada 2012:

  - położenie kotłowni powinno było możliwie centralne w stosunku do ogrzewanych pomieszczeń budynku lub w stosunku do budynków ogrzewanych przez wspólną kotłownię;
  - w budynku do 4 kondygnacji nadziemnych kotłownia może być zlokalizowana na najniższej kondygnacji nadziemnej (parter) lub na najwyższej kondygnacji nadziemnej;
  - w budynku powyżej 4 kondygnacji nadziemnych kotłownia może być zlokalizowana tylko na najwyższej kondygnacji;

  - niedopuszczalne jest lokalizowanie kotłowni na kondygnacji piwnicznej nowo projektowanych budynków;
- Równolegle należy przestrzegać zapisów zawartych WT [1.1] § 157.4 oraz WT [1.1] § 157.3.
- Pomieszczenie kotłów o mocy cieplnej powyżej 60 kW musi:
  - posiadać co najmniej jedną ścianę zewnętrzną (PN-B-02431-1:1999);
  - minimalna wysokość 2,20 m (WT [1.1] §172.4) z zaleceniem, żeby ta wysokość wynosiła nie mniej jak 2,5 m (PN-B-02431-1:1999);
  - w przypadku lokalizacji na najwyższej kondygnacji nad kotłownią powinien zostać zainstalowany lekki strop, swobodnie ułożony na konstrukcji nośnej, wykonany z materiałów niepalnych (BZ-III-026/122-2/12);

■ Kubatura kotłowni

- Kubatura pomieszczenia, w którym są zainstalowane urządzenia gazowe, pobierające powietrze do spalania z tego pomieszczenia musi spełniać wymagania określone w WT [1.1.] §172.1 lecz nie mniej aniżeli 8 m^3 (WT [1.1.] §172.3). Przy zastosowaniu kotłów z zamkniętą komorą spalania minimalna kubatura określona jest na 6,3 m^3 (WT [1.1.] §172.3) z uwzględnieniem wymagań zawartych w WT [1.1.] §176.7.

■ Wentylacja (dotyczy w szczególności kotłów z palnikami pobierającymi powietrze do spalania z pomieszczenia kotłowni)

- wentylacja nawiewna:
  W kotłowni powinny znajdować się niezamykalne otwory (kanały) wentylacji nawiewnej umieszczone w przegrodzie zewnętrznej. Powierzchnia czynna tych otworów nie powinna być mniejsza niż 5 cm^2 na każdy 1 kW mocy cieplnej palników zainstalowanych we wszystkich kotłach, nie mniej jednak niż 300 cm^2. Dla umożliwienia regulacji nawiewu należy stosować ogranicznik przekroju przepływowego, nie więcej jednak niż o 50%. Dolna krawędź otworu nawiewnego nie wyżej niż 30 cm ponad poziom podłogi.
- wentylacja wywiewna:
  Kotłownia powinna posiadać niezamykalne kanały i otwory wentylacji wywiewnej umieszczone możliwie blisko stropu. Powierzchnia otworów wywiewnych powinna być równa co najmniej połowie powierzchni otworów nawiewnych, nie mniejsza jednak niż 200 cm^2.

Stosowanie wentylacji wyciągowej mechanicznej w przypadku przyłączenia kotłów do kanałów spalin o ciągu grawitacyjnym jest niedopuszczalne.

Uwaga nr 1:
Nie ma szczegółowych uregulowań prawnych i kominiarskich dotyczących wentylacji dla kotłów z palnikami pobierającymi powietrze do spalania z poza pomieszczenia kotłowni. Z punktu widzenia inżynierskiego wydaje się wtedy zasadne, potraktować kotłownię jako pomieszczenie gospodarcze, czyli zapewnić wentylację na poziomie 1-2 wymian/h.
Uwaga nr 2:
Podane wyżej warunki techniczne dla wentylacji zawarte w Polskiej Normie [2.12] nie są przywołane rozporządzeniem ministerialnym jako obowiązujące. Wobec tego należy każdorazowo w fazie projektowania sprawdzić, czy podane warunki są wystarczające dla konkretnego przypadku.

■ Podłoga, ściany, stropy

Podłoga powinna być wykonana z materiałów niepalnych, wytrzymałych na zmiany temperatury oraz uderzenia. Klasa odporności ogniowej ścian wewnętrznych i stropów określona jest w § 220.1 WT [1.1] zamieszczonym w rozdziale 3.19 niniejszego Poradnika. Ponadto strop nad i pod kotłownią powinien być gazoszczelny. Ostatni zapis nie dotyczy stropodachu nad kotłownią.

■ Odległości od przegród

Odległości tylnych i bocznych ścian kotłów od ścian kotłowni powinny być takie, aby była możliwa obsługa kotłów, i nie mniejsze niż 1 m.
Odległość między kotłami nie może być mniejsza niż 0,5 m.
Odległość między ścianą kotłowni, w której są umieszczone otwory nawiewne a palnikami kotłów powinna wynosić co najmniej 1,5 m.
W przypadku stosowania kotłów sekcyjnych (kompaktowych) odległość między nimi może być mniejsza niż 0,5 m.

■ Kanały spalinowe

Warunki odprowadzenia spalin omówione są w rozdziale 3.16 niniejszego Poradnika.

■ Oświetlenie

Kotłownia powinna mieć oświetlenie naturalne możliwie od przodu kotłów. Stosunek powierzchni okien do powierzchni podłogi kotłowni nie powinien być mniejszy niż 1:15. Powinna istnieć możliwość otwierania co najmniej 50% powierzchni okien.
Należy również wyposażyć kotłownię w oświetlenie sztuczne.

■ Urządzenia wodociągowe i kanalizacyjne

Należy zapewnić dostarczenie do kotłów wody o odpowiedniej jakości i odprowadzenie jej na zewnątrz.
Ponadto kotłownia powinna być wyposażona w urządzenie do schładzania i odprowadzania wody, o pojemności co najmniej równej pojemności wodnej największej jednostki kotłowej.

■ Wejście do kotłowni

Wejście powinno mieć oświetlenie naturalne. Szerokość schodów powinna wynosić co najmniej 1m. Szerokość drzwi co najmniej 0,9m.

Drzwi powinny być otwierane na zewnątrz kotłowni. Zamknięcie drzwi od strony kotłowni powinno być bezklamkowe, otwierające się pod naciskiem. Schody, pomosty i poręcze należy wykonać z materiałów niepalnych. Zalecane jest zapewnienie dostępu do kotłowni z zewnątrz budynku, w którym została ona zlokalizowana.

■ Fundamenty pod kotły
Wysokość fundamentu pod kotły powinno wynosić co najmniej 5cm nad poziomem podłogi.

■ Prowadzenie przewodów i umieszczenie armatury
Przewody z kotłowni należy tak prowadzić, aby wysokość przejść nie była mniejsza niż 2m. Armatura nie może być montowana wyżej niż 1,8m od poziomu obsługi (podłogi lub pomostu).

3.3.2.5. Stanowisko Komendy Głównej Państwowej Straży Pożarnej w sprawie lokalizacji kotłowni w budynkach zasilanych w ciepło z tych kotłowni

■ Budynki nowo projektowane
Komenda Główna Państwowej Straży Pożarnej pismem nr BZ-III-0262/142-2/10 z 20 stycznia 2011 roku, skierowanym do wszystkich Komend Wojewódzkich PSP, dotyczącym dopuszczalnych miejsc lokalizacji w budynkach kotłowni gazowych o mocy od 60 kW do 2000 kW na paliwa gazowe o gęstości mniejszej niż 1 zinterpretowała wymagania normy PN-B-02431-1:1999 [2.12] jako odnoszące się jedynie do kondygnacji nadziemnych, wobec czego w konkluzji pisma stwierdziła, że *„niedopuszczalna jest lokalizacja kotłowni o mocy cieplnej od 60 kW do 2000 kW na kondygnacjach podziemnych nowo projektowanych budynków”*.

■ Budynki istniejące
Komenda Główna PSP pismem nr BZ-III-026/122-2/12 z 19 listopada 2012 skierowanym do Komendy Wojewódzkiej PSP w Warszawie i przekazanym do wiadomości pozostałym Komendom Wojewódzkim PSP stwierdza: *„w odniesieniu do istniejących kotłowni gazowych o łącznej mocy cieplnej od 60kW do 2000kW, zlokalizowanych w użytkowanych budynkach o łącznej liczbie kondygnacji podziemnych i nadziemnych większej niż 5, niespełniających wymagań PN-B-02431-1 „Ogrzewnictwo. Kotłownie wbudowane na paliwa gazowe o gęstości względnej mniejszej niż 1. Wymagania” oraz wyjaśnienia zawartego w piśmie BZ-III-0262/142-2/10 z dnia 20.01.2011r. informuje się, że brak spełnienia warunków, o których mowa w ww. PN-B-02431-1 oraz piśmie BZ-III-0262/142-2/10 może być podstawą do stosowania ustaleń § 2 ust. 2 i 3a rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002r. (Dz.U. Nr 75, poz. 690, z późn. zm)”.*

W przypadku usytuowania kotłowni w piwnicy Komenda Główna PSP określa warunki jakie należy spełnić, a mianowicie:
powinno być zapewnienie wysokiego poziomu zabezpieczeń technicznych polegających na spełnieniu wymagań i wykonaniu wszystkich możliwych z punktu widzenia techniczno-ekonomicznego zabezpieczeń przewidzianych w PN-B-02431-1 oraz w rozporządzeniu Ministra Infrastruktury, a w szczególności:

- *lokalizację wydzielonego pomieszczenia przeznaczonego wyłącznie na kotłownię przy ścianie zewnętrznej i o ile to możliwe z oknami i wejściem bezpośrednim z zewnątrz budynku,*
- *zapewnienie drzwi wejściowych prowadzących z wnętrza budynku do kotłowni, przeciwpożarowych klasy odporności ogniowej co najmniej EI 30, otwierających się na zewnątrz kotłowni, z zamknięciem bezklamkowym od wewnątrz kotłowni, otwierające się z kotłowni pod naciskiem,*
- *wyposażenie pomieszczenia kotłowni w oprawy oświetleniowe o stopniu ochrony IP-65,*
- *wyposażenie pomieszczenia kotłowni w system wykrywania gazu połączony z sygnalizatorem akustycznym działającym w przypadku przekroczenia stężenia gazu odpowiadającego 10% dolnej granicy wybuchowości oraz zaworem automatycznie odcinającym dopływ gazu,*
- *nie prowadzenie przewodów gazowych przez inne pomieszczenia (np. piwnice).*

W tym miejscu należy przypomnieć jakie są uwarunkowania wynikające z przywołanych w piśmie KG PSP §2 ust. 2 oraz 3a WT [1.1]. Ustępy te brzmią jak następuje:

§ 2
2. Przy nadbudowie, rozbudowie, przebudowie i zmianie sposobu użytkowania:
1) budynków o powierzchni użytkowej nieprzekraczającej 1000 m^2,
2) budynków o powierzchni użytkowej przekraczającej 1000 m^2 , o których mowa w art. 5 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. – Prawo budowlane.
– wymagania, o których mowa w § 1, mogą być spełnione w sposób inny niż określony w rozporządzeniu, stosownie do wskazań ekspertyzy technicznej właściwej jednostki badawczo-rozwojowej albo rzeczoznawcy budowlanego oraz do spraw zabezpieczeń przeciwpożarowych, uzgodnionych z właściwym komendantem wojewódzkim Państwowej Straży Pożarnej lub państwowym wojewódzkim inspektorem sanitarnym, odpowiednio do przedmiotu tej ekspertyzy.

3a. Przy nadbudowie, rozbudowie, przebudowie i zmianie sposobu użytkowania budynków istniejących o powierzchni użytkowej przekraczającej 1000 m^2 wymagania, o których mowa w § 1, z wyłączeniem wymagań charakterystyki energetycznej, mogą być spełnione w sposób inny niż określony w rozporządzeniu, stosownie do wskazań, o których mowa w ust. 2, uzgodnionych z właściwym komendantem wojewódzkim Państwowej Straży Pożarnej lub państwowym wojewódzkim inspektorem sanitarnym, odpowiednio do przedmiotu tej ekspertyzy.

Aby ułatwić zrozumienie mało czytelnych przepisów §2 zamieszczono za [3.62] tabelę wyjaśniającą, przydatną do zastosowań praktycznych.

Budynki i ich Powierzchnia użytkowa	Budynki istniejące przy ich nadbudowie, rozbudowie, przebudowie i zmianie użytkowania	Budynki Nowo wznoszone
Wszystkie budynki do 1000 m^2 p.u. oraz budynki o specjalnym przeznaczeniu o powierzchni ponad 1000 m^2 p.u.	Dopuszcza się możliwość „innego sposobu" spełniania wymagań rozporządzenia, w tym dotyczących charakterystyki energetycznej budynku (§ 2 ust. 2, pkt. 1)	Obowiązuje spełnienie wszystkich wymagań rozporządzenia, w tym dotyczących charakterystyki energetycznej budynku (§ 2 ust. 1)
Budynki o powierzchni ponad 1000 m^2 p.u. bez ww. budynków o specjalnym przeznaczeniu	Dopuszcza się możliwość „innego sposobu" spełniania wymagań rozporządzenia, z wyjątkiem dotyczących charakterystyki energetycznej budynku (§ 2 ust. 3a)	

Budynki wymienione w art. 5 ust. 7 ustawy Prawo budowlane to obiekty wpisane do rejestru zabytków oraz obiekty objęte ochroną konserwatorską.

Natomiast przywołany w § 2 ust. 2 § 1 WT [1.1] brzmi jak następuje:
§ 1. Rozporządzenie ustala warunki techniczne, jakim powinny odpowiadać budynki i związane z nimi urządzenia, ich usytuowanie na działce budowlanej oraz zagospodarowanie działek przeznaczonych pod zabudowę, zapewniające spełnienie wymagań art. 5 i 6 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. — Prawo budowlane.

3.3.2.6. Stanowisko Komendy Głównej Państwowej Straży Pożarnej w sprawie lokalizacji kotłowni wolnostojących

Alternatywą dla wydzielonego pomieszczenia przeznaczonego na kotłownię jest, zgodnie z § 176 ust. 3 WT [1.1] , budynek wolno stojący przewidziany wyłącznie na kotłownię. Komenda Główna Państwowej Straży Pożarnej wspomnianym wyżej pismem nr BZ--III-0262/142-2/10 z 20 stycznia 2011 roku wyszczególniła warunki spełnienia wymagań określonych w § 176 ust. 4 rozporządzenia Ministra Infrastruktury *„w przypadku wykonania kotłowni jako odrębnego budynku zgodnie z przepisem § 210 rozpatrywanego rozporządzenia MI z dnia 12.04.2002 r., przy czym ściana oddzielenia przeciwpożarowego kotłowni posadowiona na własnym fundamencie o klasie odporności ogniowej REI 120 powinna być oddylatowana od ściany zewnętrznej ogrzewanego budynku.*
Jednocześnie należy zwrócić uwagę, iż kotłownie zlokalizowane we wspomnianych powyżej odrębnych budynkach muszą spełniać wymagania określone w przepisie§ 220 ww. rozporządzenia MI z dnia 12.04.2002 r. (Dz.U. Nr 75, poz. 690, z późn. zm) oraz w pkt 2.3. PN-B-02431-1:1999 z wyłączeniem tych zawartych w pkt 2.3.8.1; 2.3.8.2; 2.3.8.9; 2.3.9 i 2.3.14.
Skutkuje to przede wszystkim obowiązującymi zapewnieniami:

- *zamknięcia wejścia do kotłowni od wnętrza budynku ogrzewanego drzwiami przeciwpożarowymi klasy odporności ogniowej co najmniej EI 30 (EI 60 w budynkach wysokich i wysokościowych) otwieranymi na zewnątrz pod naciskiem (dźwignia antypaniczna od wewnątrz pomieszczenia kotłowni),*
- *co najmniej jednej ściany zewnętrznej kotłowni z oknami (50 % otwieranych) o powierzchni nie mniej niż 1:15 w stosunku do powierzchni podłogi kotłowni oraz z zapewnieniem dostępu z zewnątrz budynku,*
- *stropu/dachu o konstrukcji klasy odporności ogniowej co najmniej R30 i przekryciu klasy odporności ogniowej co najmniej RE30.*

Biorąc pod uwagę obowiązek zastosowania przytoczonych wymagań należy zauważyć, że wykonanie kotłowni, z posadzką zagłębioną poniżej poziomu terenu przy zapewnieniu ściany zewnętrznej z oknami nie wyklucza możliwości jej kwalifikacji jako kondygnacji naziemnej."

3.3.3. Kotłownie na paliwo gazowe o gęstości względnej równej i większej niż 1 – gaz płynny

3.3.3.1. Wprowadzenie

W przedmowie do normy PN-B-02431:1999 znalazła się zapowiedź, że w arkuszu 2 tej normy określone będą wymagania dotyczące kotłowni wbudowanych na paliwa gazowe o gęstości względnej równej i większej niż 1 w zakresie podobnym do określonych w arkuszu 1. Dotychczas arkusz 2 normy nie ukazał się i nie dysponujemy zestawem jednoznacznych wymagań takich jakie zawarte są w arkuszu 1 normy w odniesieniu do kotłowni na paliwo gazowe o gęstości mniejszej niż 1.

3.3.3.2. Uregulowania prawne

WT [1.1] w odniesieniu do pomieszczeń w których stosowane są instalacje na paliwo gazowe cięższe od powietrza stanowi co następuje:

§ 157
5. *Instalacje gazowe zasilane gazem płynnym mogą być wykonywane tylko w budynkach niskich.*
6. *Zabrania się stosowania w jednym budynku gazu płynnego i gazu z sieci gazowej.*
7. *Instalacje gazowe zasilane gazem o gęstości większej od gęstości powietrza nie mogą być stosowane w pomieszczeniach, których poziom podłogi znajduje się poniżej otaczającego terenu oraz w których znajdują się studzienki lub kanały instalacyjne i rewizyjne poniżej podłogi[1)].*

Warunki techniczne jakim powinny odpowiadać instalacje gazu skroplonego określone są w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury [1.1]. Odpowiednie paragrafy stanowią co następuje:

§ 177
Urządzenia gazowe instalowane w budynku mogą być zasilane gazem płynnym z indywidualnych butli o nominalnej zawartości gazu do 11 kg, pod warunkiem spełnienia następujących wymagań:
1) *w jednym mieszkaniu, warsztacie lub lokalu użytkowym nie należy instalować więcej niż dwóch butli,*
2) *w pomieszczeniu, w którym instaluje się butlę, należy zachować temperaturę niższą niż 35°C,*
3) *butlę należy instalować wyłącznie w pozycji pionowej,*
4) *butlę należy zabezpieczyć przed uszkodzeniami mechanicznymi,*
5) *między butlą a urządzeniem promieniującym ciepło, z wyłączeniem zestawów urządzeń gazowych z butlami, należy zachować odległość co najmniej 1,5 m,*
6) *butli nie należy umieszczać w odległości mniejszej niż 1m od urządzeń mogących powodować iskrzenie,*
7) *urządzenie gazowe należy łączyć z reduktorem ciśnienia gazu na butli za pomocą elastycznego przewodu o długości nie przekraczającej 3 m i wytrzymałości na ciśnienie co najmniej 300 kPa, odpornego na składniki gazu płynnego, uszkodzenia mechaniczne oraz temperaturę do 60°C,*
8) *urządzenie gazowe o mocy cieplnej przekraczającej 10 kW należy łączyć z przewodem elastycznym, o którym mowa w pkt. 7, rurą stalową o długości co najmniej 0,5 m.*

§ 178.
Instalacje gazowe w budynku lub zespole budynków mogą być zasilane gazem płynnym z butli gazowej o nominalnej zawartości gazu do 33 kg lub z baterii takich butli, pod warunkiem spełnienia następujących wymagań:
1) *butle powinny być umieszczone na zewnątrz budynku, w miejscu oznakowanym, na utwardzonym podłożu, pod zadaszeniem chroniącym od wpływu czynników atmosferycznych,*
2) *liczba butli w baterii nie może przekraczać 10,*
3) *butle w baterii powinny być podłączone do kolektora wykonanego z rury stalowej bez szwu lub rury przewodowej łączonej przez spawanie,*
4) *odległość butli od najbliższych otworów okiennych lub drzwiowych w ścianie zewnętrznej budynku nie powinna być mniejsza niż 2m,*
5) *butle nie mogą być sytuowane w zagłębieniach terenu.*

Uwaga! § 179 WT [1.1] dotyczący zbiorników gazu płynnego, z których zasilane są instalacje gazowe w budynkach zamieszczony jest w p. 3.13.5 "Warunki lokalizowania zbiorników z gazem skroplonym" niniejszego Poradnika.

3.3.3.3. Pomieszczenie kotłowni

Wymagania dla pomieszczeń kotłowni na paliwo gazowe o gęstości względnej mniejszej niż 1 mogą być w większości zastosowane dla kotłowni na paliwo gazowe o gęstości względnej równej lub większej niż 1. Istotne różnice, wynikające z gęstości par gazów skroplonych (płynnych), np. propan r = 2,018 kg/m^3 przy t = 0°C, wpływające na techniczne rozwiązanie pomieszczeń kotłowni wyszczególnione są poniżej:
- poziom podłogi kotłowni nie może być usytuowany poniżej poziomu otaczającego terenu,
- niedopuszczalne jest stosowanie jakichkolwiek kanałów lub wpustów w posadzce kotłowni,
- podłoga i ściany otaczające pomieszczenie do wysokości 0,1 m powinny być gazoszczelne, aby uniemożliwić przedostawanie się ewentualnych przecieków gazu do pomieszczeń niżej położonych,
- dolna krawędź otworów nawiewnych na poziomie posadzki kotłowni; dolna powierzchnia kanału powinna mieć na całej długości spadek minimum 1% w kierunku otworu zewnętrznego, to jest wlotu kanału nawiewnego [3.47],
- wywiew powietrza wentylacyjnego dwoma niezależnymi kanałami, jeden z wlotem w strefie podsufitowej, drugi z wlotem na poziomie podłogi,
- czujnik awaryjnego wypływu gazu powinien być zamontowany nie wyżej niż 10 cm nad podłogą,
- odwodnienie podłóg należy prowadzić jak najkrótszą drogą do bezodpływowej studzienki, następnie ścieki z niej przepompowywać do sieci kanalizacyjnej; studzienka powinna być usytuowana w sposób umożliwiający kontrolę ewentualnej obecności w niej gazu,

1) Pozostałe ustępy paragrafu 157 dotyczące wszystkich gazów przywołane są w p. 3.13 niniejszego Poradnika.

- oprócz wymienionych ograniczeń (patrz p. 3.3.2.2 Poradnika) instalowania kotłów z otwartą komorą spalania, dodatkowo kotły zasilane gazem skroplonym nie mogą być instalowane w łazienkach.

3.4. Kotłownie olejowe

3.4.1. Ogólne wymagania techniczne

WT [1.1] w odniesieniu do kotłowni olejowych stanowi co następuje:

§ 136

1. *Pomieszczenia przeznaczone do instalowania kotłów na paliwo stałe i pomieszczenia składu paliwa i żużlowni oraz pomieszczenia przeznaczone do instalowania kotłów na olej opałowy i pomieszczenia magazynu oleju opałowego powinny odpowiadać przepisom rozporządzenia, w tym określonym w §220 ust.1.*
4. *Kotły na olej opałowy o łącznej mocy cieplnej nominalnej do 30 kW mogą być instalowane w pomieszczeniach nie przeznaczonych na stały pobyt ludzi, w tym również w pomieszczeniach pomocniczych w mieszkaniach, a także w innych miejscach, o których mowa w ust. 5.*
5. *Kotły na olej opałowy o łącznej mocy cieplnej nominalnej powyżej 30 kW do 2000 kW powinny być instalowane w wydzielonych pomieszczeniach technicznych, przeznaczonych wyłącznie do tego celu w piwnicy lub na najniższej kondygnacji nadziemnej w budynku lub w budynku wolnostojącym przeznaczonym wyłącznie na kotłownię.*
6. *Kotły na paliwo stałe lub olej opałowy o łącznej mocy cieplnej nominalnej powyżej 2000 kW powinny być instalowane w budynku wolnostojącym przeznaczonym wyłącznie na kotłownię.*
7. *W pomieszczeniu, w którym zainstalowane są kotły na paliwo stałe lub olej opałowy znajdującym się nad inną kondygnacją użytkową, podłoga, a także ściany do wysokości 10 cm oraz progi drzwiowe o wysokości 4 cm, powinny być wodoszczelne. Warunek wodoszczelności dotyczy również wszystkich przejść przewodów w podłodze oraz w ścianach do wysokości 10 cm.*
8. *Maksymalne, łączne obciążenie cieplne, służące do określania wymaganej kubatury pomieszczenia, w którym będą zainstalowane kotły o mocy do 2000 kW, na olej opałowy, nie może być większe niż 4650 W/m^3.*
9. *Kubatura pomieszczenia z kotłami na olej opałowy, o którym mowa w ust. 6, powinna być określona indywidualnie z uwzględnieniem wymagań technicznych i technologicznych, a także eksploatacyjnych.*
10. *Wysokość pomieszczenia, w którym instaluje się kotły na olej opałowy nie może być mniejsza niż 2,2 m, a kubatura nie mniejsza niż 8 m^3.*
11. *W pomieszczeniu, w którym zainstalowane są kotły na paliwo stałe lub olej opałowy, powinien być zapewniony nawiew niezbędnego strumienia powietrza dla prawidłowej pracy kotłów z mocą cieplną nominalną, a także nawiew i wywiew powietrza dla wentylacji kotłowni.*
12. *Odprowadzenie spalin z kotłów na olej opałowy powinno spełniać wymagania dla urządzeń gazowych, określone w § 174 ust. 1, 2, 5, 6, 8 i 9.*

Uwaga! § 174 WT [1.1] jest przytoczony w rozdziale 3.16. „Odprowadzenie spalin" niniejszego Poradnika. § 220 ust. 1. WT [1.1] jest przytoczony w rozdziale 3.20. „Wymagania przeciwpożarowe" niniejszego Poradnika.

3.4.2. Pomieszczenie kotłowni

Przytoczony fragment § 136 WT [1.1] podaje szereg warunków, które należy spełnić przy projektowaniu kotłowni olejowej.
Warunki te określają:

- wymagania co do klasy odporności ogniowej ścian wewnętrznych i stropów,
- lokalizację kotłowni zależnie od mocy kotłów,
- konieczność wodoszczelności podłogi kotłowni,
- minimalną kubaturę,
- wysokość pomieszczenia,
- potrzeba wentylacji kotłowni,
- sposób odprowadzenia spalin.

Dodatkowe wymagania dla kotłowni olejowych to:

- odwodnienie podłóg powinno posiadać zamknięcie i specjalne urządzenie zatrzymujące olej oraz być włączone do sieci odwodnień całego budynku. Instalację odwodnieniową należy wykonać z materiałów odpornych na olej opałowy,
- kotłownie, w których składowany jest olej opałowy, lub z których jest bezpośredni dostęp do magazynu oleju opałowego powinny mieć awaryjny wyłącznik prądu oraz umieszczony obok awaryjny wyłącznik dopływu oleju do natychmiastowego odcięcia jego doprowadzenia. Przewody olejowe pomiędzy awaryjną armaturą odcinającą a zbiornikiem nie mogą przebiegać niżej niż wierzch zbiornika. Awaryjny wyłącznik doprowadzenia oleju należy oznakować w sposób trwały i łatwo czytelny.

Pozostałe warunki za wyjątkiem wentylacji dotyczące technicznego rozwiązania kotłowni olejowej można przyjąć z warunków określonych w Polskiej Normie [2.13] dotyczącej kotłowni na paliwo gazowe. Natomiast wymagania co do wentylacji, z uwagi na to, że pary oleju opałowego są cięższe od powietrza, należałoby przyjąć tak, jak dla kotłowni na paliwo gazowe o gęstości względnej większej niż 1. Warunki techniczne magazynowania oleju omówione są w rozdziale 3.14.4. niniejszego Poradnika.

3.5. Podział kotłów centralnego ogrzewania

3.5.1. Wprowadzenie

Podział kotłów odnosi się tylko do kotłów objętych profilem produkcji firmy Brötje, sprowadzanych na rynek polski, a mianowicie kotłów wodnych niskotemperaturowych, opalanych gazem względnie olejem opałowym. Kotłami niskotemperaturowymi rozumieniu niniejszego poradnika określa się kotły, w których temperatura wody opuszczającej kocioł jest niższa od t < 100°C. Dla porządku należy odnotować, że Warunki Urzędu Dozoru Technicznego jako niskotemperaturowe określają kotły, w których nie jest przekroczona temperatura 110°C.
W niniejszym poradniku nie są omawiane kotły parowe nisko- i wysokoprężne, wodne wysokotemperaturowe, opalane paliwem stałym, względnie energią elektryczną.

Można spotkać w literaturze uszeregowanie kotłów w zależności od różnych kryteriów podziału. Przedstawiony niżej podział będzie miał na uwadze przede wszystkim wpływ danego typu kotła na rozwiązanie kotłowni jako całości.

3.5.2. Podział z uwagi na rozwiązanie komory spalania

■ Kotły z otwartą komorą spalania
Kotły takie wyposażone są przeważnie w palnik atmosferyczny (inżektorowy). Powietrze potrzebne do spalania pobierają z pomieszczenia, w którym są zamontowane. Spaliny odprowadzane są do komina działającego na zasadzie ciągu naturalnego. Kotły te nazywane są niekiedy „atmosferycznymi". Kotły te zaliczane są do typu B urządzeń gazowych klasyfikowanych w zależności od systemu doprowadzenia powietrza niezbędnego do spalania oraz systemu odprowadzenia spalin. Szczegółowe omówienie klasyfikacji typów urządzeń gazowych zawarte jest w rozdziale 3.16.2. niniejszego Poradnika.

■ Kotły z zamkniętą komorą spalania
Komora spalania tych kotłów jest całkowicie odizolowana od pomieszczenia, w którym kotły te są zamontowane. Wobec tego powietrze potrzebne do spalania nie jest pobierane z pomieszczenia. Do tej grupy należą kotły typu „turbo", w których wentylatory wymuszają pobór powietrza z zewnątrz i wyrzut spalin na zewnątrz. Kotły te zaliczane są do typu C w klasyfikacji urządzeń gazowych.

■ Kotły z palnikami nadmuchowymi
Palnik nadmuchowy powoduje to, że zarówno paliwo, jak i powietrze doprowadzone są do komory spalania z nadciśnieniem. Kotły te określane są jako nadciśnieniowe. Powietrze może być pobierane z pomieszczenia, w którym zamontowany jest kocioł, względnie może być doprowadzone do palnika z zewnątrz specjalnym kanałem. Opór kotła wraz z oporami zassania powietrza do spalania pokonywany jest przez wentylator palnika, ciąg kominowy pokonuje jedynie opory komina i rury spalinowej (czopucha).

3.5.3. Podział z uwagi na temperaturę spalin

■ Kotły niekondensacyjne (tradycyjne, konwencjonalne)
Są to kotły, w których nie można dopuścić do wykroplenia pary wodnej ze spalin. Wobec tego temperatura wody powracającej do kotła musi być większa od temperatury punktu rosy spalin.

■ Kotły kondensacyjne
Kotły kondensacyjne różnią się od kotłów tradycyjnych przede wszystkim tym, że powierzchnia stosowanego w nich wymiennika ciepła jest dostosowana do ciągłej pracy w warunkach kondensacji. Kotły kondensacyjne będące najnowszym rozwiązaniem konstrukcyjnym. Kotłom kondensacyjnym poświęcony jest rozdział 3.6. Poradnika.

3.5.4. Podział z uwagi na przygotowanie ciepłej wody

■ Kotły jednofunkcyjne
Kotły jednofunkcyjne mają jeden wymiennik ciepła spaliny – woda ogrzewana. Woda ogrzana w tym wymienniku kierowana jest do obiegów grzewczych, z których przeważnie jeden służy dla przygotowania ciepłej wody poza kotłem (np. w podgrzewaczu).

■ Kotły dwufunkcyjne
Kotły dwufunkcyjne mają dwa wymienniki ciepła. Jeden spaliny–woda ogrzewana, z którego woda po ogrzaniu przechodzi do instalacji centralnego ogrzewania lub do drugiego wymiennika, gdzie oddaje ciepło zimnej wodzie, podgrzewając ją do potrzeb użytkowych. Kotłami dwufunkcyjnymi są przeważnie kotły wiszące.

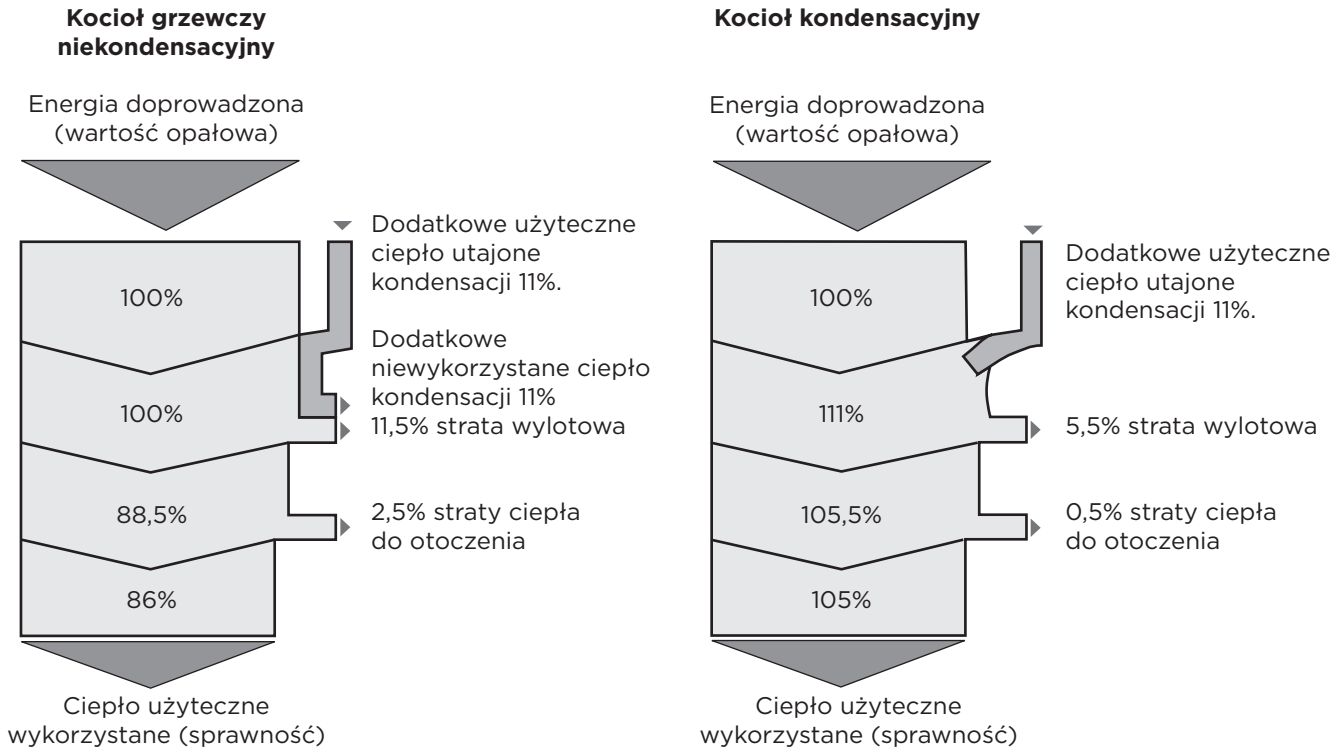
3.6. Kotły kondensacyjne

3.6.1. Efektywność energetyczna

Celowość stosowania kotłów kondensacyjnych wynika z podstawowej ich zalety, jaką jest wysoka sprawność w porównaniu z nawet najbardziej nowoczesnymi kotłami niekondensacyjnymi. Wysoka sprawność to mniej spalanego paliwa i jednocześnie niższe koszty eksploatacyjne i mniejsza emisja zanieczyszczeń.
W Europie sprawność kotłów odnoszona jest najczęściej do wartości opałowej paliwa (H_i). Stanowi ona jednak tylko część energii możliwej do wykorzystania w procesie spalania, bo nie uwzględnia ciepła traconego wraz z parą wodną unoszoną w spalinach. Dopiero skraplając tę parę wodną, można mówić o wykorzystaniu całkowitej energii cieplnej powstającej w procesie spalania paliwa, czyli o wykorzystaniu ciepła spalania (H_S). Zawsze H_S jest większe od H_i ($H_S > H_i$) o ciepło skraplania pary wodnej (tzw. ciepło utajone).
W tabeli 3.1 podano stosunek ciepła spalania do wartości opałowej różnych paliw.
Na rysunku 3.3 przedstawiono w formie wykresów Sankey'a bilanse cieplne kotłów niskotemperaturowego i kondensacyjnego pracujących w zakresie temperatur 40/30°C.

Tabela 3.1. Stosunek ciepła spalania do wartości opałowej dla różnych paliw

PALIWO	CIEPŁO SPALANIA H_S [kWh/m³]	WARTOŚĆ OPAŁOWA H_i [kWh/m³]	STOSUNEK H_S/H_i
Gaz miejski	5,48	4,48	1,13
Gaz ziemny L_w	8,33	7,50	1,11
Gaz ziemny H[1)]	11,11	10,02	1,11
Propan	28,28	25,99	1,09
Butan	37,32	34,31	1,08
Lekki olej opałowy[2)]	12,63	11,86	1,06

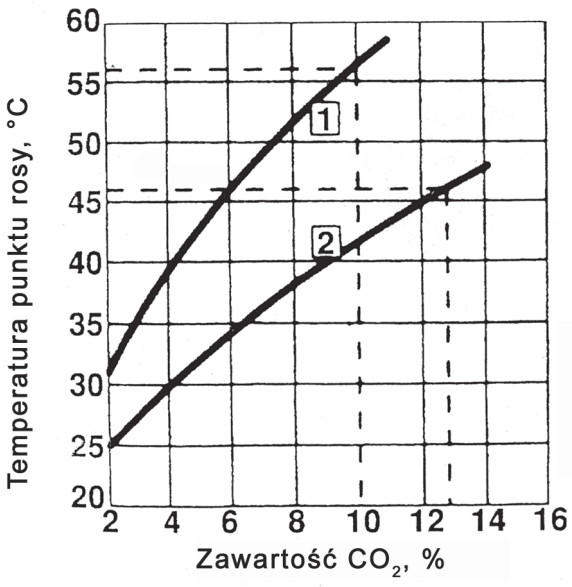


Rys 3.3. Sprawność kotłów niekondensacyjnego i kondensacyjnego [3.1.]

Sprawność kotła kondensacyjnego jest wyższa przy niższych temperaturach wody w instalacji, co zapewnia maksymalną kondensację pary wodnej zawartej w spalinach. Kondensacja pary wodnej następuje w kotle, gdy temperatury powierzchni wymiany ciepła są niższe od temperatury punktu rosy spalin.

1) gaz ziemny H – gaz towarzyszący ropie naftowej
2) wielkości odniesione do kWh/kg

Przebieg tej temperatury w funkcji zawartości CO_2 dla gazu ziemnego i oleju opałowego L-1 przedstawia rys. 3.4.



Rys. 3.4 Temperatura punktu rosy spalin w zależności od zawartości CO_2: 1 gaz ziemny, 2 olej opałowy L-1 [3.1.]

Uwzględniając uśrednioną sprawność kotła w sezonie grzewczym, można w prosty sposób ustalić procentowe oszczędności paliwa wynikające z zastosowania kotła kondensacyjnego zamiast nowoczesnego kotła niekondensacyjnego.
Przykład:
Ustalenie oszczędności w zużyciu paliwa w instalacji z kotłem kondensacyjnym o sprawności η_N = 106%, zamiast kotła niekondensacyjnego o η_N = 92%.
Zużycie paliwa dla potrzeb c.o. można w przybliżeniu obliczyć ze wzoru:

$$B = \frac{Q_a}{H_i \cdot \eta_N} \ [m^3/a] \qquad [3.2]$$

gdzie:
Q_a – zapotrzebowanie na ciepło dla potrzeb c.o. w sezonie [kWh/a],
H_i – wartość opałowa paliwa [kWh/m^3]
η_N – średnia sprawność kotła w sezonie grzewczym.

Iloraz Q_a/H_i jest tu wielkością stałą, a więc:

$$B_{(92\%)} - B_{(106\%)} = \frac{Q_a}{H_i} \cdot \left(\frac{1}{0{,}92} - \frac{1}{1{,}06}\right) = \frac{Q_a}{H_i} \cdot 0{,}14 \qquad [3.3]$$

Oszczędność paliwa wynosić więc będzie około 14%. W odniesieniu do sprawności η_N = 109%.

Stosując technikę kondensacyjną zwiększa się sprawność wykorzystania energii zawartej w paliwie, zarówno w dużych instalacjach przemysłowych, jak i w małych instalacjach grzewczych. Dodatkowym efektem jest zmniejszenie emisji zanieczyszczeń wynikających ze spalania mniejszej ilości gazu, w porównaniu z kotłami konwencjonalnymi.

3.6.2. Budowa kotłów

Urządzenia kondensacyjne, charakteryzuje pewna odmienność rozwiązań konstrukcyjnych, a mianowicie:
- zwiększona powierzchnia wymiany ciepła;
- wszystkie elementy mające kontakt z kondensatem wykonane są z materiałów odpornych na korozję (np. stal kwasoodporna, specjalne stopy aluminium);
- wymuszone odprowadzenie spalin;
- palnik usytuowany w sposób uniemożliwiający opadanie na niego kondensatu;
- konstrukcja przystosowana do zbierania i odprowadzania kondensatu;
- stosowanie palników najnowszej generacji spalających paliwo w sposób ograniczający znacznie emisję NO_x i CO.

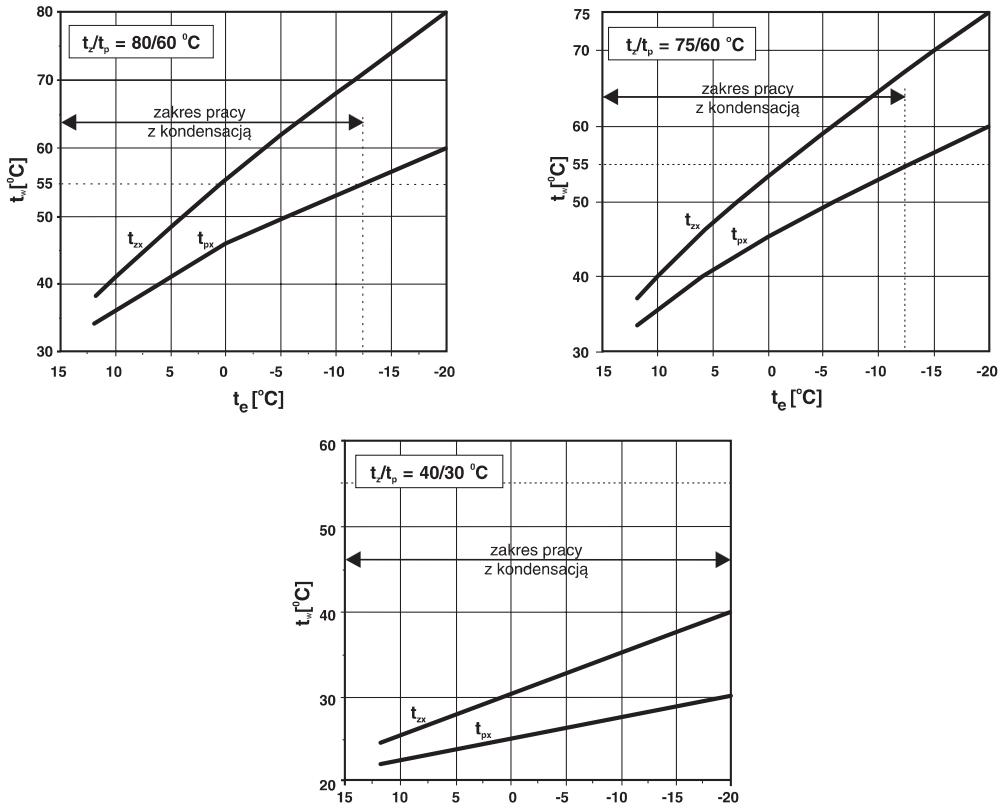
W kotłach kondensacyjnych firmy Brötje stosowane są palniki modulowane z dmuchawą o pełnym wstępnym zmieszaniu, wykonane ze stali szlachetnej. Zakres ich modulacji wynosi od 14% do 100%.

Kotły kondensacyjne można podzielić, biorąc pod uwagę sposób pracy, na dwie grupy:
- pracujące przy poborze powietrza z pomieszczenia, w którym są zainstalowane,
- pracujące przy poborze powietrza z zewnątrz.

Z uwagi na niską temperaturę spalin z kotłów kondensacyjnych spaliny muszą być odprowadzone w sposób wymuszony przy pomocy wentylatora. Temeratura spalin jest zbyt niska, żeby wytworzył się naturalny ciąg do ich odprowadzenia. Układy odprowadzenia spalin dla kotłów kondensacyjnych omówione są w rozdziale 3.16 niniejszego Poradnika. Specyfika przygotowania ciepłej wody użytkowej przy zastosowaniu kotłów kondensacyjnych omówiona jest w rozdziale 3.12.4.7 niniejszego Poradnika.

3.6.3. Instalacje c.o. zasilane z kotłów kondensacyjnych

Przy stosowaniu kotłów kondensacyjnych nie należy projektować instalacji grzejnych o parametrach obliczeniowych 90/70°C. Stosowane nadal parametry 80/60°C są odpowiednie także w technice kondensacyjnej, jeśli uwzględni się fakt, że warunki obliczeniowe temperatury zewnętrznej występują rzadko. Przez blisko 90% sezonu grzewczego temperatura zewnętrzna w Polsce waha się blisko 0°C i wówczas zgodnie z regulacją pogodową temperatura zasilania oscyluje wokół 55°C, powrotu z instalacji 45°C. Im niższa temperatura czynnika, tym niższa temperatura ścianek wymiennika w kotle, i tym więcej pary wodnej kondensuje. Dzięki temu ilość pozyskiwanego ciepła rośnie.



Rys. 3.5. Zakres pracy z kondensacją w instalacjach o różnych parametrach [3.1.]

Do kotłów kondensacyjnych można również podłączyć stare instalacje c.o., teoretycznie przewidziane na parametry 90/70°C. Warunkiem jest dobry stan techniczny grzejników i instalacji. Grzejniki te mają bardzo często przewymiarowane powierzchnie. Należy to jednak każdorazowo sprawdzić i dopiero potem określić potrzebny zakres zwiększenia ich powierzchni kierując się wymaganiami zawartymi w tabeli 3.2.

Tabela 3.2. Zależność powierzchni grzejników od średniej obliczeniowej temperatury wody

Średnia temp. wody w instalacji tm	Wymagane powiększenie pow. ogrz. grzejników
40	3,0 – krotne
45	2,4 – krotne
50	2,0 – krotne
55	1,7 – krotne
60	1,5 – krotne
65	1,3 – krotne
70	1,2 – krotne
75	1,1 – krotne
80	1,0

Przechodząc z parametrów 90/70°C na 80/60°C, teoretycznie należało by powiększyć powierzchnię ogrzewalną grzejników o około 20%, a na parametry 75/60°C o około 35%. Jednak w starych domach jednorodzinnych instalacje często były wykonywane bez projektu. W starych instalacjach grzejniki są prawie zawsze przewymiarowane i mogą pozostać niezmienione także po zastosowaniu kotła kondensacyjnego. W instalacjach o parametrach 90/70°C z właściwie zwymiarowanymi grzejnikami, ale umieszczonymi w budynkach, w których była (lub będzie) wykonana termoizolacja cieplna, można również zastosować kotły kondensacyjne. Z powodu zmniejszonego zapotrzebowania na ciepło powierzchnia ogrzewalna grzejników może okazać się wystarczająca dla niższych parametrów obliczeniowych wody.

3.7. Układy hydrauliczne kotłowni

3.7.1. Uwagi ogólne

Układy hydrauliczne w źródłach ciepła powinny spełniać równocześnie wymagania stawiane kotłom i odbiornikom ciepła. Jednocześnie prawidłowa regulacja automatyczna ma zapewnić dostosowanie wytwarzanej mocy cieplnej do aktualnego zapotrzebowania. Podstawowe obliczenia projektowe odnoszą się do tzw. obliczeniowych warunków pracy instalacji tj. przy obliczeniowej temperaturze zewnętrznej. Przez większość sezonu grzewczego instalacja pracuje tylko częściowo obciążona. Wprowadzenie regulacji automatycznej w odbiornikach ciepła (zawory grzejnikowe z głowicami termostatycznymi), stało się jednocześnie przyczyną dużych zmian strumieni objętości i ciśnienia w instalacji centralnego ogrzewania. Zmiany te nie powinny być przekazywane na kotły i towarzyszące im organy wykonawcze.
W układzie hydraulicznym obiegów kotłowych należy uwzględnić wymagania podane przez producenta kotła. Odnoszą się one głównie do wymaganej minimalnej temperatury powrotu oraz minimalnego i maksymalnego strumienia objętości wody przepływającej przez kocioł.

Minimalna temperatura powrotu ma istotne znaczenie w przypadku kotłów niekondensacyjnych (tradycyjnych). W przypadku kotłów kondensacyjnych wskazana jest jak najniższa temperatura powrotu wody grzewczej do kotła. Problem zapewnienia minimalnego przepływu wody przez kocioł występuje przeważnie w przypadku kotłów wiszących z uwagi na ich małą pojemność wodną i zamontowaną często w nich fabrycznie pompę. Obawa przekroczenia dopuszczalnego, maksymalnego strumienia wody przepływającej przez kocioł może wystąpić wówczas, gdy strumień wody w instalacji jest większy od dopuszczalnego przez kocioł.
Producenci kotłów proponują różne układy hydrauliczne. W rozdziale 5 omówione są podstawowe układy hydrauliczne zalecane przez firmę Brötje wraz z powiązaną z nimi automatyką.

Dobór liczby kotłów oraz ich wielkość powinny zapewnić ekonomiczną pracę kotłowni w ciągu całego roku ze szczególnym uwzględnieniem pracy kotłów przy ich zmiennym obciążeniu.
Rozróżnia się kotłownie wyposażone w jeden kocioł (instalacje jednokotłowe) oraz wyposażone w wiele kotłów (instalacje wielokotłowe). Najprostszym przypadkiem jest układ z jednym kotłem.

Zalety instalacji jednokotłowej są następujące:
- bardzo dobre rozwiązanie dla produkcji ciepła wysokotemperaturowego potrzebnego do procesów technologicznych,
- relatywnie niski koszt inwestycji,
- małe zapotrzebowanie na miejsce.

Wady instalacji jednokotłowej:
- ryzyko wystąpienia przerw w produkcji ciepła,
- ryzyko braku dyspozycyjności źródła ciepła,
- duża częstotliwość włączeń palnika, w przypadku palnika bez regulacji,
- większy stopień zużycia elementów,

- mniejsze wykorzystanie energii chemicznej paliwa,
- zmniejszona trwałość urządzeń kotłowni.

Kotłownia wielokotłowa to instalacja z dwoma i więcej kotłami.

Zalety instalacji wielokotłowej:
- pewność produkcji ciepła,
- wysoka dyspozycyjność kotłowni,
- duży zakres regulacji obciążenia,
- mała częstotliwość włączeń palnika,
- mały stopień zużycia elementów,
- wysoki stopień wykorzystania energii,
- duża trwałość kotłów i palników.

Wady instalacji wielokotłowej:
- wysoki koszt inwestycji,
- duże zapotrzebowanie na miejsce.

Z chwilą pojawienia się palników o bezstopniowej regulacji modulowanej i dużych zakresach jej regulacji i cenach ciągle się obniżających – instalacje jednokotłowe wchodzą coraz bardziej do praktyki projektowania kotłowni.
Dotychczas rozszerzaniu się tej praktyki przeszkadzały dwa czynniki:
- brak palników o szerokim zakresie regulacji,
- niezawodność zespołu kocioł-palnik wpływająca na dyspozycyjność kotłowni.

3.7.2. Współpraca kotłów Brötje z kotłami na paliwo stałe i instalacjami słonecznymi

Firma Brötje produkuje przede wszystkim kotły opalane gazem oraz olejem opałowym pracujące w systemach zamkniętych. Wytyczne projektowania takich kotłowni zawarte są w niniejszym Poradniku.
Jednak wobec dopuszczenia przez WT rozporządzeniem [1.1] stosowania kotłów na paliwo stałe w instalacjach systemu zamkniętego firma Brötje może obecnie zaoferować na rynku polskim rozwiązania instalacyjne z jednoczesnym zastosowaniem kotłów gazowych czy olejowych z kotłami na paliwo stałe i instalacjami solarnymi. Kocioł na paliwo stałe współpracujący z kotłem gazowym, czy olejowym powinien stać w oddzielnym pomieszczeniu spełniającym wymagania dla kotłowni z kotłami opalanymi paliwem stałym. Wymagania dla takich kotłowni nie są przedmiotem niniejszego Poradnika. Zapis dotyczący kotłów na paliwo stałe we wspomnianym rozporządzeniu [1.1] brzmi jak następuje:

§ 133 ust. 7
„Zabrania się stosowania kotła na paliwo stałe do zasilania instalacji ogrzewczej wodnej systemu zamkniętego, wyposażonej w przeponowe naczynie wzbiorcze, z wyjątkiem kotła na paliwo stałe o mocy nominalnej do 300 kW, wyposażonego w urządzenia do odprowadzania nadmiaru ciepła."

Rozporządzenie nie przywołuje żadnej normy jako obowiązującej w odniesieniu do treści zawartej w przywoływanym wyżej zapisie. Pomocna tu może być norma PN-EN 303-5+A1:2023-05 EN [2.29], która zawiera terminologię, wymagania, badania i oznakowanie dla takich kotłów. Norma nakłada obowiązek podania przez wytwórcę w dokumentacji technicznej kotła sposobu odprowadzenia nadmiaru mocy cieplnej.

Jednym ze sposobów odprowadzenia nadmiaru mocy cieplnej jest zabudowanie w przestrzeni wodnej kotła wężownicy schładzającej,która na wlocie połączona jest z instalacją zimnej wody wodociągowej, a wylot odprowadzony jest do kanalizacji.
Dopływem zimnej wody wodociągowej steruje czujnik temperatury otwierający zawór wmontowany na wlocie wody do wężownicy. Ze względu na to, że temperatura wody odprowadzanej do kanalizacji nie może przekraczać t = +35°C, może być potrzebny dla wody chłodzącej dodatkowy zbiornik dla jej schłodzenia.

Innym sposobem odprowadzenia nadmiaru mocy cieplnej jest zastosowanie zbiornika akumulacyjnego. Norma [2.29] podaje wzór na minimalną objętość zbiornika akumulacyjnego. Objętość ta zależy od nominalnej mocy cieplnej kotła, czasu spalania i stosunku obciążenia cieplnego budynku do minimalnej mocy cieplnej kotła. Czas spalania wg tej normy należy przyjmować dla kotłów z ręcznym załadunkiem: 2 godziny przy spalaniu biopaliw (np. drewna w stanie naturalnym) i 4 godziny przy spalaniu paliw kopalnych. Dla kotłów z załadunkiem automatycznym czas spalania powinien wynosić co najmniej 6 godzin. Zbiornik akumulacyjny nie jest niezbędny, jeśli jego wymagana objętość jest mniejsza niż 300 dm^3. W normie [2.29] zamieszczony jest wykres, z którego można odczytać wymaganą pojemność zbiornika akumulacyjnego w zależności od iloczynu mocy nominalnej kotła i czasu spalania oraz stosunku obciążenia cieplnego budynku do minimalnej mocy cieplnej kotła. Przykładowo odczytane objętości zbiornika kształtują się następująco: przy kotle o załadunku ręcznym o mocy 50 kW, opalanym drewnem i stosunku obciążenia cieplnego do minimalnej mocy cieplnej kotła równego 1, objętość zbiornika wypada V = 1050 dm^3, czyli 21 dm^3/ 1 kW mocy kotła. Przy kotle o takiej samej mocy z załadunkiem automatycznym objętość zbiornika wypada V = 3150 dm^3, czyli 63 dm^3/ 1 kW mocy kotła. Orientacyjne jednostkowe wskaźniki pojemności zbiornika akumulacyjnego można znaleźć w literaturze. W przypadku kotłów opalanych drewnem wynoszą one 40 dm^3/ 1 kW

mocy kotła [3.2]. Firma Brötje zaleca 50 dm^3/ 1 kW mocy kotła. Oprócz zastosowania zbiornika akumulacyjnego norma [2.29] wymaga uzbrojenia kotła w regulator temperatury oraz ogranicznik temperatury bezpieczeństwa, podając warunki ich zamontowania.

Firma Brötje oferuje również współpracę instalacji kotłowej z instalacją słoneczną. Łącznikiem tych dwóch instalacji jest zbiornik (podgrzewacz) buforowy instalacji słonecznej. Literatura tematu zawiera wzory na obliczenia tej pojemności [3.41], lub podaje jednostkowe wskaźniki pojemności podgrzewacza w zależności od powierzchni kolektora słonecznego, wynoszą one 50-80 dm^3/ 1 m^2 [3.41]. Przy dobieraniu pojemności podgrzewacza w instalacji z kotłami Brötje należy konsultować się z Działem Doradztwa Technicznego firmy BIMs PLUS.

3.8. Zabezpieczenie instalacji kotłowych niskotemperaturowych

3.8.1. Wprowadzenie

Wymagania co do zabezpieczeń instalacji kotłowych niskotemperaturowych wynikające z WT [1.1] zawarte są w przywołanych tym rozporządzeniem do obowiązkowego stosowania Polskich Normach:

- PN-B-02413:1991 „Ogrzewnictwo i ciepłownictwo. Zabezpieczenie instalacji ogrzewań wodnych systemu otwartego. Wymagania",
- PN-B-02414:1999 „Ogrzewnictwo i ciepłownictwo. Zabezpieczenie instalacji ogrzewań wodnych systemu zamkniętego z naczyniami wzbiorczymi przeponowymi. Wymagania". Norma ta dla zabezpieczenia kotłów przywołuje normę PN-81/M-35630.

Obok tych norm zabezpieczenie instalacji jest tematem normy PN-EN 12828+A1:2014-05 EN „Instalacje ogrzewcze w budynkach. Projektowanie wodnych instalacji centralnego ogrzewania". Wymagania zawarte w tej normie mogą być stosowane, jeżeli nie są sprzeczne z wymaganiami zawartymi w normach PN-B-02413:1991 i PN-B-02414:1999. Kotły Firmy Brötje, występujące na rynku polskim, przeznaczone są do pracy w systemach zamkniętych. Wobec tego w Poradniku nie omówiono zabezpieczenia instalacji kotłowych systemu otwartego. Natomiast zabezpieczenie systemów zamkniętych z naczyniami wzbiorczymi przeponowymi omówiono oparciu o obowiązującą normę PN-B-02414:1999.

3.8.2. Zabezpieczenie instalacji ogrzewań wodnych systemu zamkniętego z naczyniami wzbiorczymi przeponowymi

Zabezpieczenie to powinno się składać z [2.9]:

- zaworu bezpieczeństwa wraz z przewodem dopływowym i odpływowym,
- naczynia wzbiorczego przeponowego,
- rury wzbiorczej,
- zabezpieczenia źródła ciepła przed przekroczeniem dopuszczalnej temperatury wody instalacyjnej,
- zabezpieczenie kotła przed zbyt niskim poziomem wody,
- osprzętu instalacji i urządzeń zabezpieczających.

3.8.2.1. Dobór zaworów bezpieczeństwa

Każdy kocioł lub wymiennik ciepła musi być wyposażony w pełnoskokowy zawór bezpieczeństwa bezpośredniego działania (ciężarkowy, sprężynowy lub membranowy). Zawory bezpieczeństwa powinny być umieszczone [3.63]:

- na górnej części kotła nie będącego kotłem przepływowym lub na komorze wylotowej lub na przewodzie odprowadzającym wodę z kotła (na przewodzie zasilającym instalację ogrzewania) przed armaturą odcinającą,
- bezpośrednio na wymienniku ciepła w górnej części przestrzeni wody instalacyjnej lub na przewodzie zasilającym instalację ogrzewania, między króćcem wymiennika zasilającym instalację a armaturą odcinającą lub
- na doprowadzeniu wody do wymiennika ciepła ogrzewanego czynnikiem o temperaturze nieprzekraczającej temperatury wrzenia wody przy ciśnieniu dopuszczalnym wymiennika ciepła.

Na przewodzie łączącym przestrzeń wodną kotła lub wymiennika ciepła z króćcem dopływowym zaworu bezpieczeństwa nie dopuszcza się żadnego zmniejszenia powierzchni przekroju wewnętrznego ani nie może być na nim zamontowana armatura odcinająca. Zawór bezpieczeństwa powinien być tak nastawiony, aby ciśnienie początku otwarcia było równe dopuszczalnemu ciśnieniu w naczyniu wzbiorczym, z uwzględnieniem różnicy rzędnych między naczyniem wzbiorczym i zaworem bezpieczeństwa, a ciśnienie zamknięcia nie było mniejsze niż 80% ciśnienia początku otwarcia. Zawór bezpieczeństwa powinien być zaplombowany. Zasady doboru zaworów bezpieczeństwa dla kotłów wodnych określają Warunki Urzędu Dozoru Technicznego WUDT-UC-KW/04: 02.2017. Warunki te stanowią, że kotły wodne oraz każda odłączalna ogrzewana część kotła powinny być zabezpieczone za pomocą zaworów bezpieczeństwa wg. WUDT-UC-WO-A: 02.2017.

Łączna przepustowość urządzeń zabezpieczających na kotle powinna wynosić:

$$m = m_1 + m_2 + \cdots + m_n \geq 3600\ N/r \quad [3.4]$$

gdzie:
m [kg/h] – łączna przepustowość urządzeń zabezpieczających,
m_1, m_2, m_n [kg/h] – przepustowość poszczególnych urządzeń zabezpieczających,
N [kW] – największa trwała moc cieplna kotła,
r [kJ/kg] – ciepło parowania wody przy ciśnieniu przed zaworem bezpieczeństwa.

■ Obliczanie wymaganej powierzchni przekrojów kanałów dopływowych zaworów bezpieczeństwa
Stosownie do wymagań WUDT-UC-KW/04 "Urządzenia ciśnieniowe. Kotły wodne" powierzchnia przekrojów kanałów dopływowych zaworów bezpieczeństwa powinna być obliczona wg. WUDT-UC-WO-A dla pary wodnej nasyconej. Według tych warunków przepustowość urządzeń zabezpieczających należy obliczać ze wzoru:

$$m = 10 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot \alpha \cdot A \cdot (p_1 + 0{,}1)\ [kg/h] \quad [3.5]$$

w którym:
A – sumaryczna obliczeniowa powierzchnia przekrojów kanałów dopływowych zaworów bezpieczeństwa [mm^2],
K_1 – współczynnik poprawkowy uwzględniający właściwości czynnika roboczego i jego parametry przed zaworem, którego wartości wyznacza się wg. p.9.2 WUDT-UC-WO-A/01:02.2017
K_2 – współczynnik poprawkowy uwzględniający wpływ stosunku ciśnień przed i za zaworem, którego wartości wyznacza się wg. p. 9.3 WUDT-UC-WO-A/01:02.2017
p_1 – ciśnienie zrzutowe [MPa] – najwyższe nadciśnienie w króccu dopływowym urządzenia zabezpieczającego w czasie jego działania, równe ciśnieniu początku otwarcia powiększonemu o przyrost ciśnienia b1, który dla zaworów pełnoskokowych, pozostając w zgodzie z Warunkami UDT, można przyjmować równy 10% ciśnienia początku otwarcia zaworu bezpieczeństwa. Czyli $p_1 = 1.1 \cdot p_{po}$, gdzie p_{po} – nadciśnienie, przy którym zawór bezpieczeństwa w warunkach roboczych zaczyna się otwierać.
α – współczynnik wypływu dla par i gazów

Dla kotłów z obiegiem wymuszonym i przepływowych (to jest takich, jakie w ofercie ma firma Brötje) przy obliczaniu powierzchni przekroju zaworów bezpieczeństwa można uwzględnić udział pary oraz wody w mieszance parowo-wodnej przepł wającej przez zawór po jego zadziałaniu, stosując wzory [3.6] do [3.8]:

$$A = A_p + A_W \quad [3.6]$$

$$A_p = \frac{X_2 \cdot m}{10 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot \alpha \cdot (p_1 + 0{,}1)} \quad [3.7]$$

$$A_w = \frac{(1 - X_2) \cdot m}{5{,}03 \cdot \alpha_c \cdot \sqrt{(p_1 - p_2) \cdot \rho_1}} \quad [3.8]$$

w których:
A_p – obliczeniowa powierzchnia przekrojów kanałów dopływowych zaworów bezpieczeństwa niezbędna do odprowadzenia pary [mm^2],
A_w – obliczeniowa powierzchnia przekrojów kanałów dopływowych zaworów bezpieczeństwa niezbędna do odprowadzenia wody [mm^2],
p_2 – ciśnienie odpływowe (MPa) – nadciśnienie w króccu odpływowym urządzenia zabezpieczającego, mierzone w trakcie pełnego zrzutu czynnika roboczego, równe sumie przeciwciśnień: statycznego i dynamicznego,
ρ_1 – gęstość cieczy [kg/m^3],
α_c – współczynnik wypływu dla cieczy,
X_2 – udział pary w mieszance parowo-wodnej odprowadzanej przez zawory bezpieczeństwa, określony wg wzoru [3.9]:

$$x_2 = \frac{i_1 - i_2}{r} \qquad [3.9]$$

w którym:
i_1 [kJ /kg] – entalpia wody przed zaworem bezpieczeństwa przy nadciśnieniu p_1,
i_2 [kJ/kg] – entalpia wody na wylocie z zaworu bezpieczeństwa przy nadciśnieniu p_2,
r [kJ/kg] – ciepło parowania wody przy ciśnieniu przed zaworem bezpieczeństwa.

Jeżeli podczas obliczania powierzchni przekroju zaworu bezpieczeństwa uwzględni się udział pary i wody w mieszance parowo-wodnej, będzie można zastosować mniejszy zawór bezpieczeństwa niż w sytuacji, gdy obliczenia wykona się tylko dla pary wodnej nasyconej. Niemniej jednak, obliczenie wymaganej przepustowości m dla pary wodnej nasyconej zakłada najbardziej niekorzystną sytuację i na pewno nie popełni się błędu, stosując tę metodę doboru zaworu bezpieczeństwa.

Do zabezpieczenia przed przekroczeniem dopuszczalnego ciśnienia w systemach ciśnieniowych wypełnionych cieczą stosuje się przede wszystkim membranowe zawory bezpieczeństwa. Orientacyjny dobór wielkości zaworu w zależności od mocy cieplnej instalacji pokazano w tabeli 3.3. na przykładzie zaworów bezpieczeństwa, rozprowadzanych przez BIMs PLUS, typu 1915 firmy SYR dla standardowych nastaw ciśnienia 2.5 i 3.0 bar. Dla pojedynczego wymiennika ciepła lub kotła można montować więcej niż jedną sztukę zaworu bezpieczeństwa. Umożliwia to zabezpieczenie zaworami bezpieczeństwa 1915 SYR instalacji o większej mocy cieplnej niż wynika to z tabeli. Zawory te można stosować w ciśnieniowych instalacjach wodnych, z innymi nieklejącymi cieczami oraz mieszaninami wodno-glikolowymi (maksymalnie 50% glikolu), o maksymalnej temperaturze nie przekraczającej 140°C. Dla zaworów bezpieczeństwa 1915 wystawiona została deklaracja zgodności CE - zawory spełniają warunki zawarte w Dyrektywie ciśnieniowej 2014/68/EU (PED).

Uwaga:
Dobranie średnicy zaworu na podstawie danych tabelarycznych nie zwalnia od zamieszczenia w projekcie obliczenia zaworu wg. WUDT.

Tabela 3.3. Charakterystyka zaworów bezpieczeństwa typu 1915SYR dla nastaw 2,5 i 3,0 bar

Średnica króćca wlotowego [cal]	Najmniejsza średnica kanału dolotowego d [mm]	Maksymalna moc cieplna kotła (obliczenia dla pary wodnej nasyconej) [kW]		Współczynnik wypływu dla cieczy α_c		Współczynnik wypływu dla par i gazów α	
		2,5 bar	3,0 bar	2,5 bar	3,0 bar	2,5 bar	3,0 bar
½	12	72	64	0,31	0,27	0,54	0,42
¾	14	101	118	0,32	0,36	0,55	0,57
1	20	228	284	0,41	0,40	0,61	0,67
1¼	27	348	394	0,35	0,36	0,51	0,51
1½	35	803	910	0,45	0,51	0,70	0,70
2	42	892	1011	0,28	0,21	0,54	0,54

Uwaga! Podane w tabeli wartości współczynnika wypływu a_c odnoszą się do przyrostu ciśnienia b1 = 10%.

■ Przykład doboru zaworu bezpieczeństwa

Dane wyjściowe:
- największa trwała moc cieplna kotła N = 250 kW,
- ciśnienie początku otwarcia p_{po}= 0,25 MPa (tj 2,5 bar), czyli ciśnienie zrzutowe $p_1 = 1{,}1 \cdot p_{po} = 1{,}1 \cdot 0{,}25\,MPa = 0{,}275\,MPa$
- ciepło parowania wody przy ciśnieniu $p_1 = 0{,}275\,MPa$ $r = 2140\,kJ/kg$.

Wymagana przepustowość zaworu na podstawie wzoru [3.4.]:

$$m = 3600 \cdot \left(\frac{250}{2140}\right) = 420{,}6\,[kg/h]$$

UDT wymaga, aby w projekcie znajdowało się obliczenie przepustowości dobranego zaworu. Czyli należy wstępnie oszacować w oparciu o np. tabelę 3.3 wielkość zaworu, a następnie sprawdzić jego przepustowość wg. wzoru [3.5]:

$$m = 10 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot \alpha \cdot A \cdot (p_1 + 0{,}1)\,[kg/h]$$

Dobieramy wstępnie zawór bezpieczeństwa typu 1915 firmy SYR o średnicy kanału dolotowego d = 27 mm, króćcu wlotowym 1 ¼˝, króćcu wylotowym 1 ½˝ , współczynniku α = 0,51 (Tabela 3.3.) i ciśnieniu otwarcia p = 0,25 MPa.

Powierzchnia przekroju kanału dopływowego:

$$A = \frac{\pi \cdot \delta^2}{4} = \frac{3{,}14 \cdot 272}{4} = 572{,}3\ mm^2$$

K_1 – 0,53 (dla zakresu ciśnień jakie występują w instalacji z kotłami Brötje wartości K_1 waha się od 0,51 do 0,54),
K_2 – 1,0 (dla pary wodnej przy każdym ciśnieniu K_2 = 1,0).
Sprawdzenie przepustowości zaworu wg wzoru [3.5]:

$$m = 10 \cdot 0{,}53 \cdot 1{,}0 \cdot 0{,}51 \cdot 572{,}3 \cdot (0{,}275 + 0{,}1) = 580{,}1\ kg/h\ >\ 420{,}6\ kg/h$$

Mniejszy zawór bezpieczeństwa, o średnicy nominalnej 1˝, ma przepustowość za małą, gdyż równą tylko m = 380,7 kg/h.

3.8.2.2. Dobór przeponowych naczyń wzbiorczych

■ Określenia

Naczynie wzbiorcze przeponowe jest to zbiornik ze szczelną elastyczną przeponą oddzielającą przestrzeń wodną od przestrzeni gazowej, przejmującej zmiany objętości wody wywołane zmianami jej temperatury w instalacji ogrzewania wodnego systemu zamkniętego. Dopuszczone są przez normę [2.10] następujące rodzaje naczyń wzbiorczych przeponowych [2.9]:

a) naczynie wzbiorcze przeponowe z hermetyczną przestrzenią gazową. Jest to naczynie ciśnieniowe, w którym przestrzeń gazowa jest zamknięta i oddzielona od powietrza atmosferycznego zaworem zwrotnym. Króciec przyłączny naczynia połączony jest z jego przestrzenią wodną,
b) naczynie wzbiorcze przeponowe z urządzeniem sprężarkowo-upustowym. W naczyniu tym przestrzeń gazową połączono z urządzeniem sprężarkowo-upustowym, które automatycznie stabilizuje ciśnienie w tej przestrzeni,
c) naczynie wzbiorcze przeponowe z urządzeniem pompowo-upustowym. Przestrzeń gazowa tego naczynia połączona jest z atmosferą, a przestrzeń wodna z instalacją poprzez urządzenia pompowo-upustowe.

■ Ciśnienia w naczyniu wzbiorczym przeponowym

Ciśnienie wstępne

Ciśnienie wstępne jest to ciśnienie w przestrzeni gazowej naczynia przed przyłączeniem go do instalacji.
Ciśnienie wstępne należy przyjmować:

$$p \geq p_{st} + 0{,}2\ [bar] \qquad [3.10]$$

w przypadku podłączenia naczynia do instalacji po stronie ssawnej pompy obiegowej. We wzorze tym p_{st}, jest to ciśnienie hydrostatyczne w instalacji ogrzewania wodnego, na poziomie króćca przyłącznego rury wzbiorczej do naczynia, przy temperaturze wody instalacyjnej t = 10°C. W przypadku podłączenia naczynia do instalacji po stronie tłocznej pompy obiegowej ciśnienie wstępne należy przyjmować większe o wysokość ciśnienia podnoszenia pompy od obliczeniowego według wzoru [3.10].

Maksymalne ciśnienie obliczeniowe.

Należy przyjmować ciśnienie nie większe niż ciśnienie dopuszczalne instalacji z uwzględnieniem różnicy rzędnych między najniższym punktem instalacji ogrzewania a króćcem przyłącznym rury wzbiorczej do naczynia. Jednocześnie:

- ciśnienie to nie może być większe niż ciśnienie dopuszczalne określone przez producenta naczynia,
- zaleca się aby ciśnienie to nie było większe od ciśnienia wstępnego pracy instalacji o więcej niż 2 bary.

■ Naczynie przeponowe dla instalacji c.o.

1. Obliczenie pojemności naczynia wzbiorczego wg PN-B-02414:1999.

Do obliczenia przyrostu objętości wody w instalacji przyjmuje się zakres temperatur pomiędzy temperaturą początkową t_1 = 10°C a temperaturą zasilania instalacji t_z.

$$t_{obl} = t_z - t_1\ [K] \qquad [3.11]$$

- **pojemność użytkowa naczynia wzbiorczego (V_u)**

Minimalną pojemność użytkową naczynia wzbiorczego przeponowego V_u, należy obliczać ze wzoru:

$$V_u = V \cdot \rho_1 \cdot \Delta v \ [dm^3] \qquad [3.12]$$

gdzie:
V – pojemność całkowita instalacji [m³],
W skład instalacji wchodzą: źródło ciepła (kotły lub wymienniki ciepła), przewody z armaturą, odbiorniki ciepła (grzejniki, nagrzewnice itp).
ρ_1 – gęstość właściwa wody [kg/m³],
Gęstość wody instalacyjnej w temperaturze początkowej t_1 = 10°C; przyjmuje się ρ_1 = 999,7 kg/m³.
Dn – przyrost objętości właściwej wody instalacyjnej przy jej ogrzaniu od temperatury początkowej t_1 do obliczeniowej temperatury wody instalacyjnej na zasilaniu t_z, [dm³/kg],

Wartości liczbowe Dn, w zależności od obliczeniowej temperatury wody instalacyjnej na zasilaniu instalacji t_z, podano w tabeli 3.4.

- **pojemność całkowita naczynia wzbiorczego przeponowego z hermetyczną przestrzenią gazową**

Minimalną pojemność całkowitą naczynia z hermetyczną przestrzenią gazową V_n, należy obliczać ze wzoru:

$$V_n = V_u \cdot \frac{p_{max} + 1}{p_{max} - p} \ [dm^3] \qquad [3.13]$$

gdzie:
V_u – wg wzoru [3.12],
p_{max} – maksymalne obliczeniowe ciśnienie w naczyniu, [bar],
p – ciśnienie wstępne w naczyniu, [bar].

Tabela 3.4. Wartości przyrostu obętości właściwej wody, w zależności od temperatur wody na zasilaniu instalacji

t_z °C	Gęstość wody kg³/m	t_z - t_1 K	Δv dm³/kg
100	958,3	90	0,0432
99	959,1	89	0,0423
98	959,8	88	0,0416
97	960,5	87	0,0408
96	961,2	86	0,0401
95	961,9	85	0,0393
94	962,6	84	0,0386
93	963,3	83	0,0378
92	964,0	82	0,0370
91	964,6	81	0,0364
90	965,3	80	0,0356
89	966,0	79	0,0349
88	966,6	78	0,0343
87	967,3	77	0,0335
86	968,0	76	0,0328
85	968,6	75	0,0321
84	969,3	74	0,0314
83	969,9	73	0,0307
82	970,5	72	0,0301
81	971,2	71	0,0294
80	971,8	70	0,0287
79	972,4	69	0,0281
78	973,0	68	0,0274
77	973,6	67	0,0268
76	974,2	66	0,0262
75	974,8	65	0,0256
74	975,4	64	0,0249
73	976,0	63	0,0243
72	976,6	62	0,0237
71	977,2	61	0,0230
70	977,8	60	0,0224
69	978,3	59	0,0219
68	978,9	58	0,0213
67	979,4	57	0,0207
66	980,0	56	0,0201
65	980,5	55	0,0196
64	981,1	54	0,0190
63	981,6	53	0,0184
62	982,2	52	0,0178
61	982,7	51	0,0173
60	983,2	50	0,0168
59	983,7	49	0,0163
58	984,2	48	0,0158
57	984,7	47	0,0152
56	985,2	46	0,0147
55	985,7	45	0,0142
54	986,2	44	0,0137
53	986,6	43	0,0133
52	987,1	42	0,0128
51	987,6	41	0,0123
50	988,0	40	0,0118
49	988,5	39	0,0113
48	988,9	38	0,0109
47	989,4	37	0,0104
46	989,8	36	0,0100
45	990,2	35	0,0096
44	990,6	34	0,0092
43	991,0	33	0,0088
42	991,4	32	0,0084
⩽41	991,8	⩽31	0,0080

2. Obliczenie użytkowej pojemności naczynia przeponowego z rezerwą eksploatacyjną
Pojemność użytkowa naczynia wzbiorczego przeponowego, obliczona według wymagań normy PN-B-02414:1999, jest najmniejszą pojemnością pozwalającą na przejęcie przyrostu objętości wody wywołanego eksploatacyjnymi zmianami jej temperatury.
Zgodnie z postanowieniami normy nie zabrania się dobierania naczynia z większą pojemnością użytkową.

W celu prowadzenia prawidłowej eksploatacji instalacji celowe jest powiększenie minimalnej pojemności użytkowej o rezerwę na ubytki wody powstałe podczas jej obsługi eksploatacyjnej, np. niezbędny spust wody podczas wymiany elementu instalacji, dodatkowe odpowietrzenie instalacji itp.

- **użytkowa pojemność naczynia wzbiorczego przeponowego z rezerwą eksploatacyjną (V_{uR})**

$$V_{uR} = V_u + V \cdot E \cdot 10 \qquad [3.14]$$

gdzie:
V_{uR} – użytkowa pojemność naczynia wzbiorczego przeponowego z rezerwą, [dm^3],
V_u – pojemność użytkowa naczynia wzbiorczego przeponowego obliczona wg wzoru [3.12],
V – pojemność instalacji ogrzewania wodnego [m^3],
E – ubytki eksploatacyjne wody instalacyjnej między uzupełnieniami, w % pojemności instalacji ogrzewania wodnego; zaleca się przyjmować od 0,5 do 1%,
10 – współczynnik przeliczeniowy.

- **ciśnienie wstępne pracy instalacji (p_R)**

Żeby wypełnić w naczyniu rezerwową pojemność, ciśnienie na poziomie króćca powinno być wyższe niż ciśnienie wstępne w naczyniu wzbiorczym przeponowym. Tę wartość ciśnienia nazwano ciśnieniem wstępnym pracy instalacji.

$$p_R = \left[\frac{p_{max} + 1}{1 + \frac{V_u}{V_{uR}\left[\frac{p_{max}+1}{p_{max}-p}\right]}} \right] - 1\ [bar] \qquad [3.15]$$

gdzie:
p_R – ciśnienie wstępne pracy instalacji,
p_{max} – maksymalne obliczeniowe ciśnienie w naczyniu wzbiorczym, [bar],
p – ciśnienie wstępne w naczyniu wzbiorczym, [bar],
V_u – minimalna pojemność użytkowa naczynia, [dm^3],
V_{uR} – pojemność użytkowa naczynia z rezerwą, [dm^3],

- **całkowita pojemność naczynia wzbiorczego przeponowego, z uwzględnieniem użytkowej pojemności naczynia z rezerwą**

$$V_{nR} = V_{uR} \cdot \frac{p_{max} + 1}{p_{max} - p_R}\ [dm^3] \qquad [3.16]$$

gdzie:
V_{nR} – pojemność całkowita naczynia wzbiorczego przeponowego uwzględniająca jego pojemność użytkową z rezerwą,
V_{uR} – użytkowa pojemność naczynia z rezerwą,[dm^3],
p_{max} – maksymalne obliczeniowe ciśnienie w naczyniu, [bar],
p_R – ciśnienie wstępne w instalacji, [bar].

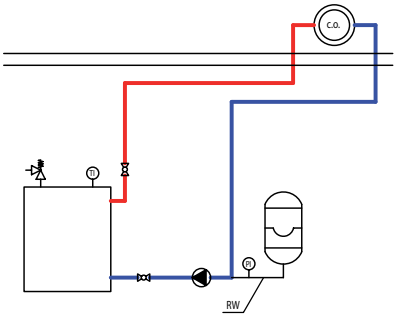
■ Stosowanie kilku naczyń wzbiorczych przeponowych

Polska Norma [2.9] dopuszcza zastąpienie pojedynczego naczynia kilku jednakowymi naczyniami wzbiorczymi przeponowymi z hermetyczną przestrzenią gazową. Naczynia te należy połączyć równolegle.
Łączna pojemność użytkowa tych naczyń, powinna być równa lub większa niż pojemność użytkowa obliczona dla instalacji według wzoru [3.12].
Ciśnienie wstępne i maksymalne ciśnienie obliczeniowe w naczyniach należy przyjmować, tak jak dla zastosowania naczynia pojedynczego.
Króćce przyłączne naczyń połączonych równolegle powinny być umieszczone na tym samym poziomie. Dopuszczono połączenie przestrzeni gazowych naczyń połączonych równolegle, jeżeli łączone przestrzenie gazowe w naczyniach znajdują się w każdym z nich nad przestrzenią wodną i na przewodach łączących zostanie zamontowana armatura odcinająca, umożliwiająca odcięcie przestrzeni gazowej każdego z naczyń.

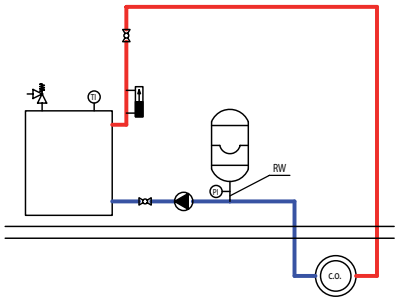
■ Usytuowanie przeponowego naczynia wzbiorczego

Naczynie wzbiorcze powinno być umieszczone w pomieszczeniu źródła ciepła lub pomieszczeniu przylegającym, w łatwo dostępnym miejscu. W uzasadnionych przypadkach dopuszczono umieszczenie naczynia w innym pomieszczeniu. Temperatura pomieszczenia, w którym umieszczono naczynie, powinna być nie niższa niż +5°C.

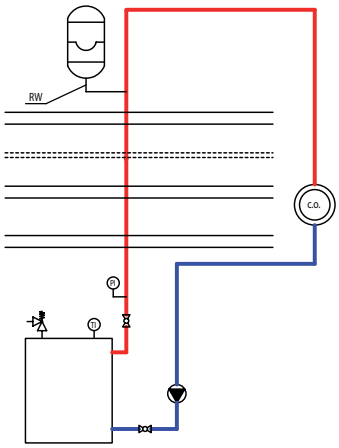
■ Przykładowe schematy zainstalowania przeponowych naczyń wzbiorczych wg PN-B-02414:1999



Rys. 3.6. Schemat zabezpieczenia instalacji z naczyniem wzbiorczym przeponowym na powrocie

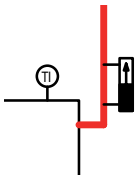


Rys. 3.7. Schemat zabezpieczenia instalacji znajdującej się poniżej kotła, z naczyniem wzbiorczym przeponowym na powrocie

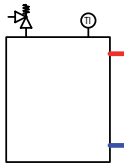


Rys. 3.8. Schemat zabezpieczenia instalacji z naczyniem wzbiorczym przeponowym na zasileniu

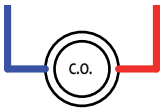
Oznaczenia na rysunkach:



zabezpieczenie kotła przed zbyt niskim poziomem wody



wymiennik ciepła lub kocioł wyposażony w zabezpieczenie przed przekroczeniem dopuszczalnej temperatury wody



część wewnętrzna instalacji centralnego ogrzewania wraz
z jej częścią zewnętrzną, jeżeli część zewnętrzna występuje



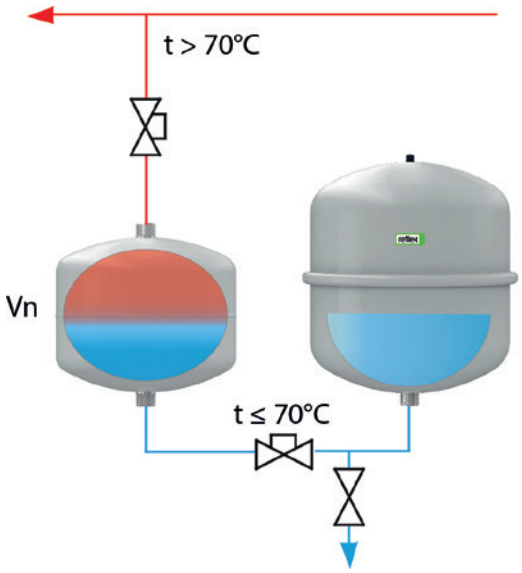
rura wzbiorcza d

■ Zastosowanie zbiorników pośrednich Reflex V

Zbiornik pośredni V chroni membranę naczynia wzbiorczego przed zbyt wysoką lub zbyt niską temperaturą. Zgodnie z normą DIN 4807 T3 i EN 13831 temperatura nieprzerwanej pracy membrany naczynia przeponowego nie może przekraczać 70°C. W instalacjach wody chłodzącej należy z kolei unikać temperatury ≤ 0°C.

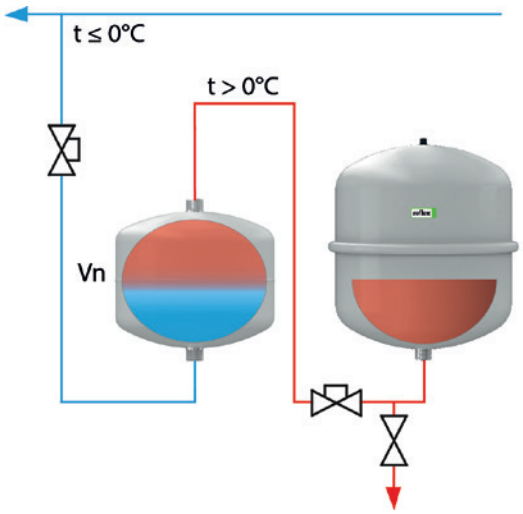
W instalacjach grzewczych i solarnych

Z reguły temperatura na powrocie w instalacji grzewczej wynosi ≤ 70°C. Wówczas nie ma potrzeby montażu zbiornika pośredniego. Gdy temperatura na powrocie instalacji (w miejscu montażu naczynia wzbiorczego) jest wyższa niż 70°C, należy przed naczyniem wzbiorczym zainstalować zbiornik pośredni.



W obiegach chłodzących

Jeśli temperatura w miejscu montażu naczynia wzbiorczego wynosi 0°C lub mniej, zaleca się montaż zbiornika pośredniego przed naczyniem wzbiorczym.

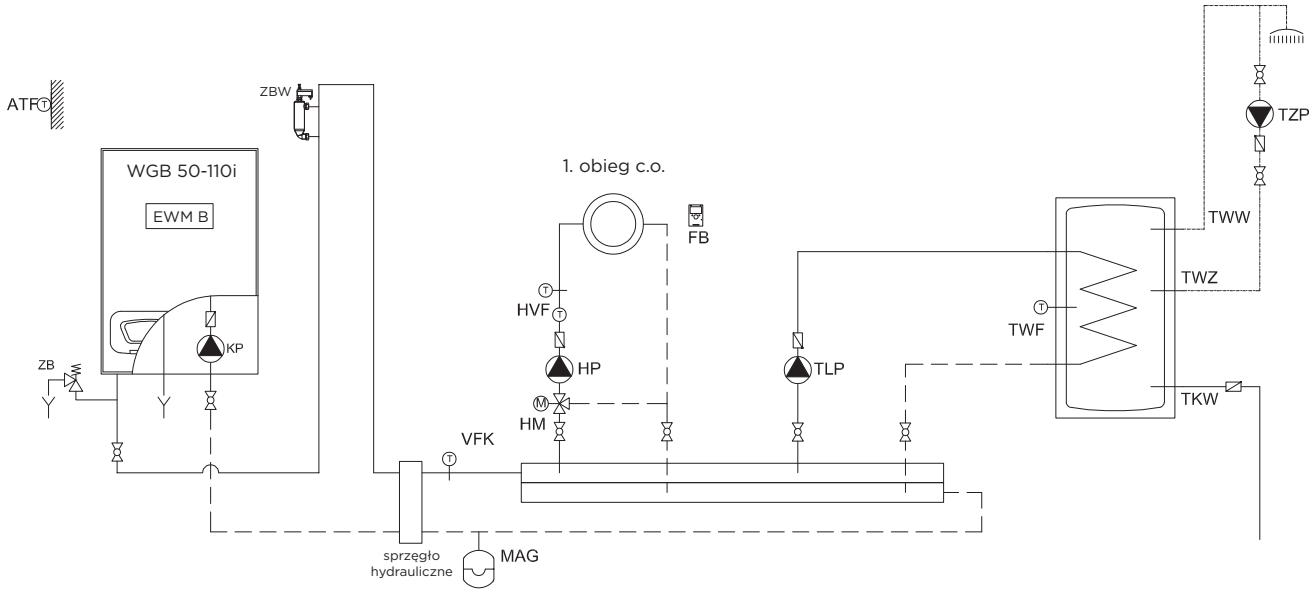


Dobór zbiornika pośredniego

Aby określić potrzebną pojemność zbiornika pośredniego (V_n) należy skorzystać z oprogramowania Reflex Solutions Pro (RSP), dostępnego pod adresem rsp.reflex.de/pl.
Po podaniu temperatury na zasilaniu i powrocie, pojemności całej instalacji oraz ciśnienia statycznego i ciśnienia otwarcia zaworu bezpieczeństwa program ustala współczynnik, pozwalający na określenie prawidłowej pojemności zbiornika pośredniego. Współczynnik ten jest uzależniony od rozszerzalności czynnika w układzie oraz odnosi się do proporcji temperatury powrotu i zasilania instalacji.
Program RSP dobierając naczynie wzbiorcze zabezpieczające instalację, wskaże, że dla podanych temperatur czynnika wymagane jest zastosowanie zbiornika pośredniego, a następnie automatycznie dobierze zarówno naczynie przeponowe, jak i zbiornik pośredni.

■ Przykładowy schemat zainstalowania przeponowych naczyń wzbiorczych z hermetyczną przestrzenią gazową firmy REFLEX w instalacjach z kotłami Brötje - instalacja jednokotłowa.

Schemat (rys. 3.9.) przedstawia jednofunkcyjny kocioł wiszący, kondensacyjny typoszeregu WGB 50-110i, z jednym obiegiem c.o. z zaworem mieszającym i obiegiem ładowania podgrzewacza c.w.u. Wbudowana pompa obiegowa (wyposażenie dodatkowe) tłoczy wodę przez sprzęgło hydrauliczne, które stale zapewnia przepływ wody przez kocioł i stabilną pracę instalacji.
Kotły WGB 50-110i nie posiadają zabudowanego naczynia wzbiorczego. Każdorazowo należy obliczyć pojemność naczynia wzbiorczego wymaganą przez PN [2.9].
W przypadku urządzeń z zabudowanym naczyniem wzbiorczym należy sprawdzić czy jego pojemność jest wystarczająca do projektowanej instalacji.



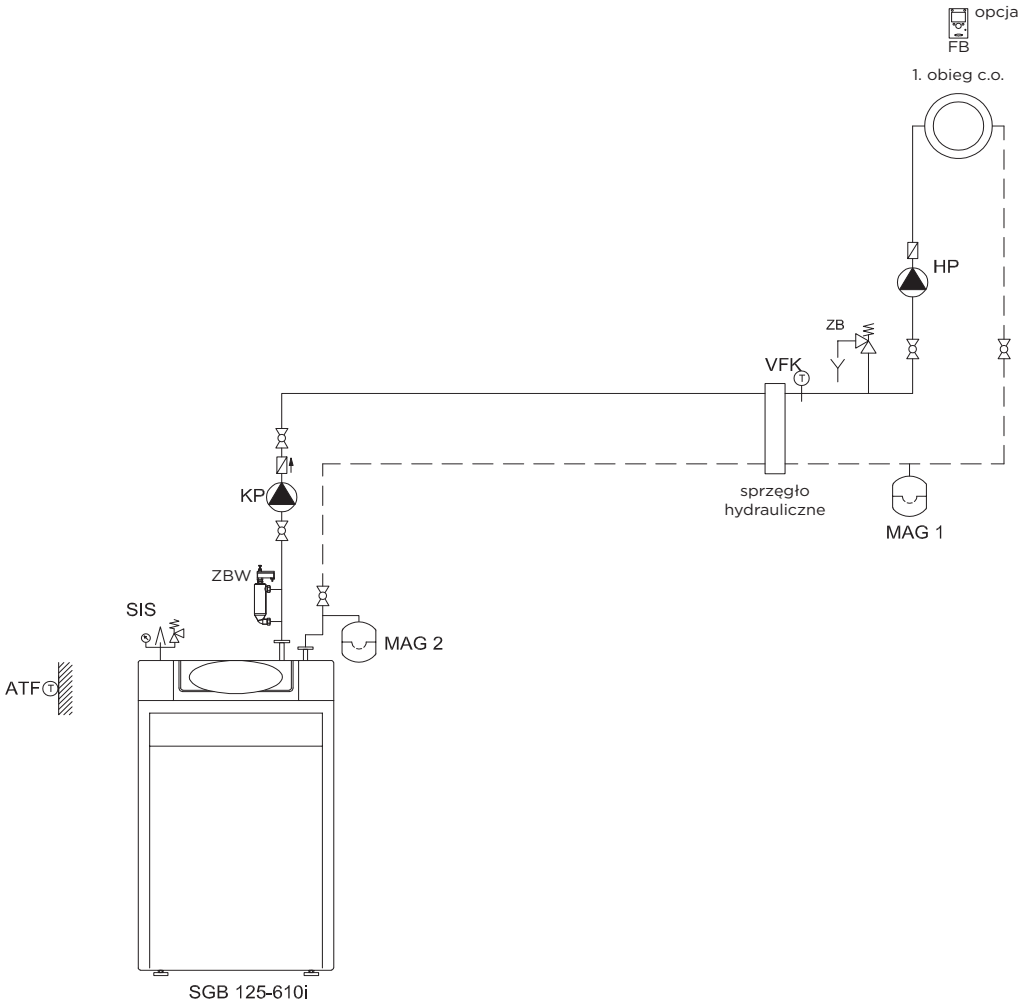
Rys. 3.9. Układ z jednym kotłem wiszącym jednofunkcyjnym [3.1.]

ZB – zawór bezpieczeństwa*
KP – pompa kotłowa*
MAG – przeponowe naczynie wzbiorcze*
VFK – zanurzeniowy czujnik temp. na zasilaniu sprzęgła (UF6 C)*
HP – pompa obiegowa c.o.*
HM – zawór mieszający obiegu c.o.*
TLP – pompa ładująca podgrzewacz c.w.u.*
TZP – pompa cyrkulacyjna c.w.u.*
TKW – zimna woda pitna
TWW – ciepła woda użytkowa
TWZ – cyrkulacja c.w.u.
ATF – czujnik temperatury zewnętrznej
EWM B – moduł dla jednego obiegu c.o. z zaworem mieszającym*
HVF – czujnik zasilania obiegu c.o. (dostawa z modułem EWM B)
TWF – czujnik temperatury c.w.u. WWF*
FB – regulator pokojowy*
ZBW – zabezpieczenie stanu wody* (wytyczne dotyczące stosowania zabezpieczenia stanu wody zostały opisane w punkcie 3.8.2.5.)

* wyposażenie dodatkowe

UWAGA: w celu doboru wymaganej automatyki i niezbędnego osprzętu należy skontaktować się z Działem Doradztwa Technicznego BIMs PLUS.

Schemat (rys. 3.10.) przedstawia kocioł stojący, kondensacyjny typoszeregu SGB 125-610i, z jednym obiegiem c.o. i sprzęgłem hydraulicznym (lub wymiennikiem ciepła). Kotły SGB nie posiadają zabudowanego naczynia wzbiorczego.



Rys. 3.10. Układ z jednym kotłem stojącym kondensacyjnym [3.1.]

SIS – grupa bezpieczeństwa*
- SIS 1 – SGB 125 do 170 (z zaworem bezpieczeństwa)
- SIS 2 – SGB 215 do 300 (z zaworem bezpieczeństwa)
- SIS 3 – SGB 400 do 610 (**UWAGA!** Nie zawiera zaworu bezpieczeństwa)

KP – pompa kotłowa*
MAG 1 – przeponowe naczynie wzbiorcze*
MAG 2 – przeponowe naczynie wzbiorcze* (wymagane w przypadku zastosowania wymiennika ciepła zamiast sprzęgła hydraulicznego)
ZB – zawór bezpieczeństwa* (wymagane w przypadku zastosowania wymiennika płytowego zamiast sprzęgła hydraulicznego)
VFK – zanurzeniowy czujnik temp. na zasilaniu sprzęgła (UF6 C)*
HP – pompa obiegowa c.o.*
ATF – czujnik temperatury zewnętrznej
FB – regulator pokojowy*
ZBW – zabezpieczenie stanu wody* (wytyczne dotyczące stosowania zabezpieczenia stanu wody zostały opisane w punkcie 3.8.2.5.)

* wyposażenie dodatkowe

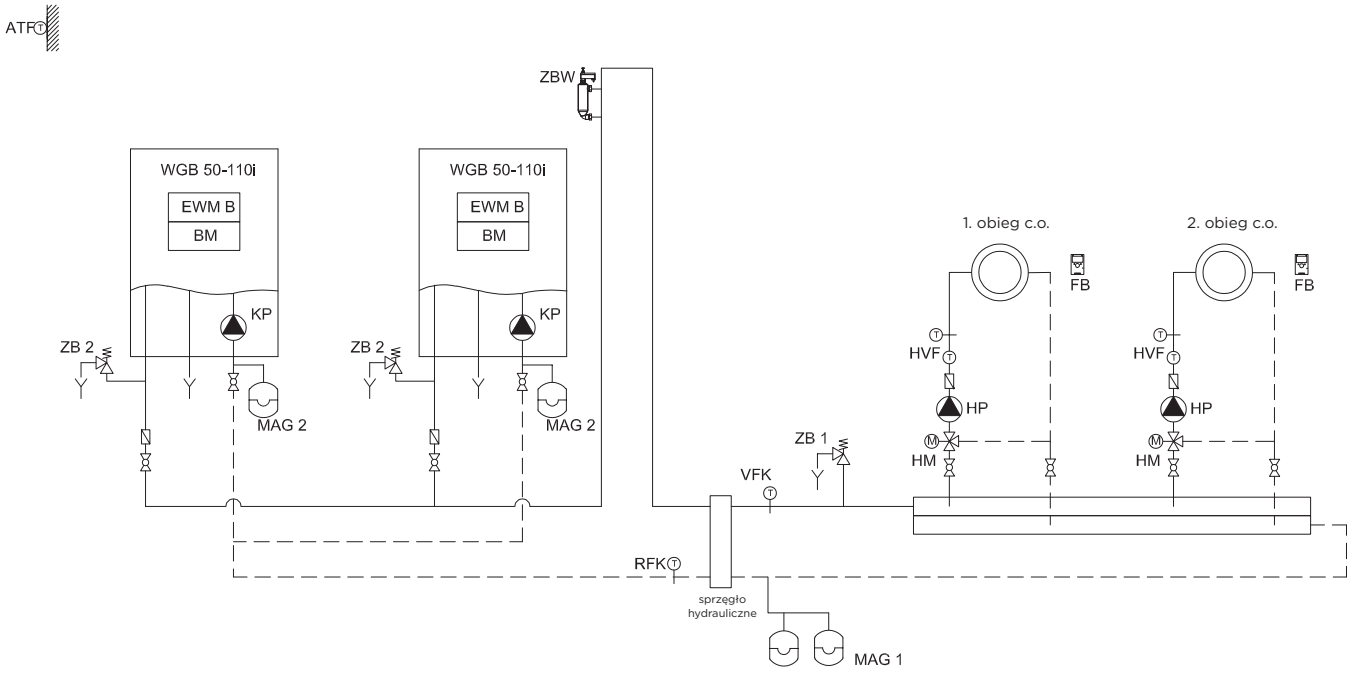
UWAGA: W celu doboru wymaganej automatyki i niezbędnego osprzętu należy skontaktować się z Działem Doradztwa Technicznego BIMs PLUS.

■ Przykładowy schemat zainstalowania przeponowych naczyń wzbiorczych z hermetyczną przestrzenią gazową firmy Flamco w instalacjach z kotłami Brötje - instalacja wielokotłowa.

Schemat (rys. 3.11) przedstawia wielokotłową instalację wiszących kotłów kondensacyjnych typoszeregu WGB 50 - 110i bez własnych naczyń wzbiorczych z wbudowanymi pompami kotłowymi (wyposażenie dodatkowe) w układzie ze sprzęgłem hydraulicznym. Układ taki ma zastosowanie przy większym zapotrzebowaniu ciepła, w celu zwiększenia pewności dostarczenia ciepła i utrzymaniu wysokiej sprawności instalacji, przy obciążeniach częściowych.
Firma Brötje wymaga stosowania sprzęgła hydraulicznego w instalacjach wielokotłowych. Szczegółowe omówienie stosowania sprzęgła hydraulicznego znajduje się w punkcie 3.10.
Ramy do układów kaskadowych z wbudowanym sprzęgłem hydraulicznym do kotłów WGB 50-110i znajdują się w punkcie 3.17.

Istnieje możliwość zarówno oddzielnego zabezpieczenia poszczególnych kotłów ciśnieniowym naczyniem wzbiorczym jak i zbiorcze zabezpieczenie kotłów i instalacji.

Zastosowanie bateryjnego połączenia kilku naczyń wzbiorczych np. Contra-Flex stanowi alternatywę dla dużych naczyń wzbiorczych np. Flexcon M.



Rys. 3.11. Schemat z dwoma kotłami w układzie ze sprzęgłem hydraulicznym [3.1.]

BM – moduł komunikacyjny BUS*
ZB 2 - zawór bezpieczeństwa*
KP – pompa kotłowa*
MAG 2 – przeponowe naczynie wzbiorcze* (wymagane w przypadku zastosowania wymiennika ciepła zamiast sprzęgła hydraulicznego)
MAG 1 – przeponowe naczynie wzbiorcze*
ZB 1 – zawór bezpieczeństwa* (wymagane w przypadku zastosowania wymiennika płytowego zamiast sprzęgła hydraulicznego)
VFK – zanurzeniowy czujnik temp. na zasilaniu sprzęgła (UF6 C)*
RFK – przylgowy czujnik temperatury na powrocie kaskady (UAF6 C)*
HP – pompa obiegowa c.o.*
HM – zawór mieszający obiegu c.o.*
EWM B – moduł dla jednego obiegu c.o. z zaworem mieszającym*
HVF – czujnik zasilania obiegu c.o. (dostawa z modułem EWM B)
ATF – czujnik temperatury zewnętrznej
FB – regulator pokojowy*
ZBW – zabezpieczenie stanu wody* (wytyczne dotyczące stosowania zabezpieczenia stanu wody zostały opisane w punkcie 3.8.2.5.)

* wyposażenie dodatkowe

UWAGA: W celu doboru wymaganej automatyki i niezbędnego osprzętu należy skontaktować się z Działem Doradztwa Technicznego BIMs PLUS.

3.8.2.3. Rura wzbiorcza

■ **Wewnętrzna średnica rury wzbiorczej d, powinna wynosić co najmniej:**

$$d = 0{,}7\sqrt{V_u}\ [mm] \qquad [3.17]$$

w którym:
V_u – wg. wzoru [3.12],
0,7 – współczynnik przeliczeniowy,
lecz nie mniej niż 20 mm.

W przypadku równoległego połączenia kilku naczyń wzbiorczych przeponowych średnica wewnętrzna rury wzbiorczej powinna być równa lub większa niż średnica wewnętrzna rury wzbiorczej, obliczeniowej wg. wzoru [3.17], dla łącznej pojemności użytkowej naczyń wzbiorczych, które połączone są z instalacją ogrzewania przez rurę wzbiorczą.
Rura wzbiorcza powinna być prowadzona ze spadkiem w jednym kierunku, do lub od naczynia. Odcinki poziome rury powinny mieć spadek co najmniej 5‰.

■ **Podłączenie przeponowego naczynia wzbiorczego i rury wzbiorczej do instalacji ogrzewania wodnego**
Naczynie wzbiorcze powinno być podłączone przez rurę wzbiorczą do powrotnego lub zasilającego, zbiorczego przewodu instalacji. Zaleca się podłączenie do zbiorczego przewodu powrotnego instalacji.
Dopuszcza się podłączenie naczynia wzbiorczego do innego przewodu powrotnego lub zasilającego instalacji, jeżeli wewnętrzna średnica tego przewodu i jego połączeń ze zbiorczym przewodem powrotnym lub zasilającym instalacji są nie mniejsze niż średnica rury wzbiorczej, a połączeń tych nie można w czasie pracy instalacji odcinać ani zmniejszać ich przekroju wewnętrznego. W instalacji pompowej z pompą obiegową na powrocie zaleca się podłączenie naczynia wzbiorczego po stronie ssawnej pompy.
Dopuszcza się inne miejsce podłączenia naczynia pod warunkiem:
- zabezpieczenia naczynia przed wpływem wysokiej temperatury wody instalacyjnej,
- zapewnienia podczas pracy pompy obiegowej niewystępowania w żadnym punkcie instalacji, ciśnienia niższego niż ciśnienie atmosferyczne.

3.8.2.4. Zabezpieczenie przed przekroczeniem dopuszczalnej temperatury wody

Zgodnie z normą PN-B-02414:1999 powołaną w WT:
Źródło ciepła (kocioł lub wymiennik ciepła) powinno być wyposażone w układ zabezpieczenia przed przekroczeniem dopuszczalnej temperatury wody w instalacji ogrzewania.
Jeżeli układ zabezpieczenia wymaga zasilania w energię elektryczną, to przy braku dopływu prądu powinien on wyłączyć dopływ paliwa lub energii elektrycznej do kotła albo wyłączyć zasilanie wodą sieciową wymiennika ciepła.

Zgodnie z WUDT/UC//KW/04 – punkt 2.3.1:
Kocioł wodny powinien być wyposażony w ogranicznik temperatury wody na wylocie z kotła. Ogranicznik temperatury powinien powodować awaryjne wyłączenie kotła tak, aby temperatura wody nie przekroczyła o więcej niż 20°C temperaturę dopuszczalną kotła. Należy uwzględnić oddziaływanie cieplne obmurza i osłon.

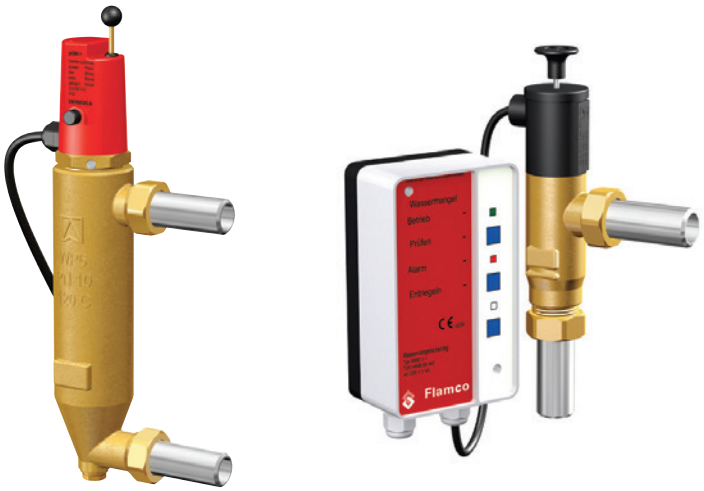
■ **Regulator temperatury wody (termostat)**

Zgodnie z WUDT/UC//KW/04 – punkt 2.2.1:
Kocioł powinien być wyposażony w regulator temperatury. Zakres pracy regulatora nie powinien przekraczać najwyższej dopuszczalnej temperatury.

3.8.2.5. Zabezpieczenie kotła przed zbyt niskim poziomem wody

Zgodnie z normą PN-B-02414:1999 powołaną w WT:
Kotły w źródle ciepła o mocy powyżej 100 kW powinny być wyposażone w układ automatycznego wyłączenia kotła przy spadku poziomu wody w instalacji ogrzewania, poniżej poziomu króćca przewodu odprowadzającego wodę z kotła (przewodu zasilającego instalację ogrzewania).
Jeżeli źródło ciepła umieszczone jest na kondygnacji znajdującej się wyżej niż rzędna połowy wysokości instalacji, układ zabezpieczenia należy stosować bez względu na moc źródła ciepła.
Jeżeli układ zabezpieczenia wymaga zasilania w energię elektryczną, to przy braku dopływu prądu powinien on wyłączyć dopływ paliwa lub energii elektrycznej do kotła.

Zgodnie z WUDT/UC//KW/04 – punkt 2.3.2:
Kocioł wodny lub zespół kotłów o łącznej mocy większej niż 100 kW, należy wyposażyć w ogranicznik, powodujący odcięcie dopływu paliwa, gdy wystąpi brak wody na poziomie króćca rury odprowadzającej wodę z kotła.



Rys. 3.12. Zabezpieczenie kotła przed niskim poziomem wody Flamco: mechaniczne WMS 800 oraz elektroniczne WMS-E [3.72.]

3.8.2.6. Ogranicznik ciśnienia

Norma PN-EN 12828+A1:2014-05 mówi, że każde źródło ciepła o nominalnej mocy cieplnej większej od 300 kW powinno być wyposażone w ogranicznik ciśnienia. W przypadku, gdy źródło ciepła nie jest fabrycznie wyposażone w ogranicznik ciśnienia, urządzenie takie powinno być zamontowane w instalacji jak najbliżej źródła ciepła. W przypadku kotłów Brötje SGB 400-610i takie wymagania spełnia grupa bezpieczeństwa SIS 3 SGB.

3.8.2.7. Osprzęt instalacji i urządzeń zabezpieczających

Instalacja powinna być wyposażona w urządzenia kontrolno-pomiarowe, wskazujące co najmniej temperaturę wody instalacyjnej na zasilaniu oraz ciśnienie w instalacji.
Jeżeli sposób prowadzenia rury wzbiorczej nie umożliwia jej samoczynnego odpowietrzania lub odwadniania do instalacji ogrzewania, rurę wzbiorczą należy wyposażyć w odpowiedni osprzęt:
- armaturę odpowietrzającą samoczynnie rurę wzbiorczą,
- armaturę spustową, umożliwiającą opróżnienie przestrzeni wodnej naczynia wzbiorczego.

Dopuszcza się wyposażenie rury wzbiorczej w zawór obsługowy. Najmniejsza powierzchnia przekroju przepływu zaworu obsługowego powinna być nie mniejsza niż wymagana powierzchnia przekroju wewnętrznego rury wzbiorczej.
Zawór obsługowy powinien być skutecznie zabezpieczony przed możliwością odcięcia naczynia wzbiorczego instalacji ogrzewania przez osoby nie upoważnione i może pełnić rolę armatury spustowej na rurze wzbiorczej.

3.8.2.8. Dodatkowe zabezpieczenie kotłowni z kotłami opalanymi paliwami gazowymi, o mocy cieplnej powyżej 60 kW

■ Sygnalizacja stężenia gazu

W kotłowni powinien znajdować się sygnalizator akustyczny informujący użytkowników budynku o przekroczeniu dopuszczalnego stężenia paliwa gazowego, które może wynosić nie więcej niż 10% dolnej granicy wybuchowości mieszaniny gazu z powietrzem. Zaleca się połączenie sygnalizatora akustycznego z układem automatycznego odcięcia dopływu gazu do kotłowni. Zawór powinien być umieszczony na zewnątrz kotłowni, w skrzynce z kurkiem głównym.

■ Zawory zamykające w instalacji gazowej

Instalacja zasilania gazem powinna być uzbrojona w armaturę zamykającą zamontowaną:

- na dopływie do każdego kotła,
- wewnątrz kotłowni na wspólnym dopływie do wszystkich kotłów,
- na zewnątrz budynku na dopływie gazu do kotłowni.

Powinna być możliwa ręczna obsługa wspólnych odcięć dopływu gazu, wewnątrz i na zewnątrz budynku.

■ Indywidualna instalacja gazowa

Instalacja gazowa doprowadzająca gaz do kotłowni powinna być przeznaczona tylko do zasilania kotłów.

3.8.2.9. Inne zalecane zabezpieczenia

■ Zabezpieczenie przed zanikiem ciągu kominowego

- Zaleca się aby kotły z palnikami inżektorowymi miały zabezpieczenie na wypadek zaniku ciągu kominowego. Zabezpieczenie to powinno wyłączyć kocioł awaryjnie w czasie nie krótszym niż 30 s i nie dłuższym niż 300 s od chwili zaniku ciągu kominowego. Wszystkie kotły o mocy powyżej 60 kW powinien mieć takie zabezpieczenie.
- W przypadku zainstalowania elektronicznego lub elektromechanicznego układu sterowania palnikiem, dopuszcza się powtórne próby uruchomienia kotła bez udziału obsługi serwisowej. Czas między próbami uruchomienia kotła nie może być krótszy niż 5-krotny czas zadziałania urządzenia zabezpieczającego.

■ Naczynie przeponowe dla poszczególnych jednostek kotłowych

W przypadku instalacji, w których obieg kotłowy może być odcięty przez zawory automatycznej regulacji od obiegu instalacyjnego, w którym znajduje się wzbiorcze naczynie przeponowe, należy po stronie kotłowej również umieścić naczynie wzbiorcze.

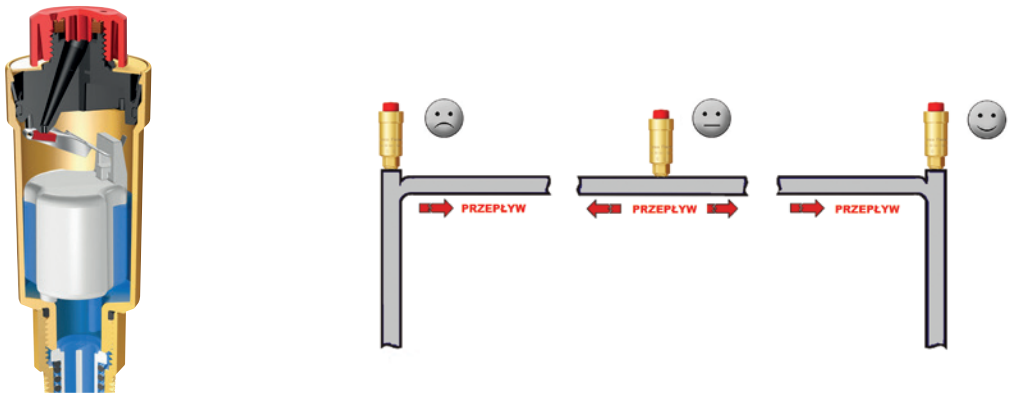
■ Odpowietrzenie instalacji

Odpowietrzenie wody jest jednym z ważniejszych warunków poprawnej pracy instalacji. Powietrze w wodzie instalacyjnej wpływa na obniżenie efektywności pracy kotła, powoduje zapowietrzanie się grzejników, szumy i głośną pracę instalacji oraz przyspiesza zużycie wirników pomp i jest przyczyną korozji kotła.
Chcąc skutecznie zapobiegać tym zjawiskom należy zapewnić odpowiednie ciśnienie w systemie, aby zminimalizować przenikanie powietrza z zewnątrz. Z tego powodu ważny jest właściwy dobór parametrów pracy naczynia wzbiorczego.
Jeżeli instalacja wykonana jest z przewodów z tworzywa sztucznego, należy zwrócić uwagę, aby były to przewody uniemożliwiające dyfuzję powietrza atmosferycznego do wody instalacyjnej.
W zamkniętych obiegach właściwie wykonanych, z dobrze działającym wzbiorczym naczyniem przeponowym, powietrze nie przedostaje się do instalacji w sposób bezpośredni, jednak podczas napełniania i uzupełniania złądu mamy do czynienia z doprowadzeniem wody świeżej, która niesie ze sobą pewną ilość powietrza.



Rys. 3.13. Wykonania odpowietrzników w zależności od ich szczególnego zastosowania: grzejniki płaskie, solary, grzejniki łazienkowe, wysokie ciśnienia [3.72.]

Dlatego ważne jest aby zainstalować w każdym punkcie instalacji, gdzie może gromadzić się powietrze – odpowietrznik automatyczny; np.: Flexvent, który posiada dodatkowe zabezpieczenia przed zalaniem w postaci higroskopijnych pierścieni blokujących ewentualne wycieki z odpowietrznika wywołane na przykład blokującymi mechanizm pływaka zanieczyszczeniami w zładzie.
Optymalnym miejscem na instalowanie odpowietrzników są górne zakończenia pionów, oraz miejsca gdzie w wyniku prowadzenia rurociągów góra-dół może dochodzić do powstania zatoru powietrznego. Jak dowiedziono na podstawie badań, najmniej odpowiednim punktem do umiejscowienia odpowietrznika ze względu na skuteczność jego działania jest początek odcinka poziomego rurociągu, a najbardziej korzystne miejsce, to koniec tego odcinka, gdzie strumień rozpoczyna wędrówkę w dół.



Rys. 3.14. Zasada działania odpowietrznika automatycznego Flexvent i zlecane miejsce jego montażu w instalacji [3.72.]

■ Separacja powietrza

Odpowietrzniki nie są w stanie skutecznie usunąć z instalacji powietrza pod każdą postacią. Pewna ilość powietrza krąży w układzie w postaci mikropęcherzyków transportowanych przez strumień wody. Gdy w instalacji trudno jest zapewnić odpowietrzanie w każdym wymagającym tego miejscu, rozwiązaniem jest zastosowanie separatora powietrza. Dodatkowo separator powietrza oferuje wyższy stopień eliminacji gazów niż odpowietrznik automatyczny. Prawidłowe umiejscowienie separatora, to jest w strumieniu głównym i w punkcie o najwyższej dostępnej temperaturze, dzięki wysokiej skuteczności jego działania często umożliwia centralne odpowietrzanie całej instalacji. Dzieje się tak dlatego, ponieważ skutecznie odgazowana z mikropęcherzyków podgrzana ciecz, gdy tylko ochłodzi się w dalszej części instalacji, staje się zgodnie z prawami fizyki nienasycona gazowo i samoistnie absorbuje wolne gazy. Działanie takie może być szczególnie przydatne w przypadku instalacji podłogowych również z rurami o niepełnej szczelności tlenowej, które trudno odpowietrza się podczas eksploatacji.
W górnej części separatora, znajduje się odpowietrznik automatyczny, który odpowiada za usunięcie nagromadzonego powietrza.

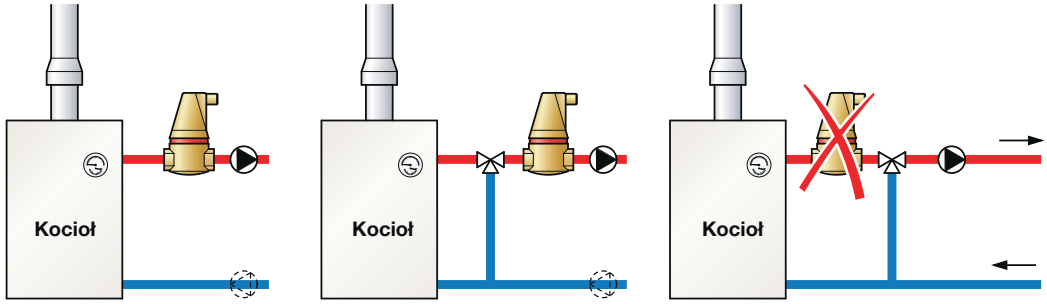


Rys. 3.15. Separator powietrza XStream Vent, Flamcovent Smart, Flamcovent Smart F (izolacja Flamcovent IsoPlus jest wyposażeniem dodatkowym) [3.72.]

Montując separator powietrza w instalacjach centralnego ogrzewania, należy lokalizować go na zasilaniu, możliwie blisko źródła ciepła. Jeśli instalacja ma wiele obiegów, ważne jest, aby przez urządzenie przepływał największy dostępny strumień obętościowy, tak by separacja powietrza dotyczyła możliwie największego obszaru.

W separatorach XStream Vent i Flamcovent Smart obrotowa głowica pozwala na dowolny montaż w instalacji (w pionie lub poziomie). Separatory Flamco mają również swoje zastosowanie w instalacjach glikolowych o stężeniu glikolu do 50% i w zakresie temperatury czynnika od -10°C do 120°C. Ponieważ regułą staje się, że każdy odpowietrznik i separator przygotowany jest do współpracy również z mieszankami glikolowymi, możliwe jest ich stosowanie np. instalacjach zabezpieczonych czynnikiem przed zamarzaniem lub chłodniczych.
Gotowe w zestawie lub występujące jako wyposażenie izolacje umożliwiają minimalizację strat termicznych.

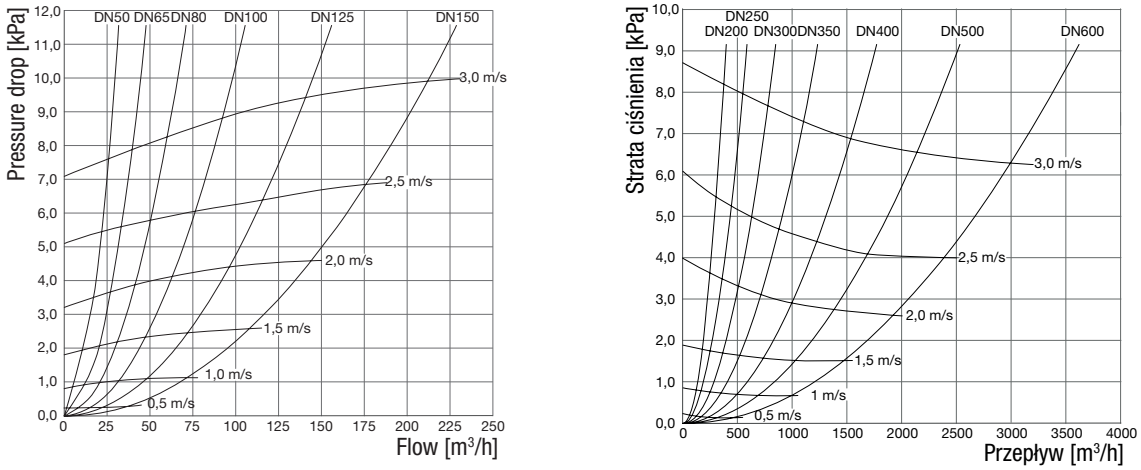
Duże separatory w wykonaniu stalowym przeznaczone są dla instalacji przemysłowych również o podwyższonych parametrach ciśnieniowych.



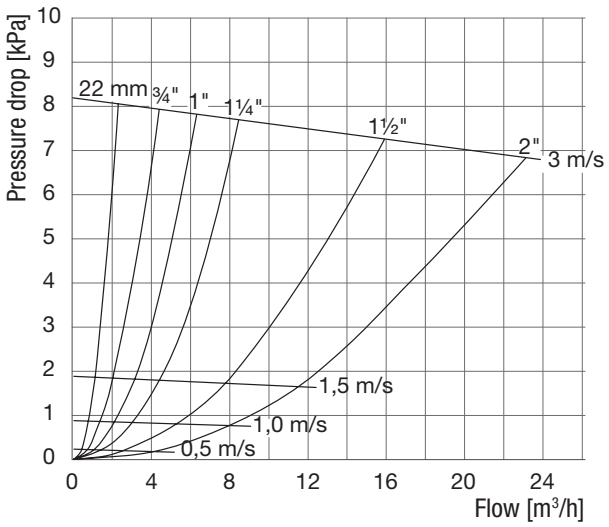
Rys. 3.16. Zalecane miejsce montażu separatora powietrza Flamco XStream Vent w instalacji c.o. [3.72.]

Na skuteczność separacji zgodnie z prawem Henry'ego ma również wpływ ciśnienie (im niższe – tym lepiej). Separator korzystniej jest więc umieszczać tam, gdzie panuje niskie ciśnienie dynamiczne, to jest przed pompą obiegową, co dodatkowo sprzyja jej ochronie. Jednak przy szczególnie niskich ciśnieniach statycznych (np. około 1 bara) należy unikać montażu bezpośrednio obok pompy, ponieważ ciśnienie strony ssawnej może wówczas osiągać ujemne wartości. Podciśnienie w separatorze uniemożliwi pracę jego odpowietrznika, a w skrajnym przypadku przy braku zaworu antyzapowietrzeniowego, narazi instalację na podsysanie powietrza.

Przy doborze separatora powietrza decydującym kryterium jest prędkość przepływu. Dla separatorów adsorpcyjnych Flamcovent Smart nie powinna ona przekraczać 1,5 m/s.



Rys. 3.17. Diagram doboru separatora powietrza Flamcovent Smart F [3.72.]



Rys. 3.18. Diagram doboru separatora powietrza Flamcovent Smart [3.72.]

■ Odgazowanie próżniowe

Skuteczność odgazowania próżniowego

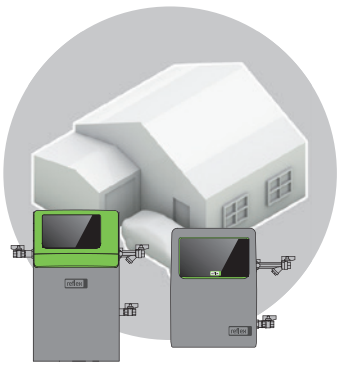
Proces odgazowania próżniowego pozwala na eliminację do 90% gazów rozpuszczonych w wodzie. Odgazowanie próżniowe z dyszą rozpylającą zalicza się do najbardziej efektywnych technologii dostępnych na rynku.

Skuteczność działania wynika z procesu rozpylania czynnika w próżni, dzięki czemu są usuwane zarówno pęcherzyki powietrza, jak również gazy rozpuszczone. Nie jest ona uzależniona od ciśnienia statycznego instalacji. Gazy usuwane są zbiorczo w wodzie obiegowej i uzupełniającej – uzupełniany czynnik jest odgazowany przed wprowadzeniem do instalacji, przy czym czynnik jest uzupełniany automatycznie. Proces usuwania gazów z instalacji jest zoptymalizowany dzięki zróżnicowanym programom odgazowania (praca ciągła lub okresowa). Skuteczna eliminacja gazów, w tym rozpuszczonych i skuteczne usuwanie tlenu zapewnia warunki ograniczające procesy korozyjne w instalacji i zwiększa efektywność wymiany ciepła

Odgazowanie próżniowe znajduje zastosowanie w instalacjach dowolnej wielkości

Odgazowanie próżniowe stosuje się w instalacjach każdej wielkości, gdzie czynnikiem jest woda lub mieszanina wodno-glikolowa o stężeniu glikolu 25%-50% (instalacje grzewcze i chłodnicze, także instalacje ogrzewania płaszczyznowego).

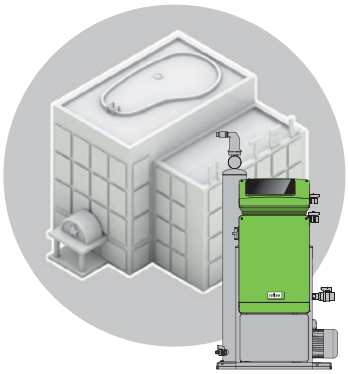
- domy jednorodzinne
- przedszkola
- instalacje ogrzewania podłogowego
- hotele
- budynki biurowe
- budynki użyteczności publicznej
- budynki mieszkalne
- zakłady produkcyjne
- galerie handlowe
- duże biurowce



Servitec S, Servitec Mini

Ciśnienie do 4,5 bar

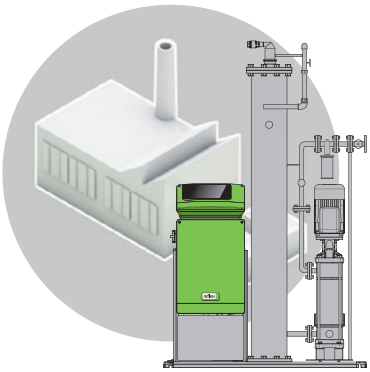
Pojemność instalacji do 6 m³



Servitec 35 – 120

Ciśnienie do 9 bar

Pojemność instalacji do 220 m³



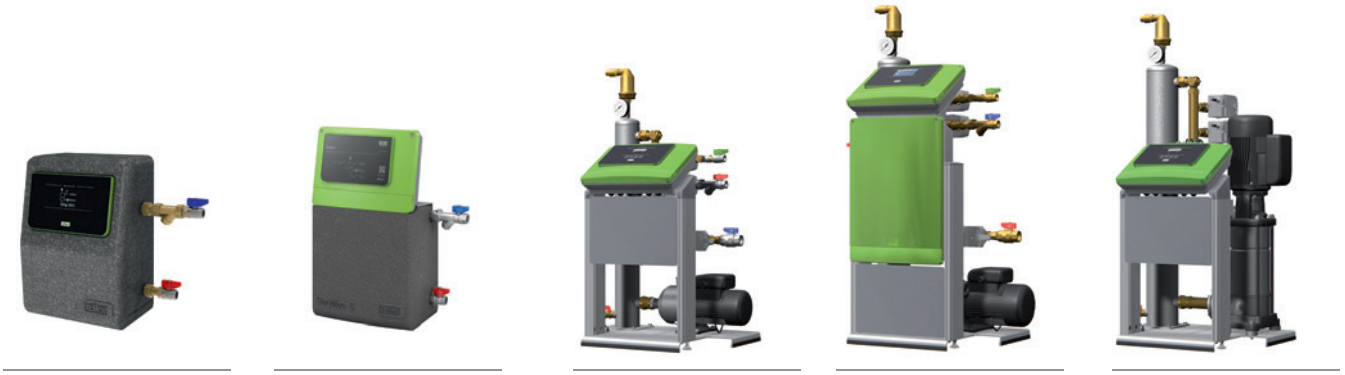
Servitec – układy specjalne

Ciśnienie >9 bar

Pojemność instalacji >220 m³

Zasada działania odgazowania próżniowego Reflex Servitec

Część strumienia wody obiegowej jest pobierana z instalacji i zostaje poddana odgazowaniu w rurze próżniowej.
Za wytworzenie próżni w pionowej rurze odpowiada pompa. Woda pozbawiona gazów jest ponownie wprowadzona do instalacji. Sterowane automatycznie zawory kulowe dbają o ciągły przepływ wody, niezależnie od ciśnienia panującego w instalacji. Połączenie procesu rozpryskiwania wody i dużej powierzchni rozprysku prowadzi do uwolnienia rozpuszczonych gazów, które następnie są usuwane przez odpowietrznik.

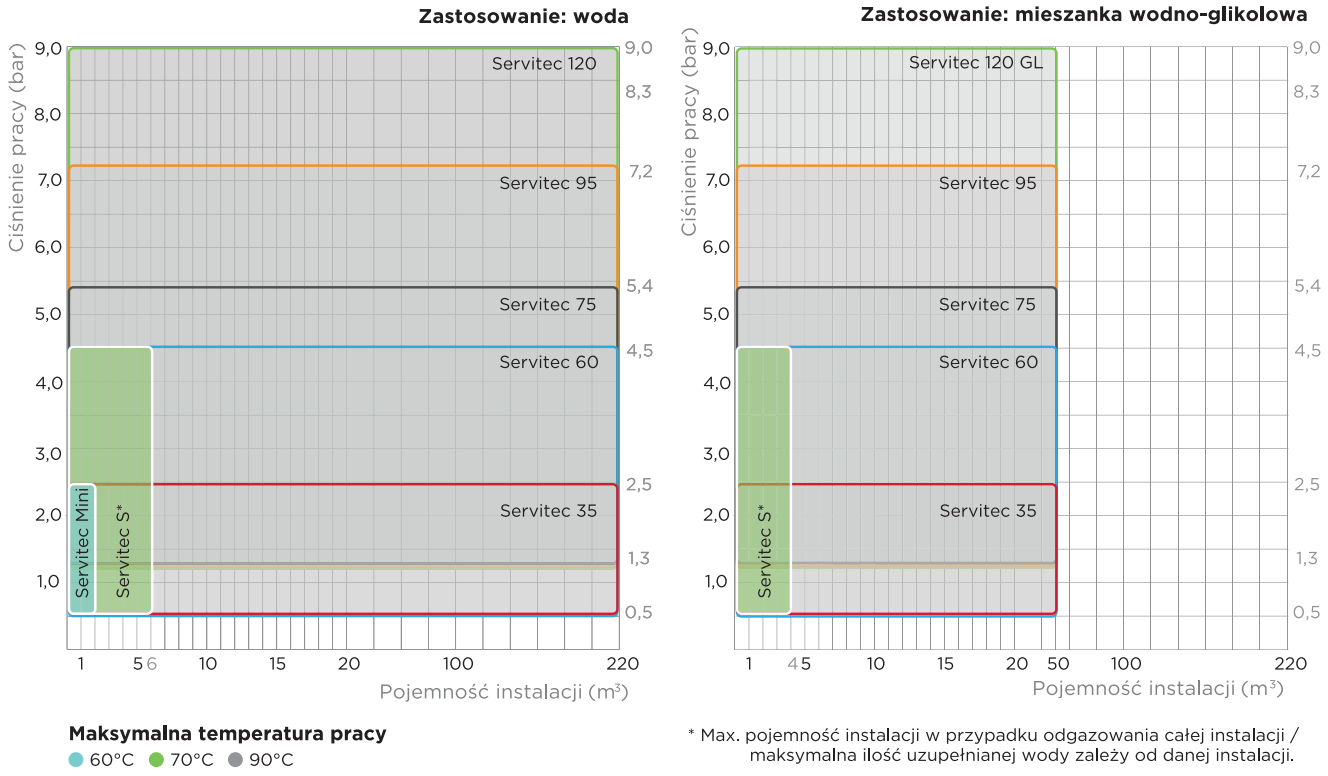


Servitec Mini | Servitec S | Servitec 35 Control Basic | Servitec 60 Control Touch | Servitec 95 Control Basic

Rys. Urządzenia odgazowujące próżniowo Servitec firmy Reflex [3.74.]

Dobór właściwego układu

Układ odgazowania próżniowego dobierany jest w oparciu o maksymalne ciśnienie pracy w instalacji, pojemność instalacji oraz wymaganą wydajność uzupełniania. Najwygodniejszą metodą jest skorzystanie z oprogramowania do doboru udostępnianego przez producenta urządzenia, np. Reflex Solutions Pro [rsp.reflex.de/pl].



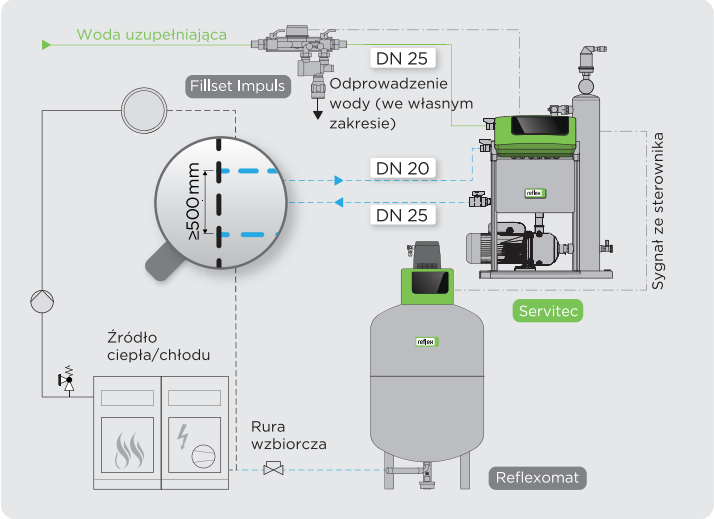
* Max. pojemność instalacji w przypadku odgazowania całej instalacji / maksymalna ilość uzupełnianej wody zależy od danej instalacji.

Rys. 3.20. Wykres doboru urządzenia do odgazowania próżniowego Servitec – odrębnie dla instalacji wodnej oraz wodno-glikolowej (25%-50% glikolu) [3.74.]

Sposób podłączenia automatycznego układu odgazowania próżniowego do instalacji

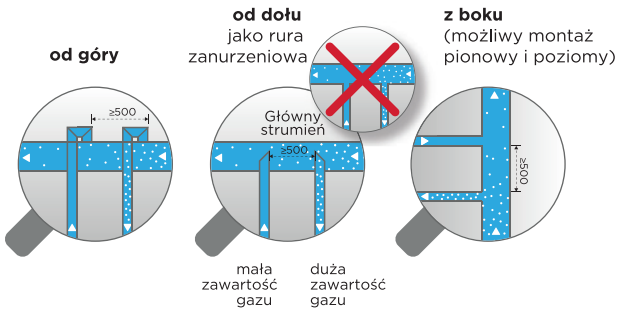
Układ odgazowania próżniowego należy podłączyć hydraulicznie do instalacji. Podłączenie układu Servitec do instalacji należy wykonać na powrocie oraz przed ewentualnym punktem domieszania wody na powrocie. Montaż w głównym strumieniu wody obiegowej gwarantuje, że odgazowanie przebiega optymalnie. Jednostka sterująca zasilana jest energią elektryczną.

Schemat instalacji



Rys. 3.21. Schemat instalacji z urządzeniem Servitec firmy Reflex [3.74.]

Podłączenie hydrauliczne

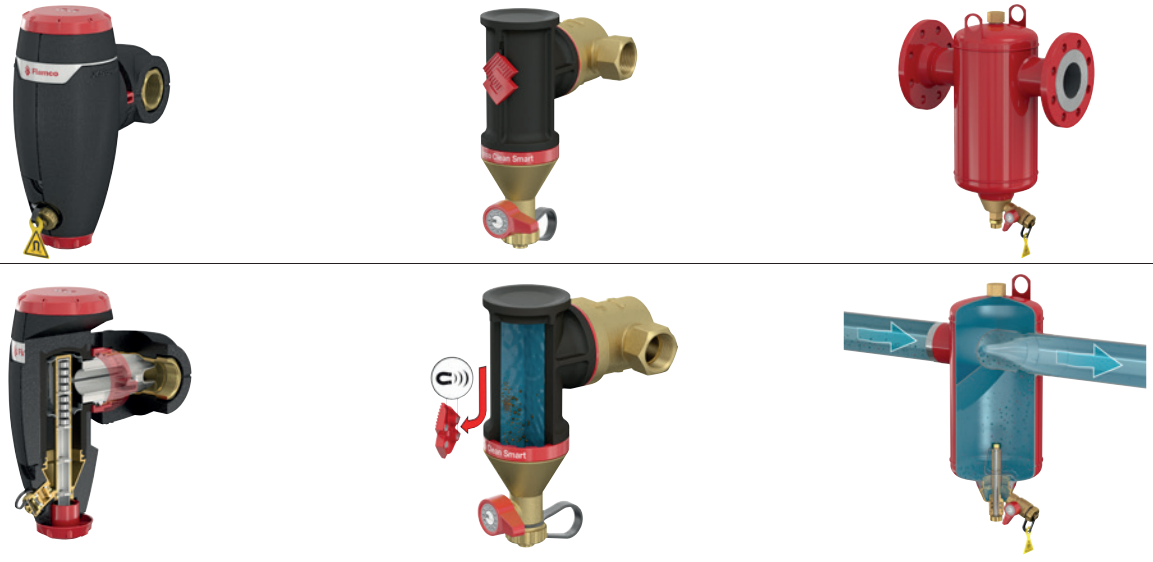


Rys. 3.22. Podłączenie hydrauliczne urządzenia Servitec firmy Reflex [3.74.]

- Podłączenie należy wykonać od góry, z boku lub od dołu jako rura zanurzeniowa.
- Nie wolno podłączać przewodów od dołu na styk z rurą główną (ze względu na zanieczyszczenia).
- Należy zachować minimalny odstęp 500 mm pomiędzy punktami podłączenia.
- Należy uwzględnić kierunek przepływu.

■ Separacja osadu

Ważnym zadaniem podczas eksploatacji instalacji jest wychwycenie, a następnie usunięcie, stałych zanieczyszczeń obecnych w zładzie. Zanieczyszczenia te, to zarówno wniesione z wodą lub niewypłukane z wnętrza elementów instalacji zanieczyszczenia pierwotne ale również te, które powstają w wyniku stale zachodzących reakcji chemicznych, w tym korozji. Aby pozbyć się niebezpiecznych dla żywotności kosztownych elementów systemu jak wymienniki ciepła, pompy czy zawory elektromagnetyczne, a utrudniających transfer ciepła cząsteczek, najczęściej na powrocie z instalacji montuje się separatory zanieczyszczeń, od najprostszych odmulaczy czy wymagających dużej uwagi filtrów po wysokowydajne i wychwytujące nawet niewielkie drobiny separatory wyposażone w silny magnes, który skutecznie przyciąga namagnesowane cząsteczki (ferromagnetyki). Takimi separatorami zanieczyszczeń są Flamco XStream Clean i Flamco Clean Smart. Separatory Flamco mogą być wykorzystane w instalacjach glikolowych o stężeniu glikolu do 50% i w zakresie temperatury czynnika od -10°C do 120°C. W dolnej części separator osadu wyposażony jest w zawór spustowy, którym usuwany jest nagromadzony osad.



Rys. 3.23. Separatory zanieczyszczeń XStream Clean, Flamco Clean Smart i Flamco Clean Smart F (izolacja Flamco Clean IsoPlus jest wyposażeniem dodatkowym) [3.72.]

Jeśli istnieje taka potrzeba, w instalacji stosować można urządzenia oferujące jednoczesną separację powietrza i osadu. W instalacji grzewczej urządzenie takie jak Flamcovent Clean Smart znajdzie się odpowiednio na zasilaniu lub powrocie, w zależności od tego, czy z maksymalną skutecznością chcemy odpowietrzać, czy oczyszczać instalację.



Rys. 3.24. Separatory powietrza i zanieczyszczeń Flamco XStream Vent-Clean, Flamcovent Clean Smart i Flamcovent Clean Smart F (izolacja Flamcovent Clean IsoPlus jest wyposażeniem dodatkowym)[3.72.].

Dobór separatorów powietrza i zanieczyszczeń przebiega tutaj na podstawie tych samych wykresów, jakie stosowane są przy wyborze separatorów powietrza.

■ Termometr spalin
Termometr spalin służy do określenia temperatury gazów spalinowych na wylocie z kotła. Znając temperaturę spalin na wyjściu z kotła określoną przez producenta dla nominalnej mocy, możemy ocenić czystość kotła.

3.9. Pompy

3.9.1. Wprowadzenie dotyczące wymagań energetycznych - Ekoprojekt

Dyrektywa Unii Europejskiej dotycząca produktów zużywających energię (Energy using Products - w skrócie EuP), wprowadzona w życie 1 stycznia 2013 Rozporządzeniem Komisji Europejskiej nr 641/2009, określiła wymagania energetyczne dla bezdławnicowych pomp obiegowych w instalacjach grzewczych. O czym warto pamiętać, rozporządzenie nie dotyczy pomp cyrkulacyjnych instalacji ciepłej wody.

Wprowadzony został nowy wskaźnik efektywności energetycznej EEI (Energy Efficiency Index) zastępujący dotychczas stosowane klasy energetyczne. Wartość wskaźnika powinna być zamieszczana w kartach katalogowych i na tabliczkach znamionowych pomp.
Wymagana wielkość wskaźnika EEI od 1 stycznia 2013 wynosiła 0.27, a od 1 sierpnia 2015 wynosi 0,23.
Do obrotu dopuszczone będą tylko te pompy, dla których wartość EEI będzie mniejsza lub równa wartości granicznej. Przy wstępnym doborze typów pomp należy sprawdzić czy oferowane przez producenta pompy spełniają wymogi Ekoprojektu.

3.9.2. Charakterystyka instalacji rurowej

Straty ciśnienia przy przepływie przez instalację oblicza się ze wzoru Darcy-Weisbacha, sumując straty liniowe i miejscowe wszystkich odcinków i elementów rozpatrywanego obiektu. Wzór ten w układzie SI ma postać:

$$\Delta p_{ob} = \sum(RI) + \sum\left(\vartheta \frac{w^2}{2}\rho\right) [Pa] \qquad [3.18]$$

gdzie:
R - opór jednostkowy przewodu, [Pa/m]
l - długość odcinka przewodu, [m]
ϑ - współczynnik oporu miejscowego
ρ - gęstość wody, [kg/m^3]
w - prędkość przepływu wody w przewodzie, [m/s]

Można przy obliczaniu strat ciśnienia opory miejscowe zastąpić prostymi odcinkami rurociągów, które będą miały taką długość, że strata ciśnienia na nich będzie równa stracie zastępowanemu oporowi miejscowemu.
Wówczas wzór [3.18] możemy przedstawić w formie uproszczonej:

$$\Delta p_{ob} = \lambda \cdot \frac{l}{d} \cdot \frac{w^2}{2} \cdot \rho \ [Pa] \qquad [3.19]$$

gdzie:
λ - współczynnik oporu hydraulicznego, zwany też współczynnikiem Darcy [bezwymiarowy]
l - długość przewodu z uwzględnieniem długości zastępczych oporów miejscowych, [m]
d - średnica przewodu, [m]
w - prędkość przepływu wody w przewodzie, [m/s]
ρ - gęstość wody, [kg/m^3]

Przyjęto też podawanie w hydraulice wysokości ciśnienia w metrach (słupa wody), wówczas wzór Darcy-Weisbacha przybiera następującą postać:

$$\Delta H_L = \lambda \cdot \frac{l}{d} \cdot \frac{w^2}{2g} \ [m] \qquad [3.20]$$

gdzie:
ΔH_L - strata wysokości ciśnienia w rurociągu
g - przyspieszenie ziemskie = 9,81 m/s^2
λ - współczynnik oporu hydraulicznego [bezwymiarowy]
l - długość przewodu z uwzględnieniem długości zastępczych oporów miejscowych, [m]
d - średnica przewodu, [m]

Podawane też jest ciśnienie w metrach słupa wody wg zależności:

1 mH_2O~10 kPaAby wykreślić charakterystykę rurociągu należy określić zależność między przepływem wody a wysokością strat ciśnienia. Otrzymamy to podstawiając do wzoru [3.20] zależność wynikającą z warunku ciągłości ruchu:

$$w = \frac{q_v}{A} \ [m/s] \qquad [3.21]$$

gdzie:
q_V - przepływ wody [m^3/s]
A - powierzchnia przekroju przewodu [m^2]

W przypadku rurociągów o przekroju kołowym równanie [3.21] wygląda następująco:

$$w = \frac{4 \cdot q_v}{\pi \cdot d^2} \ [m/s] \qquad [3.22]$$

gdzie:
q_V - przepływ wody [m^3/s]
d - średnica wewnętrzna przewodu [m]

Po wstawieniu równania [3.22] do równania [3.20] i po uproszczeniu otrzymujemy wyrażenie:

$$\Delta H_L = \lambda \cdot \frac{0{,}81 \cdot l}{d^5 \cdot g} \cdot q_v^2 \ [m] \qquad [3.23]$$

z którego wynika, że wysokość strat ciśnienia zależy od kwadratu strumienia. Proporcja tej zależności jest uwarunkowana rodzajem materiału z jakiego wykonany jest rurociąg i jego geometrią, co widać z budowy wzoru.

Wzór [3.23] można przedstawić za pozycją literatury [3.14] w postaci:

$$\Delta H_L = C \cdot l \cdot q_v^2 = S \cdot q_v^2 \ [m] \qquad [3.24]$$

Przy czym:

oporność jednostkowa tzn. przypadająca na jednostkę długości przewodu $C = \frac{\lambda \cdot 0{,}81}{d^5 \cdot g}$

oporność hydrauliczna przewodu o długości l $S = C \cdot l$

Wzór [3.24] można zapisać w postaci:

$$q_v^{\,2} = \frac{\Delta H_L}{S} \qquad [3.25]$$

Pierwiastkując stronami otrzymujemy wyrażenie:

$$q_v = \sqrt{\frac{\Delta H_L}{S}} \qquad [3.26]$$

Wprowadzając pojęcie przewodności (przepustowości) rurociągu o długości l jako $N = \frac{1}{\sqrt{S}}$ wzór [3.26] przybiera postać:

$$q_v = N\sqrt{\Delta H_L} \quad \text{lub} \quad \Delta H_L = \left(\frac{q_v}{N}\right)^2$$

Widoczna jest wyraźnie analogia pomiędzy przepustowością rurociągu N, a współczynnikiem przepływu zaworu regulacyjnego k_v.

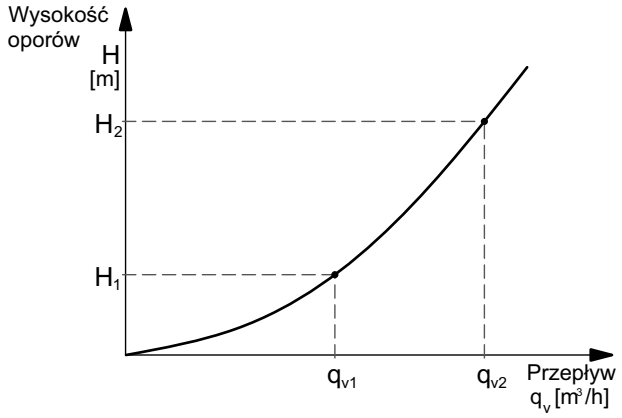
Dla sporządzenia charakterystyki rurociągu (względnie instalacji) musimy najpierw obliczyć wysokość strat ciśnienia przy założonym przepływie. Pozwoli to nam na znalezienie współczynnika przepustowości rurociągu (względnie instalacji) ze wzoru:

$$N = \frac{q_v}{\sqrt{\Delta H_L}} \qquad [3.27]$$

Co z kolei umożliwi nam znalezienie poszczególnych punktów paraboli stanowiącej wykres charakterystyki rurociągu (rys. 3.26) wg zależności

$$\Delta H_L = \left(\frac{q_v}{N}\right)^2 \qquad [3.28]$$

Trzeba przy tym pamiętać, że w instalacjach grzewczych pomijana jest wysokość geometryczna między wlotem i wylotem wody do rurociągu, gdyż początek obiegu leży w tym samym miejscu, co jego koniec.
Nie zwalnia to jednak od zapewnienia w instalacji takiego rozkładu ciśnienia, aby w pompie nie występowało zjawisko kawitacji. Ponadto trzeba w obliczeniach przyjmować odpowiednie jednostki, tak aby wysokość ciśnienia otrzymać w metrach słupa wody, a przepływ w m^3/h, gdyż dla takich parametrów podawane są przez producentów charakterystyki pomp.

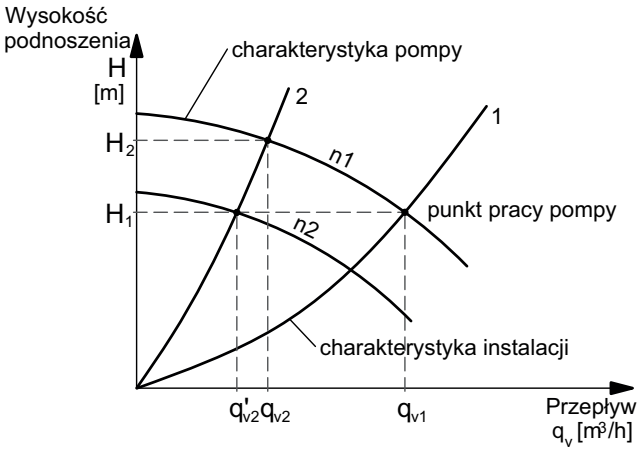


Rys. 3.26. Charakterystyka rurociągu/ instalacji

Stosunek strat ciśnienia w rurociągu odpowiada kwadratowi ilorazu przepływów.

$$\frac{H_1}{H_2} = \left(\frac{q_{v1}}{q_{v2}} \right)^2 \qquad [3.29]$$

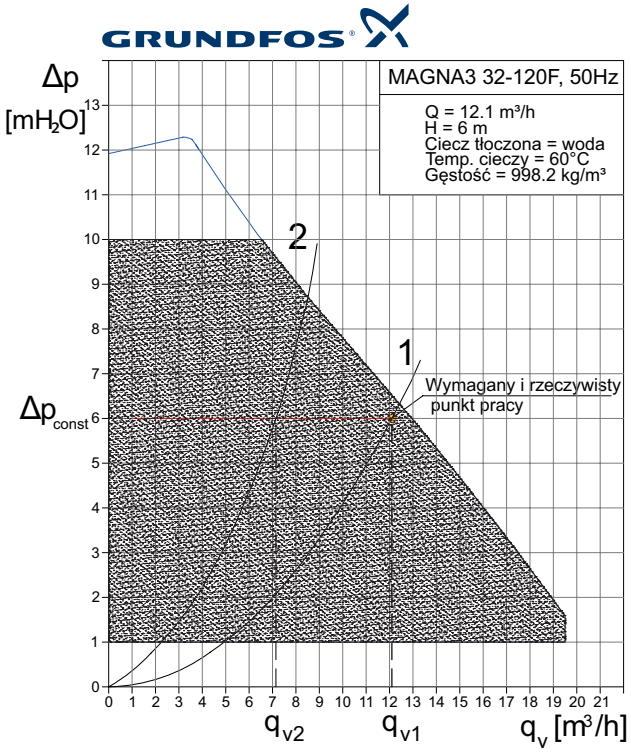
3.9.3. Charakterystyka pomp



Rys. 3.27. Charakterystyka pompy o stałych obrotach

Wysokość podnoszenia pompy jest zawsze tak duża jak wysokość oporów przepływu wody przez instalację, czyli punkt przecięcia się charakterystyk pompy i instalacji wyznacza punkt pracy pompy.
Instalacja obliczana jest dla maksymalnego zapotrzebowania na ciepło ogrzewanego obiektu, tj. przy nominalnych temperaturach zewnętrznych wg PN-B-02403:1982 [2.7].
Charakterystykę instalacji dla takich warunków obrazuje na rysunku 3.27 krzywa nr 1. Termostatyczne zawory regulacyjne przy grzejnikach przymykające się z chwilą mniejszego zapotrzebowania na ciepło powodują wzrost oporów przepływu w instalacji, wówczas charakterystyka instalacji przybiera kształt krzywej nr 2, rys. 3.27.
Pompa w tym przypadku będzie pracować z wysokością podnoszenia H_2. Do czasu wprowadzenia pomp elektronicznych, stosowane były dwa sposoby chroniące pompy przed nadmierną wysokością podnoszenia. Jeden to stosowanie pomp o stopniowanych obrotach, najczęściej trzy stopniowych. Na rys. 3.27 nowy punkt pracy znajduje się na charakterystyce pompy o obrotach n2. Nie pokrywa się on z wymaganym przepływem i dlatego oznaczany jest q'_{v2}. Drugi sposób to zastosowanie zaworu upustowego zawracającego nadmiar wody z powrotem do źródła. Na wykresie charakterystyk instalacji i pompy wygląda to tak, że pompa pracuje z obrotami n1 w punkcie przecięcia z charakterystyką instalacji nr 1. Do instalacji płynie strumień odpowiadający wartości q_{v2}, a przez upust strumień $q_{v1} - q_{v2}$.
Dążąc do oszczędności energii elektrycznej wydatkowanej na pracę pompy, skonstruowano pompy z elektroniczną, płynną regulacją obrotów. Stwarzają one w stosunku do pomp o stałych obrotach, większe możliwości regulacji oraz zmniejszenie kosztów eksploatacji. Regulacja ta osiągana jest przez zmianę prędkości obrotowej wirnika, co można uzyskać przez wyposażenie silnika elektrycznego agregatu pompowego w przetwornicę częstotliwości prądu sterowaną np. elektronicznym przetwornikiem różnicy ciśnień montowanym na rurociągach. Są też rozwiązania gdzie przetwornik jest zintegrowany z agregatem pompowym (np. MAGNA 3 firmy Grundfos).
Pompy w wykonaniu elektronicznym można nastawiać na rodzaje regulacji: Δp - c (constans) o stałej różnicy ciśnień oraz Δp - v (variable) o zmiennej różnicy ciśnień, nazywanym też trybem proporcjonalnym.

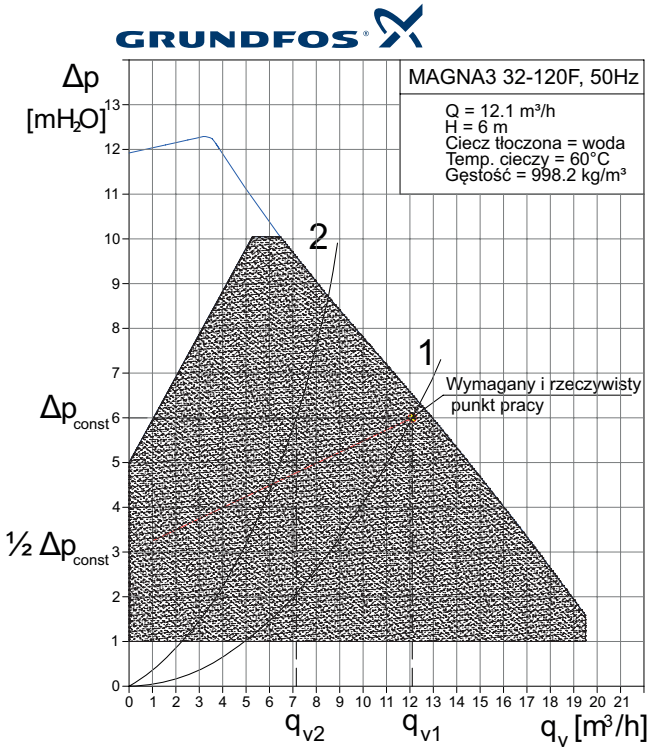
Na rys. 3.28 Przedstawiono charakterystykę pompy o stałej różnicy ciśnień (regulacja stałociśnieniowa).



Rys. 3.28. Charakterystyka pompy elektronicznej regulowanej z utrzymaniem stałej różnicy ciśnień
Charakterystyki instalacji: 1 – obliczeniowa, 2 – maksymalnie zdławiona [3.73.]

Przy regulacji stałociśnieniowej utrzymywana jest na pompie stała różnica ciśnienia, niezależnie od przepływu. Oznacza to, że przy spadku ilości przepływającej cieczy , w wyniku dławienia hydraulicznego przez elementy regulacyjne, wydajność pompy dostosowywana jest do rzeczywistego zapotrzebowania poprzez obniżenie prędkości obrotowej. Ten typ regulacji zalecany jest do instalacji o relatywnie małych stratach ciśnienia.

Na rys. 3.29 przedstawiono charakterystykę pompy o zmiennej różnicy ciśnień (regulacja proporcjonalno-ciśnieniowa).



Rys. 3.29. Charakterystyka pompy elektronicznej regulowanej przy regulacji o zmiennej różnicy ciśnień [3.73.]

Regulacja o zmiennej różnicy ciśnień zalecana jest dla instalacji z jedną pompą obiegową. Ponadto korzystna jest ona przy niskim autorytecie odbiorników, czyli przy stosunkowo dużych oporach przepływu w obiegu kotłowym i w sieci rurociągów.

3.9.4. Dane do doboru pomp

3.9.4.1. Informacje ogólne

Dobierana pompa powinna charakteryzować się wydajnością odpowiadającą wymaganemu przepływowi oraz wysokością podnoszenia pozwalającą na pokonanie oporów przepływu czynnika przez instalację.
Przy doborze oprócz uwzględnienia tych dwóch podstawowych parametrów należy również wziąć pod uwagę: dopuszczalną temperaturę pracy, dopuszczalne ciśnienie, napięcie zasilania, sposób połączenia z przewodami oraz wymagane minimalne ciśnienie napływu.

3.9.4.2. Pompy obiegowe systemu grzewczego

Jeżeli znamy straty ciśnienia w instalacji, wówczas wymaganą wysokość podnoszenia pompy obliczamy ze wzoru:

$$H_p = \frac{\Delta p_{ob}}{\rho \cdot g} \ [m] \qquad [3.30]$$

gdzie:
Δp_{ob} - strata ciśnienia przy przepływie tłoczonego czynnika w instalacji, [Pa]
ρ - gęstość tłoczonego czynnika, [kg/m^3].
g - przyspieszenie ziemskie = 9,81 m/s^2,

Znając moc grzewczą instalacji możemy obliczyć wydajność pompy.
Wymaganą objętościową wydajność pompy należy wówczas obliczać ze wzoru:

$$q_v = \frac{\phi_o}{c_w \cdot \rho \cdot (t_z - t_p)} [m^3/h] \quad [3.31]$$

gdzie:
q_v - wydajność pompy, [m^3/h]
Φ_o - obliczeniowe zapotrzebowanie na moc instalacji lub obiegu obsługiwanego przez pompę, [W]
c_w - ciepło właściwe wody = 1,163 Wh/kgK
ρ - gęstość wody, [kg/m^3]
t_z - projektowana temperatura zasilania, [°C]
t_p - projektowana temperatura powrotu, [°C]

Wymaganą masową wydajność pompy należy obliczać ze wzoru:

$$q_m = \frac{\phi_o}{c_w \cdot (t_z - t_p)} [kg/s] \quad [3.32]$$

gdzie:
q_m - wydajność pompy, [kg/s]
Φ_o - obliczeniowe zapotrzebowanie na moc instalacji lub obiegu obsługiwanego przez pompę, [kW]
c_w - ciepło właściwe wody = 4,19 kJ/kgK
t_z - projektowana temperatura zasilania, [°C]
t_p - projektowana temperatura powrotu, [°C]

3.9.4.3. Pompy kotłowe

W większości układów hydraulicznych kotłów firmy Brötje, które są przedmiotem niniejszego poradnika, są wbudowane pompy. W danych technicznych kotłów podane są ciśnienia dyspozycyjne tych pomp w miejscach podłączenia ich do instalacji grzewczej.

W przypadku kotłów, w których nie są wbudowane pompy należy dobrać pompy obiegowe. W danych technicznych kotłów podane są straty ciśnienia w układzie hydraulicznym kotła, który musi pokonać dobierana pompa.
Pompy kotłowe stosowane są w systemach z rozdzielaczami i w systemach wyposażonych w sprzęgło hydrauliczne.

Dobór parametrów pompy wynika bezpośrednio z mocy kotła. W przybliżeniu jej wydajność oblicza się ze wzoru:

$$q_{vP} = k_{PK} \cdot \frac{\Delta t_o}{\Delta t_K} \cdot \frac{\phi_K}{\rho \cdot c_w \cdot \Delta t_K} [m^3/h] \quad [3.33]$$

z zachowaniem warunku:

$$k_{PK} \cdot \frac{\Delta t_o}{\Delta t_K} \geq 1{,}30$$

gdzie:
q_{vP} - wydajność pompy, [m^3/h]
Φ_K - znamionowa moc cieplna kotła, [kW]
Δt_K - różnica temperatur obiegu kotła, [K]
Δt_o - różnica temperatur obiegu grzewczego, [K]
k_{PK} - współczynnik doboru (np. $k_{PK} \geq 0{,}65$, dla: $\Delta t_o / \Delta t_K = 20$)
c_w - ciepło właściwe wody = 1,163 10^{-3} kWh/kgK
ρ - gęstość wody, [kg/m^3]

Jak wynika z wzoru [3.33] pompa kotłowa dobierana jest stosownie do mocy kotła. Wielkość naddatku stanowi stałe podmieszanie, które ciągle stabilizuje temperaturę powrotu podczas pracy instalacji. Istotnym warunkiem takiego doboru są wielkości różnicy temperatury obiegu kotłowego Δt_K oraz obiegów grzewczych Δt_o.

Pompa kotłowa powinna pokonać opór kotła, instalacji od kotła do rozdzielaczy, rozdzielaczy i zaworu upustowego. Stosując pompy o stałych obrotach, przy większej wydajności pomp kotłowych niż sumaryczny przepływ przez odbiorniki, konieczne jest zastosowanie obejścia (spięcia zaworem upustowym) pomiędzy rozdzielaczem zasilającym i powrotnym.
Średnicę obejścia należy dobierać tak, aby w warunkach ekstremalnych – tj. zamknięcie wszystkich mieszaczy obiegów grzewczych przy równoczesnej pracy pomp kotłowych – punkty pracy pomp mieścił się w zakresie charakterystyki podanej przez producenta.

3.9.4.4. Pompy mieszające

Zadaniem pomp mieszających w kotłowniach niskotemperaturowych jest utrzymanie minimalnej temperatury powrotu do kotła zgodnie z wytycznymi producenta. Utrzymanie minimalnej temperatury powrotu do kotła nie dotyczy kotłów kondensacyjnych. Temperatura ta zależy od rodzaju paliwa, typu palnika oraz konstrukcji kotła. Najlepszym rozwiązaniem jest stosowanie indywidualnych pomp mieszających dla każdej jednostki kotłowej. Rozwiązanie takie jest zalecane przez firmę Brötje. Wydajność indywidualnej pompy mieszającej przyjmuje się równą połowie wydajności pompy kotłowej:

$$q_{vPM} = 0{,}5 \cdot q_{vPK} \qquad [3.34]$$

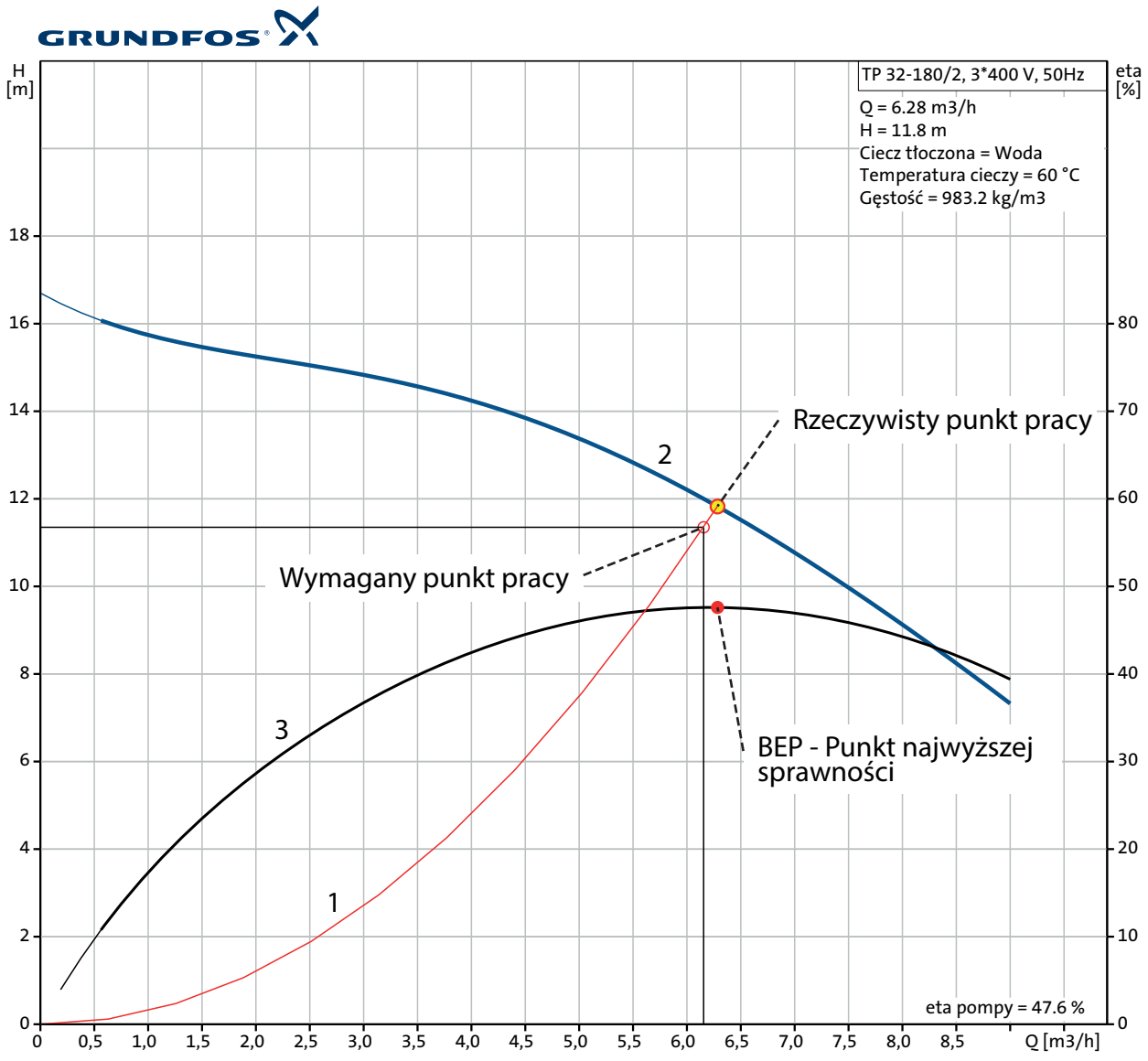
3.9.5 Dobór pomp w oparciu o ich charakterystyki

Na podstawie wymaganego punktu pracy określonego parametrami q_v i H (wg punktu 3.9.4 poradnika) możemy przystąpić do wyboru typu i wielkości pompy.
Poza parametrami hydraulicznymi niezbędna jest również informacja o rodzaju pompowanego medium (np. woda, woda z glikolem) oraz o jego temperaturze roboczej.
Istotna jest również informacja o wymaganej funkcjonalności pompy (pompa stałoobrotowa czy regulowana) co decyduje o wyborze np. pompy elektronicznej.

Krok I Wybór typoszeregu pomp.
W przypadku pomp obiegowych instalacji grzewczych, pomp kotłowych i mieszających mamy do dyspozycji 2 typoszeregi:
- pompy bezdławnicowe,
- pompy dławnicowe.

Wybór pompy bezdławnicowej (np. MAGNA3) ograniczony jest maksymalną mocą silników: do 2500 W i maksymalną temperaturą medium do 110°C. Zasadniczo pompy bezdławnicowe mogą być stosowane do instalacji o maksymalnej wydajności ok. 70 m^3/h i wysokości podnoszenia ok 18 m H_2O.
Warto podkreślić, że w związku z Rozporządzeniem Komisji Europejskiej nr 641/2009, od 1.01.2013, pompy obiegowe bezdławnicowe oferowane są, jako pompy elektroniczne.
Wybór pompy dławnicowej (np. TP/TPE) rozszerza zakres zastosowań nawet do pomp z silnikami 630 kW. Pompy elektroniczne TPE oferowane są z silnikami do 22 kW.

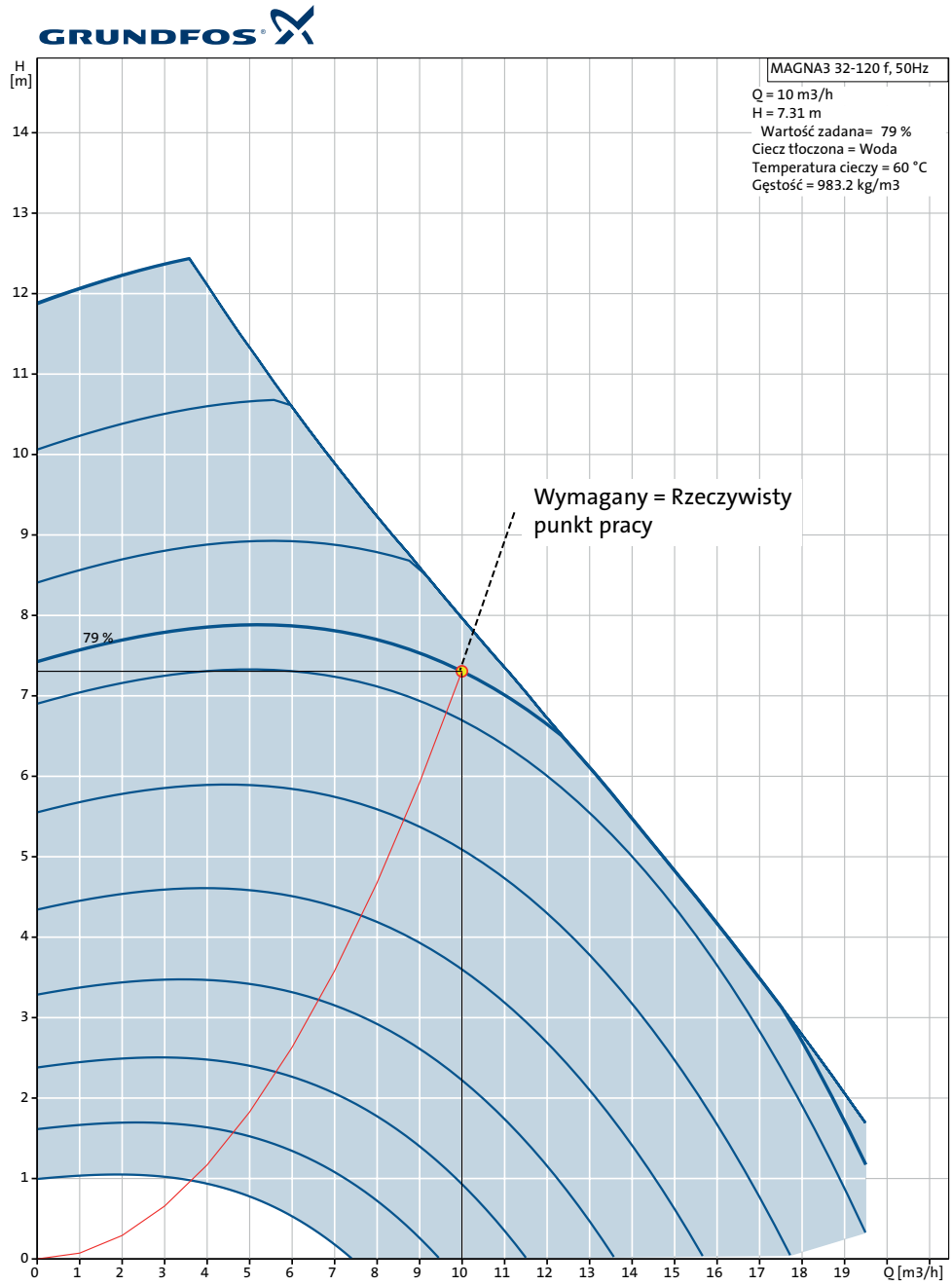
Krok II Wybór wielkości pompy
Mając dobrany wstępnie typoszereg pomp możemy przystąpić do wyboru wielkości pompy. Przy wyborze korzystamy z charakterystyk hydraulicznych pomp publikowanych przez producentów (katalogi, programy doborowe np. Katalog Techniczny GRUNDFOS dostępny na stronie www.grundfos.pl).
Zasadą jest dobór takiej pompy, dla której punkt pracy (punkt przecięcia charakterystyki instalacji i pompy) znajduje się możliwie blisko Punktu Najwyższej Sprawności pompy (BEP - Best Efficiency Point). Gwarantuje to najbardziej energooszczędną i cichą pracę pompy.
Na rys. 3.30. Pokazano dobór pompy stałoobrotowej.



Rys. 3.30. Dobór pompy stałoobrotowej [3.73.].
1. charakterystyka instalacji,
2. charakterystyka pompy,
3. krzywa sprawności agregatu pompowego.

Dobór pompy stałoobrotowej różni się nieco od doboru pompy regulowanej.
W przypadku pompy nieregulowanej dobieramy wielkość pompy tak, aby rzeczywisty punkt pracy leżał możliwie blisko nie tylko punktu BEP, ale również blisko wymaganego, obliczonego punktu pracy. Rzadko zdarza się, aby w pompach produkowanych seryjnie, punkt pracy wymagany i rzeczywisty pokrywały się. W większości przypadków rzeczywiste parametry pracy są wyższe niż wymagane.
W przypadku doboru pompy regulowanej możemy ustalić prędkość obrotową w taki sposób, że wymagany i rzeczywisty punkt pracy pokryją się. Ułatwia to dobór pompy i czyni go bardziej precyzyjnym.
Pompy regulowane stosujemy głównie w instalacjach dynamicznych o zmiennych przepływach wobec czego istotnym elementem doboru takiej pompy jest wybór rodzaju regulacji.
W większości pomp elektronicznych oferowanych jest kilka rodzajów regulacji. W układach obiegowych najczęściej wybierany jest rodzaj regulacji ze stałą różnicą ciśnień lub z ciśnieniem proporcjonalnym.

Rodzaj regulacji z utrzymaniem stałej różnicy ciśnień, zalecany jest dla instalacji o relatywnie małych stratach ciśnienia w przewodach rozprowadzających. Pompa utrzymuje stałą różnicę ciśnień niezależnie od zmieniającego się przepływu.
Regulacja proporcjonalna różnicy ciśnień zalecana jest dla instalacji o dużym udziale strat ciśnienia w przewodach rozprowadzających. Pompa proporcjonalnie do zmiany przepływu zmienia wysokość podnoszenia.
Możliwy jest również wybór regulacji stałoobrotowej. Pompa elektroniczna pracuje wtedy jako nieregulowana z wybraną prędkością obrotową (tryb pracy stałoobrotowy). Trzeba o takiej możliwości pamiętać przy projektowanej współpracy kilku pomp elektronicznych. Nie wszystkie wówczas powinny pracować ze zmiennymi obrotami. Ponadto ten rodzaj regulacji stosuje się w instalacjach o stałych warunkach pracy.



Rys. 3.31. Dobór pompy regulowanej z utrzymaniem stałych obrotów [3.73.]

Niektóre pompy elektroniczne oferowane są z dodatkowymi rodzajami regulacji pozwalającymi na automatyczną adaptację punktu pracy pompy do zmieniających się parametrów pracy instalacji. Na przykład w pompie MAGNA3 i TPE SaVer 2000 dostępne są funkcje AUTOADAPT czy FLOWADAPT.

Krok III Pozostałe parametry doboru pompy

- Średnica przyłącza

Należy zauważyć, że dobór wielkości pompy a co za tym idzie i średnicy przyłącza odbywa się w oparciu o optymalny punkt pracy. Dobór średnic przewodów instalacji odbywa się nie tylko z uwzględnieniem dopuszczalnych prędkości przepływu wody, ale i długości przewodów instalacji. Stąd też średnice przewodów są często większe niż średnice przyłączy pompy. Należy w taki wypadku przewidzieć zabudowę odpowiednich zwężek.

- Rodzaj medium

W przypadku stosowania innych niż woda mediów (np. roztwór glikolu) trzeba uwzględnić zmianę lepkości i ciężaru właściwego medium. Zmiana tych parametrów skutkuje zmianą charakterystyki pompy. Należy sprawdzić (korzystając z programów doborowych np. Katalog Techniczny Grundfos) czy silnik pompy nie będzie przeciążony. W przypadku doboru pomp dławnicowych konieczny jest również dobór właściwego uszczelnienia wału.

- Maksymalne ciśnienie robocze

Maksymalne ciśnienie robocze musi być co najmniej równe maksymalnemu ciśnieniu dopuszczalnemu w instalacji.

- Dopuszczalne temperatury pracy (otoczenia oraz przetłaczanej cieczy).

- Pozycja montażowa

Ze względu na prawidłowe chłodzenie, smarowanie, położenie wału muszą być montowane zgodnie z wymaganiami producenta. Nieprawidłowa pozycja montażowa może być przyczyną niestabilnej pracy i uszkodzenia pompy.

- Rodzaj połączenia.

- Napięcie zasilania energią elektryczną.

3.10. Sprzęgła hydrauliczne

3.10.1. Omówienie

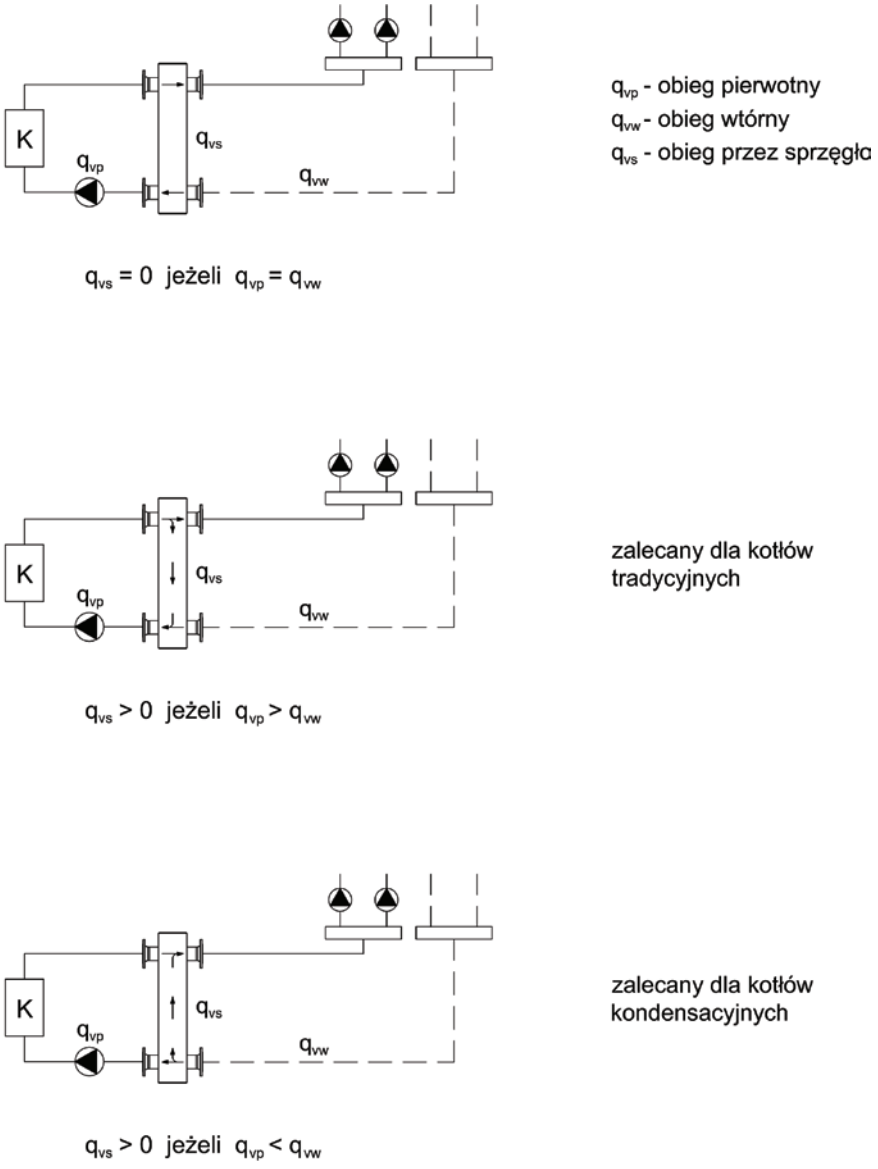
Sprzęgła stosowane są w wszędzie tam gdzie niezbędne jest wyrównanie hydrauliczne, gdyż na skutek struktury systemu, wystąpić musiałaby praca szeregowa pomp o różnych wydajnościach. Potrzeba takiego wyrównania ma miejsce np. przy współpracy kotła z własną pompą z obiegami wyposażonymi w odrębne pompy, lub w sytuacji kaskady kotłów zasilających chociażby jeden obieg. W wyniku zastosowania sprzęgła powstają dwa niezależne obiegi grzewcze. Obieg pierwotny źródła oraz obieg wtórny (instalacyjny) złożony z jednego lub kilku obiegów instalacyjnych wymuszonych przez pompy obiegowe instalacji. Daje to pełną niezależność pracy i nastaw na obiegach wtórnych.
Zalety stosowania sprzęgieł hydraulicznych:

- łatwy dobór pomp kotłowych,
- bezproblemowy dobór zaworów mieszających,
- niezależność hydrauliczna obiegów grzewczych w instalacjach jedno- i wielokotłowych,
- pełne hydrauliczne „odsprzęganie" obiegu kotłowego od obiegów grzewczych,
- przy odpowiednim wyborze wykonania sprzęgło może pełnić funkcję odmulacza lub odpowietrznika.

W zależności od wartości strumienia wody po stronie obiegów kotłowych i grzewczych wyróżnić można trzy podstawowe kierunki przepływu wody przez sprzęgło:

- Całkowity przepływ na wprost przez rozdzielacz. Występuje on wówczas gdy strumień objętości wody w obiegach kotłowych jest równy strumieniowi objętości wody w obiegach grzewczych. Teoretycznie jest tak w warunkach obliczeniowych, przy obliczeniowej temperaturze zewnętrznej.
- Przepływ z góry do dołu występuje wówczas, gdy strumień objętości wody w obiegach kotłowych jest większy niż strumień objętości wody w obiegach grzewczych. Nadwyżka strumienia płynie wówczas przez sprzęgło w kierunku od zasilania do powrotu do obiegów kotłowych. Występuje to przykładowo w czasie przymykania lub zamykania zaworów trójdrogowych w obiegach grzewczych. Przepływ ten wpływa na podwyższenie temperatury wody powracającej do kotłów i jest pozytywny w przypadku tradycyjnych kotłów.
- Przepływ z dołu do góry rozdzielacza występuje wówczas gdy strumień wody w obiegach grzewczych jest większy niż strumień wody w obiegach kotłowych. Jest to tzw. przepływ wsteczny. Występuje on przykładowo w momencie rozruchu instalacji c.o. np. po przerwie nocnej. Ten kierunek przepływu strumienia objętości wody jest niezalecany, ponieważ wpływa na obniżenie się temperatury wody zasilającej obiegi grzewcze. Wywołać może on zbędny sygnał do uruchomienia następnych stopni mocy palników lub następnych kotłów, zgodnie z przyjętym systemem regulacyjnym. Przepływ ten ograniczany jest przez stosowanie przy doborze pomp, odpowiednio zwiększonego sumarycznego strumienia wody w obiegach pierwotnych q_{vp} w stosunku do sumarycznego strumienia w obiegach wtórnych q_{vw} Przepływ wsteczny jest korzystny dla kotłów kondensacyjnych. Wobec zalecanych niskich temperatur wody grzewczej, przy jednocześnie mniejszej różnicy temperatur między zasilaniem i powrotem, większe

podmieszanie wody powrotnej nie jest niebezpieczne dla grzania, a powrót chłodnej wody wracającej do kotła bez zmieszania z wodą wychodzącą z kotła poprawia efekt kondensacji.



Rys. 3.32. Warianty przepływu czynnika grzewczego przez sprzęgło hydrauliczne [3.1.]

3.10.2. Dobór sprzęgła hydraulicznego

Warunkiem prawidłowego działania sprzęgła hydraulicznego jest jego odpowiednie zwymiarowanie. Aby zminimalizować wpływ przepływu wstecznego przez sprzęgło sumaryczna wydajność pomp kotłowych (obieg pierwotny) powinna być większa od sumarycznej wydajności pomp w obiegach grzewczych (wtórnych) w przypadku kotłów tradycyjnych:

$$q_{vp} = (1{,}1 \div 1{,}3)\, q_{vw} \qquad [3.35]$$

W przypadku kotłów kondensacyjnych zalecana jest proporcja strumienia w obiegu pierwotnym w stosunku do strumienia w obiegu wtórnym według zależności:

$$q_{vp} = (0{,}6 \div 0{,}8)\, q_{vw} \qquad [3.36]$$

Tabela 3.5. Tabela doborowa sprzęgła hydraulicznego Flamco

Typ sprzęgła	Rozmiar króćców	Rozstaw króć-ców	Wysokość całkowita	Ciśnienie maks.	Przepływ maks.	Moc znamionowa przy ΔT = 20 K
	˝ / DN	[mm]	[mm]	[bar]	[m³/h]	[kW]
Flexbalance	1	250/290	600	6	3,5	80
FlexBalance	1¼	300/340	670	6	4,5	104
FlexBalance	1½	300/340	670	6	6,0	138
FlexBalance	2	350/400	745	6	9,0	207
FlexBalance	50	490	900	10	15	345
FlexBalance	65	635	1045	10	17	390
FlexBalance	80	745	1340	10	30	690
FlexBalance	100	965	1585	10	55	1260
FlexBalance	125	1180	2065	10	80	1850
FlexBalance	150	1430	2585	10	120	2750
FlexBalance	200	1860	3355	10	200	4600
FlexBalance	250	2340	4136	10	350	8000
FlexBalance	300	2790	4586	10	500	11500
FlexBalance	350	3060	5360	10	600	13800
FlexBalance	400	3500	6115	10	800	18400



Rys. 3.33. Przegląd typów sprzęgieł Flamco [3.72.]

W przypadku nowoczesnych konstrukcji sprzęgieł, dobór polega na porównaniu parametrów przepływów objętościowych strony pierwotnej i wtórnej z maksymalnym dopuszczalnym przez producenta źródła ciepła, lub mocy źródła ciepła.

Aby samodzielnie wyznaczyć przepływ objętościowy należy na podstawie znanych parametrów mocy i temperatur strony pierwotnej i wtórnej instalacji kolejno dla każdej z nich obliczyć przepływ na podstawie wzoru:

$$q_v = \frac{\Phi}{c_w \cdot \rho \cdot (t_z - t_p)} \ [m^3/h] \qquad [3.37]$$

gdzie:
q_v–przepływ objętościowy [m³/h]
Φ – sumaryczna moc źródła ciepła lub obliczeniowe zapotrzebowanie na moc instalacji [W]
c_w – ciepło właściwe wody = 1,163 Wh/kgK
ρ – gęstość wody [kg/m³]
t_z – projektowana temperatura zasilania [°C]
t_p – projektowana temperatura powrotu [°C]

Najwyższa z wyznaczonych wartości może być co najwyżej równa wartości katalogowej wybranego sprzęgła i zapewnia utrzymanie prędkości przepływu w jego wnętrzu poniżej maksimów jakie dopuszcza dana konstrukcja.

Fabryczne konstrukcje sprzęgieł oferują wiele przydatnych rozwiązań jak chociażby tuleje zanurzeniowe dla czujników temperatury, prefabrykowane izolacje termiczne czy nawet unikalne rozwiązania konstrukcyjne jak półotwarte rury wewnątrz sprzęgła FlexBalance EcoPlus C, co pozwala na zastosowanie ich w układach z kotłami kondensacyjnymi, gdzie szczególnie ważne jest (niemożliwe przy klasycznym wykonaniu) utrzymanie niskiej temperatury powrotu kotłów.

3.10.3. Zintegrowane sprzęgło hydrauliczne

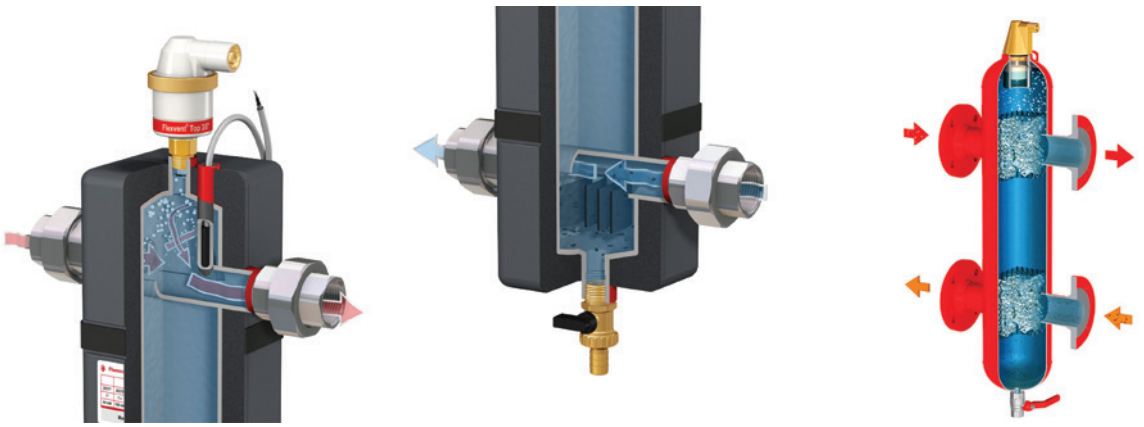
Sprzęgło hydrauliczne oprócz swojej podstawowej funkcji, to jest rozdzielania obiegów grzewczych, może spełniać dodatkowo funkcję separatora powietrza i zanieczyszczeń. Ze względu na zmniejszoną prędkość przepływu w korpusie sprzęgła występują tam sprzyjające warunki do oddzielania niepożądanych składników.

3.10.3.1. Zintegrowane sprzęgło Flamco

Zastosowanie odpowietrznika automatycznego na górze sprzęgła i komory sedymentacyjnej wraz z zaworem odmulającym w jego dolnej części tak jak ma to miejsce w sprzęgle FlexBalance EcoPlus C umożliwia stosunkowo skuteczne pozbycie się gazów i zanieczyszczeń. Jeśli wymagany jest wysoki stopień efektywności wychwytywania, wówczas należy zastosować sprzęgło dodatkowo uzbrojone w elementy separujące umieszczane na drodze strumieni przepływających przez urządzenie. W sprzęgle hydraulicznym FlexBalance Plus funkcję taką spełniają kosze wypełnione pierścieniami Pall'a ze stali szlachetnej , gdzie separacja gazów i zanieczyszczeń przebiega znacznie skuteczniej, a dodatkowo możliwe jest zminimalizowanie wymiarów korpusu.

Tabela 3.6. Tabela doborowa zintegrowanego sprzęgła hydraulicznego Flamco

Typ	Przyłącze (4x)	Pojemność [l]	Maks. moc [kW]	Prędkość przepływu [l/s]	K_v * [m³/h] (ΔP = 1 bar)	Wymiary tuleja zanurzeniowa [mm]
Flexbalance EcoPlus C 1	G 1″ M	1,4	60	0,7	26,6	80
Flexbalance EcoPlus C 1 ¼	G 1 ¼″ M	2,3	100	1,2	44,0	86
Flexbalance EcoPlus C 1 ½	G 1 ½″ M	3,8	140	1,6	64,0	92
Flexbalance EcoPlus C 2	G 2″ M	4,5	200	2,6	108,0	104



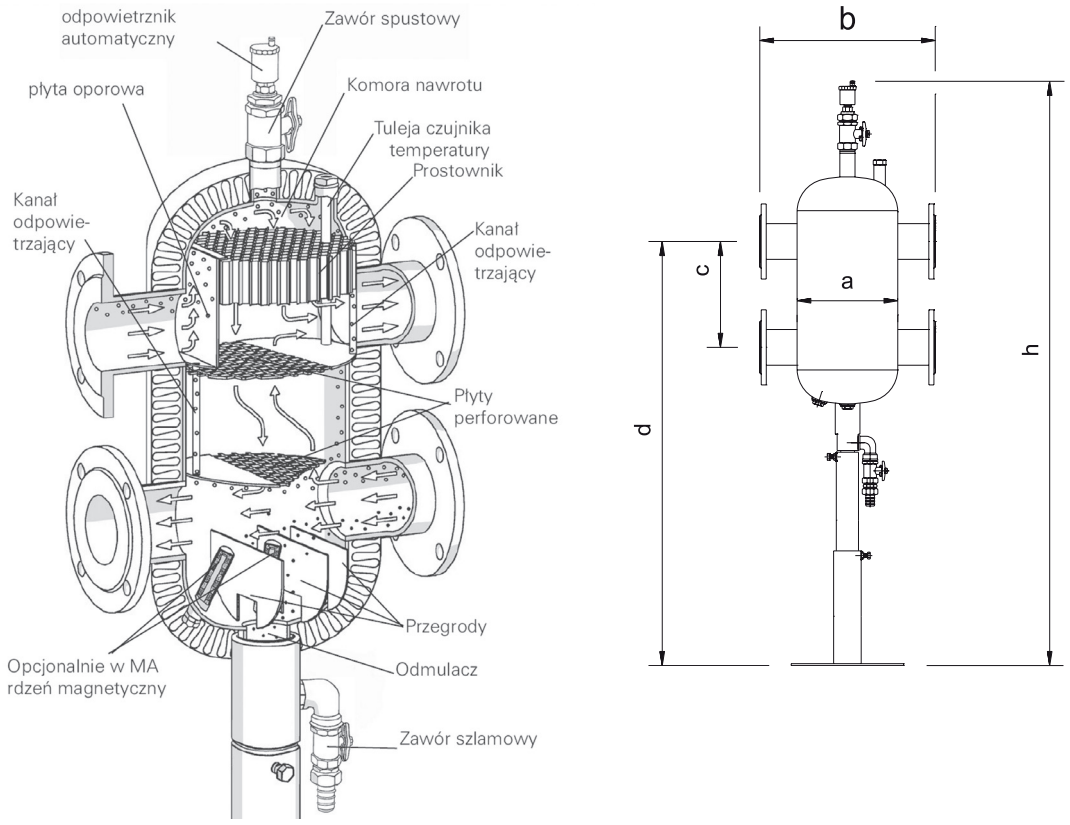
Rys. 3.34. Separacja gazów i zanieczyszczeń w sprzęgle FlexBalance EcoPlus C i Flexbalance Plus [3.72.]

3.10.3.2. Wielofunkcyjne urządzenie "Wartownik"

Tabela 3.7. Dane techniczne wartownika (ogrzewanie do PN 6, temperatura do 130°C)

Typ	wydajność m^3/h	moc KW*	przyłącze mm	a mm	b mm	c mm	d mm od-do	h mm od-do	nr. kat.
MH50	6	135	DN50	220	382	225	700-1100	1000-1400	66364.50
MH65	8	180	DN65	220	382	225	700-1100	1000-1400	66364.65
MH80	12	280	DN80	220	382	225	700-1100	1000-1400	66364.80
MH100	20	450	DN100	300	500	340	900-1300	1250-1650	66364.100
MH125	30	700	DN125	300	500	340	900-1300	1250-1650	66364.125
MH150	50	1150	DN150	420	660	450	1050-1450	1500-1900	66364.150
MH200	100	2300	DN200	420	660	450	1050-1450	1500-1900	66364.200

dodatkowe oznaczenie podawane przy typie
MA - z wkładem magnetycznym
MAoW - z wkładem magnetycznym bez sprzęgła hydraulicznego
oW - bez sprzęła hydraulicznego
*przy T = 20K
Wkłady magnetyczne należy zamówić dodatkowo. Komplet stanowią 2 szt.
Wartownik wyposażony jest w izolację termiczną.



Rys. 3.35. Wielofunkcyjne urządzenie „Wartownik" (na przykładzie produktu firmy Meibes) [3.72.]

■ Sprzęgło hydrauliczne

Woda dostaje się z kotła do urządzenia, przepływa przez separator, a następnie w zależności od wielkości natężenia przepływu do instalacji lub z powrotem przez płytę z otworami do kotła. Wynikłe z tego hydrauliczne odsprzężenie powoduje, że wartownik staje się neutralną strefą dla ciśnień dynamicznych.

Płyta z otworami zapobiega turbulencjom i odpowiada (mimo niewielkiej budowy wartownika w porównaniu z tradycyjnymi sprzęgłami) za rozwarstwianie cieczy o różnych temperaturach. W przypadku, gdy sprzęgło hydrauliczne jest zbędne płyty pozbawione są otworów (typ oW), i "wartownik" pracuje wówczas tylko jako separator powietrza i odmulacz.

■ **Separator powietrza**
Woda płynąc z kotła napotyka na płytę odporową. Zmieniając kierunek przepływa przez prostownik (plaster miodu), w wyniku czego powietrze uwalnia się od wody i zostaje odprowadzone z instalacji przez automatyczny odpowietrznik.
Po przejściu przez sprzęgło woda jest w takim stopniu odpowietrzona, że z łatwością może absorbować powietrze znajdujące się w instalacji. Wracająca woda wpływając do urządzenia pozbywa się cząsteczek powietrza, które przepływają przez płyty z otworami do górnej komory, gdzie są ostatecznie odprowadzone na zewnątrz przez odpowietrznik.

■ **Odmulacz**
Transportowane przez wodę zanieczyszczenia opadając napotykają w dolnej części urządzenia na przegrody (odstojniki). Zanieczyszczenia te odprowadzane są do osadnika, a w dalszej kolejności na zewnatrz przez otwór szlamowy. Na życzenie montowane są wkłady magnetyczne, które ułatwiają usuwanie zanieczyszczeń ferromagnetycznych.

3.11. Zawory regulacyjne

3.11.1. Współczynnik przepływu

Prawidłowe wymiarowanie zaworów regulacyjnych jest ważnym warunkiem stabilnej pracy urządzeń regulacyjnych. Zazwyczaj stosuje się wymiarowanie wg. wielkości autorytetu armatury regulacyjnej a_v i wartości k_v.
Parametrem charakteryzującym zawór pod względem oporu hydraulicznego jest współczynnik przepływu k_v zdefiniowany jako przepływ w m^3/h wody o temperaturze od 5 do 30°C, przy którym na zaworze przy jego danym stopniu otwarcia (chwilowym skoku H), występuje spadek ciśnienia Δ_{pZR} = 1 bar.

Współczynnik k_{vs} jest wartością nominalną zaworu regulacyjnego określoną przy jego pełnym otwarciu (skoku grzybka zaworowego H = 100%).

Współczynniki przepływu kvs zaworów produkcji większości producentów tworzą szereg geometryczny Reynarda. Przykładowo są to wartości: 0,16; 0,25; 0,40; 0,63; 1,0; 1,6; 2,5; 4,0; 6,3; 10; 16; 25; 40 itd.
W celu doboru wielkości zaworu regulacyjnego z katalogu, konieczne jest wyznaczenie współczynnika przepływu zaworu regulacyjnego k_v, wynikającego z hydrauliki układu. Współczynnik ten obliczany jest z następującej zależności:

$$k_v = \frac{q_v}{\sqrt{\Delta p_{ZR}}} \; [m^2/h] \qquad [3.38]$$

gdzie:
q_v – obliczeniowy strumień objętości wody przepływającej przez zawór regulacyjny, $[m^3/h]$,
Δp_{ZR} – przyjęty spadek ciśnienia na zaworze, [bar],

Wybór z katalogu nominalnej średnicy zaworu sprowadza się do przyjęcia takiej średnicy, której odpowiadający współczynnik k_{vs}, będzie pierwszym, w typoszeregu, większym od obliczeniowej wartości k_v.

3.11.2. Autorytet zaworu

■ **Definicja autorytetu**
Do określenia wymaganego spadku ciśnienia na zaworze regulacyjnym Dp_{ZR} wygodnie jest posługiwać się pojęciem autorytetu zaworu regulacyjnego.
Autorytet [a_v] zaworu regulacyjnego zdefiniowany jest jako stosunek straty ciśnienia na zaworze regulacyjnym całkowicie otwartym do straty ciśnienia w instalacji, w skład której wchodzą zawór regulacyjny i pozostałe elementy w obiegu hydraulicznym zaworu (wymienniki ciepła, kotły, grzejniki, przewody rurowe, armatura itp.). Autorytet zaworu nazywany jest też kryterium dławienia (k_D). Kryterium dławienia definiowane jest jako stosunek spadku ciśnienia na zaworze regulacyjnym całkowicie otwartym do różnicy ciśnienia na całkowicie zamkniętym zaworze regulacyjnym, przy założeniu stałości ciśnienia dyspozycyjnego. Wzór 3.39 łączy obie te definicje:

$$a_v = \frac{\Delta p_{ZR100}}{\Delta p_{var} + \Delta p_{ZR100}} = \frac{\Delta p_{ZR100}}{\Delta p_{ZR0}} \qquad [3.39]$$

gdzie:
Δp_{var} – strata ciśnienia obiegu hydraulicznego instalacji bez zaworu,
Δp_{ZR100} – strata ciśnienia na zaworze całkowicie otwartym,
Δp_{ZR0} – różnica ciśnień na zaworze całkowicie zamkniętym.

Wartość autorytetu, jaki należy przyjmować przy doborze zaworów, zależna jest od ich charakterystyki.

■ **Wartość autorytetu armatury regulacyjnej**
Zaleca się przyjmować armaturę regulacyjną o następujących wartościach autorytetu:

- armatura przelotowa o charakterystyce liniowej — $a_v > 0,5$,
- armatura przelotowa o charakterystyce stałoprocentowej — $a_v = 0,2 - 0,5$,
- armatura trójdrogowa mieszająca lub rozdzielcza:
  przy $b \leq 3$, a_v=0,7-0,8,
  przy $b > 3$, a_v=0,3-0,5.

Współczynnik „b" jest wyrażony zależnością:

$$b = \frac{\Delta p_{const}}{\Delta p_{zm}} \quad [3.40]$$

gdzie:
Δp_{const} – obliczeniowa strata ciśnienia w obiegu o stałym przepływie wody, [Pa],
Δp_{zm} – obliczeniowa strata ciśnienia w obiegu o zmiennym przepływie wody, [Pa].Strata ciśnienia na zaworze regulacyjnym
Znając stratę ciśnienia w obiegu o zmiennym przepływie oraz autorytet zaworu możemy obliczyć spadek ciśnienia na zaworze regulacyjnym:

$$\Delta p_{ZR} = a_v \cdot \frac{\Delta p_{var}}{1 - a_v} \quad [bar] \quad [3.41]$$

gdzie:
Δp_{var} – strata ciśnienia na części instalacji ze zmiennym objętościowym natężeniem przepływu [bar].

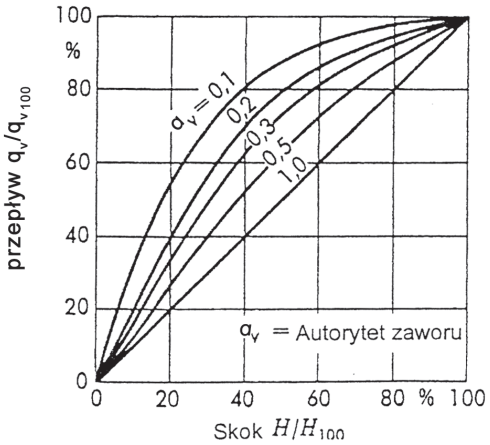
Znając przepływ i współczynnik przepływu zaworu możemy również określić spadek ciśnienia na zaworze:

$$\Delta p_{ZR} = \frac{q^2{}_{vo}}{k^2{}_{vs}} \ [bar] \quad [3.42]$$

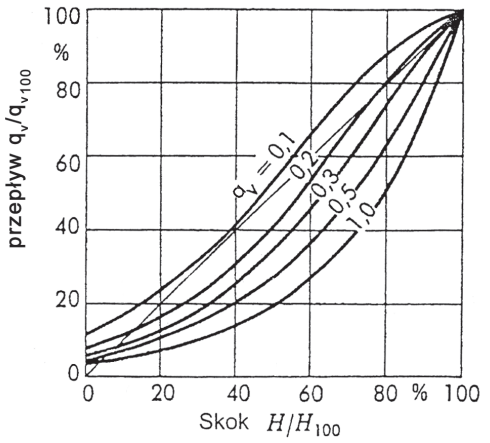
Zawory regulacyjne w systemach grzewczych spełniają podwójną rolę. Pierwsza, to taka, że dostarczane jest do instalacji grzewczej tyle ciepła ile wynika z jej aktualnego zapotrzebowania, dzięki powiązaniu ze sterowaniem pogodowym. Druga ich istotna rola, w przypadku kotłów niekondensacyjnych i instalacji grzewczych o dużym zładzie wodnym, to ochrona kotła przed zbyt niską temperaturą wody powracającej z instalacji, dzięki systemowi rozruchowemu sterowanemu przez regulator kotła. Sposób doboru zaworów mieszających precyzowany jest ściśle przez poszczególnych producentów w wykresach doborowych.

3.11.3. Charakterystyka zaworu

Charakterystyką zaworu nazywana jest zależność między względnym objętościowym strumieniem czynnika q_v/q_{v100} [%], a względnym skokiem grzybka zaworu H/H_{100} [%]. Zależność q_v/q_{v100} jest jednoznaczna z zależnością k_v/k_{v100}. W technice instalacyjnej najczęściej stosowane są zawory regulacyjne o charakterystykach liniowej oraz stałoprocentowej (logarytmicznej).
Przy **charakterystyce liniowej** jednakowym zmianom otwarcia zaworu H odpowiadają jednakowe co do wartości zmiany przepływu q_v. Jest to jednak charakterystyka teoretyczna, gdyż należy rozpatrywać charakterystykę zaworu w połączeniu z obiegiem hydraulicznym, w którym ten zawór jest zamontowany. I tu do głosu dochodzi autorytet zaworu. Przy charakterystyce liniowej zaworu tym większe jest odchylenie od charakterystyki teoretycznej im mniejszy jest autorytet zaworu, co widać na rysunku 3.36. Chcąc regulować przepływ w przybliżeniu wprost proporcjonalnie do skoku zaworu należałoby stosować zawory o dużym autorytecie, co wiąże się z dużymi stratami ciśnienia na zaworze, i co za tym idzie dużymi kosztami regulacji.
Przy **charakterystyce stałoprocentowej** jednakowym zmianom skoku grzybka odpowiadają takie same procentowo zmiany współczynnika k_v. Na rysunku 3.37 pokazano wpływ autorytetu zaworu na odkształcenie charakterystyki zaworu od charakterystyki teoretycznej tj przy $a_v = 1$. Przy przyjęciu współrzędnych logarytmicznych charakterystyka teoretyczna jest linia prostą. Chcąc regulować przepływ w przybliżeniu wprost proporcjonalnie do skoku zaworu należy stosować zawory o małym autorytecie, i co za tym idzie małymi stratami ciśnienia na zaworze.



Rys 3.36. Charakterystyka eksploatacyjna zaworu przelotowego o charakterystyce liniowej



3.37. Charakterystyka eksploatacyjna zaworu przelotowego o charakterystyce logarytmicznej (stałoprocentowej)

W przypadku zaworów o trzech króćcach, zwanych powszechnie trójdrogowymi, choć w nazewnictwie polskim występują również jako dwudrogowe, sprawa charakterystyki zaworów jest bardziej skomplikowana.
Króćce tych zaworów są oznaczane A, B, AB. W przypadku pracy zaworów jako mieszające, króćce A oraz B są króćcami wlotowymi, a króciec AB wylotowym, natomiast w przypadku pracy jako zawory rozdzielające króciec AB jest wlotowy, a króćce A oraz B są wylotowe. W pracy zaworów trójdrogowych istotnym jest to, aby przez króciec AB płynęła zawsze taka sama ilość wody przy zmieniających się ilościach przepływu przez króćce A oraz B. W przybliżeniu osiąga się to przez stosowanie charakterystyki stałoprocentowej na drodze A-AB (króciec A jest współosiowy z króćcem AB) oraz charakterystyki liniowej na drodze B-AB. Najlepszym rozwiązaniem są charakterystyki stałoprocentowo-dopełniające dla obu dróg.

3.12. Instalacje ciepłej wody użytkowej

3.12.1. Wymagania ogólne

Zgodnie z definicją podaną przez Kompendium Ogrzewnictwa i Klimatyzacji [3.49.], ciepła woda użytkowa (c.w.u.) to woda pitna o temperaturze co najwyżej 90°C [1)], która jest przeznaczona do przygotowania posiłków, napojów, do prania, kąpieli, utrzymania czystości oraz realizacji procesów technologicznych. Wielkość zapotrzebowania c.w.u., jej zużycie w czasie, zależą od przeznaczenia budynku (np.: budynek mieszkalny, użyteczności publicznej, przemysłowy), charakteru użytkowania oraz ilości korzystających osób i ilości punktów poboru.

Podstawowe wymagania w zakresie przygotowania c.w.u. oraz jej dystrybucji określają WT [1.1] w dziale IV „Wyposażenie techniczne budynków", w rozdziale 1 – „Instalacje wodociągowe zimnej i ciepłej wody." Podstawowe wymagania to:

§ 113.

3a Instalacja wodociągowa ciepłej wody przygotowywanej:

1) centralnie – rozpoczyna się bezpośrednio za armaturą odcinającą tę instalację od źródła ciepła, takiego jak kotłownia, węzeł ciepłowniczy indywidualny lub grupowy, kolektory słoneczne, pojemnościowy podgrzewacz elektryczny lub pompa ciepła, a kończy punktami czerpalnymi;

2) miejscowo - rozpoczyna się bezpośrednio za armaturą odcinającą na przewodzie zasilającym zimną wodą urządzenia do przygotowywania ciepłej wody, a kończy punktami czerpalnymi.

4. Instalacja wodociągowa powinna być zaprojektowana i wykonana w sposób zapewniający zaopatrzenie w wodę budynku, zgodnie z jego przeznaczeniem, oraz spełniać wymagania określone w Polskiej Normie dotyczącej projektowania instalacji wodociągowych. […]

WT [1.1.] w tym przepisie przywołują normę PN-B-01706:1992 „Instalacje wodociągowe – Wymagania w projektowaniu" (w zakresie pkt. 2.1; 2.3; 2.4.1; 2.4.3-2.4.5; 3.1.1-3.1.3; 3.1.5; 3.1.7; 3.2.2; 3.2.3; 3.3; 4.1; 4.2 i 4.4-4.6).

Punkty: 2.1, 2.3, 2.4 dotyczą stosowania odpowiednich materiałów, przeznaczonych do wody pitnej, źródła wody, wymaganego, dopuszczalnego zakresu ciśnień w instalacji, ochrony przed wzrostem ciśnienia, wpływami termicznymi, korozją, hałasem i drganiami.

Punkty: 3.1.1-3.1.3; 3.1.5; 3.1.7; 3.2.2; 3.2.3; 3.3 dotyczą wymiarowania instalacji wody zimnej i c.w.u., przepływu obliczeniowego, określenia strat ciśnienia, wyposażenia przy miejscowym przygotowaniu c.w.u., zabezpieczenia, wymagań dotyczących urządzeń do podnoszenia ciśnienia wody.

1) WT określają maksymalną temperaturę c.w.u. na 60°C.

Punkty: 4.1; 4.2; 4.4-4.6 omawiają wymagania dotyczące armatury, spustu wody, opomiarowania i prowadzenia przewodów.

6. Wyroby zastosowane w instalacji wodociągowej powinny być dobrane z uwzględnieniem korozyjności wody, tak aby nie następowało pogarszanie jej jakości oraz trwałości instalacji, a także aby takich skutków nie wywoływało wzajemne oddziaływanie materiałów, z których wykonano te wyroby.[...]

§ 118.1. Instalacja ciepłej wody powinna być zaprojektowana i wykonana w taki sposób, aby ilość energii cieplnej potrzebna do przygotowania tej wody była utrzymywana na racjonalnie niskim poziomie.

2. Urządzenia do przygotowania ciepłej wody instalowane w budynkach powinny odpowiadać wymaganiom określonym w przepisie odrębnym dotyczącym efektywności energetycznej.

3. Straty ciepła na przesyle ciepłej wody użytkowej i w przewodach cyrkulacyjnych powinny być na racjonalnie niskim poziomie. Izolacja cieplna tych przewodów powinna spełniać wymagania określone w załączniku nr 2 do rozporządzenia.

Wymagania te brzmią jak następuje [1.1, zał. nr 2]:
1.5. Izolacja cieplna przewodów rozdzielczych i komponentów w instalacjach centralnego ogrzewania, ciepłej wody użytkowej (w tym przewodów cyrkulacyjnych), instalacji chłodu i ogrzewania powietrznego powinna spełniać następujące wymagania minimalne określone w poniższej tabeli:

Lp.	*Rodzaj przewodu lub komponentu*	*Minimalna grubość izolacji cieplnej (materiał o współczynniku przewodzenia ciepła λ = 0,035 [W/(m · K)][1])*
1	*Średnica wewnętrzna do 22 mm*	*20 mm*
2	*Średnica wewnętrzna od 22 do 35 mm*	*30 mm*
3	*Średnica wewnętrzna od 35 do 100 mm*	*równa średnicy wewnętrznej rury*
4	*Średnica wewnętrzna ponad 100 mm*	*100 mm*
5	*Przewody i armatura wg lp. 1–4 przechodzące przez ściany lub stropy, skrzyżowania przewodów*	*50% wymagań z lp. 1-4*
6	*Przewody ogrzewań centralnych, przewody wody ciepłej i cyrkulacji instalacji ciepłej wody użytkowej wg lp. 1–4, ułożone w komponentach budowlanych między ogrzewanymi pomieszczeniami różnych użytkowników*	*50% wymagań z lp. 1-4*
7	*Przewody wg lp. 6 ułożone w podłodze*	*6 mm*
8	*Przewody ogrzewania powietrznego (ułożone w części ogrzewanej budynku)*	*40 mm*
9	*Przewody ogrzewania powietrznego (ułożone w części nieogrzewanej budynku)*	*80 mm*
10	*Przewody instalacji wody lodowej prowadzone wewnątrz budynku[2]*	*50% wymagań z lp. 1-4*
11	*Przewody instalacji wody lodowej prowadzone na zewnątrz budynku[2]*	*100% wymagań z lp. 1-4*

Uwaga:
1) przy zastosowaniu materiału izolacyjnego o innym współczynniku przenikania ciepła niż podany w tabeli – należy skorygować grubość warstwy izolacyjnej.
2) izolacja cieplna wykonana jako powietrznoszczelna.

§ 119. W budynkach, w których do przygotowania ciepłej wody korzysta się z instalacji ogrzewczej, należy w okresie przerw w jej działaniu zapewnić inny sposób podgrzewania wody.

§ 120. 1. W budynkach, z wyjątkiem jednorodzinnych, zagrodowych i rekreacji indywidualnej, w instalacji ciepłej wody powinien być zapewniony stały obieg wody, także na odcinkach przewodów o objętości wewnątrz przewodu powyżej 3 dm3 prowadzących do punktów czerpalnych.

2. Instalacja wodociągowa ciepłej wody powinna umożliwiać uzyskanie w punktach czerpalnych wody o temperaturze nie niższej niż 55°C i nie wyższej niż 60°C.

2a. Instalacja wodociągowa ciepłej wody powinna umożliwiać przeprowadzanie ciągłej lub okresowej dezynfekcji metodą chemiczną lub fizyczną (w tym okresowe stosowanie metody dezynfekcji cieplnej), bez obniżania trwałości instalacji i zastosowanych w niej wyrobów. Do przeprowadzenia dezynfekcji cieplnej niezbędne jest zapewnienie uzyskania w punktach czerpalnych temperatury wody nie niższej niż 70°C i nie wyższej niż 80°C.

3. Izolacja cieplna przewodów instalacji ciepłej wody, w których występuje stały obieg wody, powinna zapewnić spełnienie wymagań określonych w ust. 2 i § 267 ust. 8.

§ 267.8 określa wymagania w zakresie klasy palności izolacji, która powinna być wykonana w taki sposób, aby zapewnić nierozprzestrzenianie ognia. Palność wyrobów budowlanych określona jest w załączniku nr 3 WT [1.1.].

4. Instalacja ciepłej wody powinna mieć zabezpieczenie przed przekroczeniem, dopuszczalnych dla danych instalacji, ciśnienia i temperatury, zgodnie z wymaganiami Polskiej Normy dotyczącej zabezpieczeń instalacji ciepłej wody.

WT [1.1.] w tym przepisie przywołują normę PN-B-02440:1976 „Zabezpieczenie urządzeń ciepłej wody użytkowej – Wymagania" (w zakresie pkt 2; 3.1.1; 3.1.2 i 3.2.1-3.2.13).
Punkt 2 dotyczy podziału systemów na otwarty i zamknięty oraz sposób ich zabezpieczeń.
Punkty: 3.1.1; 3.1.2 i 3.2.1-3.2.13 określają wymagania dotyczące zabezpieczenia przed wzrostem ciśnienia, temperatury. Podane są wymagania w zakresie zwymiarowania elementów zabezpieczających.

5. W armaturze mieszającej i czerpalnej przewód ciepłej wody powinien być podłączony z lewej strony.

§ 121. 1. W budynku mieszkalnym wielorodzinnym, zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej należy stosować urządzenia do pomiaru ilości ciepła lub paliwa zużywanego do przygotowania ciepłej wody.

2. W budynku mieszkalnym wielorodzinnym do pomiaru ilości zimnej i ciepłej wody, dostarczanej do poszczególnych mieszkań oraz pomieszczeń służących do wspólnego użytku mieszkańców, należy stosować zestawy wodomierzowe, zgodnie z wymaganiami Polskich Norm, o których mowa w § 115 ust. 1.

WT [1.1.] w tym przepisie przywołują normę PN-B-10720:1998 „Wodociągi – Zabudowa zestawów wodomierzowych w instalacjach wodociągowych – Wymagania i badania przy odbiorze" (w zakresie pkt 2.1; 2.3; 2.4 i 2.6).
W przywołanych punktach norma mówi o wymaganych elementach zespołu wodomierzowego, jego szczelności, a także miejscach, warunkach i sposobie wbudowania.

3. W zespołach budynków mieszkalnych wielorodzinnych, zaopatrywanych w ciepłą wodę ze wspólnej kotłowni lub grupowego węzła ciepłowniczego , urządzenie do pomiaru ilości ciepła lub paliwa zużywanego do przygotowania ciepłej wody może być umieszczone poza tymi budynkami, jeżeli w budynkach tych są zastosowane zestawy wodomierzowe, o których mowa w ust.2. […]

§ 302.

4. W budynkach przeznaczonych na zbiorowy pobyt dzieci i osób niepełnosprawnych, w instalacji wody ciepłej powinny być stosowane termostatyczne zawory mieszające z ograniczeniem maksymalnej temperatury do 43°C, a w instalacjach prysznicowych do 38°C, zapobiegające poparzeniu.

3.12.2. Wymiarowanie instalacji c.w.u.

Wymagania w zakresie wymiarowania c.w.u. należy wykonać zgodnie z przywołaną w WT normą PN-B-01706:1992 „Instalacje wodociągowe – Wymagania w projektowaniu". Na podstawie normy określa się ogólne wymagania, projektowe przepływy, średnice przewodów i prowadzenie instalacji, a także uzbrojenie instalacji w armaturę.

Norma PN-B-01706:1992 podaje w punkcie 3.1.6 również wytyczne do zwymiarowania przewodów cyrkulacyjnych. Warto zwrócić uwagę, iż w tym zakresie norma nie ma statusu obowiązkowego stosowania (nie jest przywołana w WT), niemniej pomimo posiadania statusu PKN jako normy „wycofanej" można ją nadal stosować jako wiedzę techniczną.

Wymiarowanie przewodów cyrkulacyjnych opisane jest między innymi:
- w rozdziale 4.4.7-2 Kompendium Ogrzewnictwa i Klimatyzacji [3.49.];
- w rozdziale 9.3 książki [3.78.].

3.12.3. Określenie zapotrzebowania na c.w.u.

Polskie przepisy są bardzo skromne w tym zakresie. Zgodnie z cytowanymi powyżej przepisami (WT §118.1 oraz §118.2) należy zaprojektować i wykonać tak instalację c.w.u., aby zminimalizować ilość energii cieplnej do jej przygotowania, a urządzenia wykorzystywane do przygotowania muszą posiadać jak najwyższą efektywność energetyczną.

W normie PN-B-01706:1992 podany jest w punkcie 3.2.1 algorytm doboru urządzeń do przygotowania ciepłej wody. Niemniej norma bazuje na jednostkowym zużyciu wody przez użytkownika na poziomie qc = (110 ÷ 130) dm^3. Obecnie są to standardy mocno przeszacowane.

Ze względu na znaczący udział niemieckich producentów urządzeń do przygotowania c.w.u. na naszym rynku, najbardziej rozpowszechnione są wśród projektantów niemieckie standardy wymiarowania zapotrzebowania na c.w.u. oraz określenia danych urządzeń do jej przygotowania.

Zapotrzebowanie na c.w.u. jest bardzo zróżnicowane i zależne od celu jakiej instalacja służy. Inne zapotrzebowanie na c.w.u. i jej rozbiór występuje w budynkach mieszkalnych, zamieszkania zbiorowego (np.: hotele, domy opieki, akademiki), inne w różnych budynkach użyteczności publicznej (np.: szpitale, galerie handlowe, szkoły), a jeszcze inne w zakładach przemysłowych (tu również należy wziąć pod uwagę, czy ciepła woda używana jest na cele socjalno – bytowe, czy na cele produkcyjne).

3.12.3.1. Zapotrzebowanie na c.w.u. w budynkach mieszkalnych

Wymiarowanie źródła ciepła i zapotrzebowanie na c.w.u. zależy od sposobu przygotowania, które może być przepływowe lub pojemnościowe.

Bazą do wymiarowania źródła w pojemnościowym układzie przygotowania jest norma DIN 4708 część 2. Zgodnie z tą norma ustala się współczynnik zapotrzebowania N i porównuje go z liczba znamionowa NL mocy podgrzewacza. Przykład obliczenia według tej normy zawarty jest w punkcie 3.12.4.2 niniejszego Poradnika.

3.12.3.2. Zapotrzebowanie na c.w.u. w budynkach użyteczności publicznej oraz przemysłowych

Jak wspomniano wcześniej, zapotrzebowanie na c.w.u. jest bardzo zróżnicowane w różnych budynkach.

Hale sportowe, zaplecza socjalno-bytowe zakładów produkcyjnych zużywają duże ilości c.w.u. w krótkim czasie, kiedy na zakończeniu zmiany lub treningu z przyborów sanitarnych korzysta jednocześnie duża grupa osób. Zasady projektowania pojemnościowego przygotowania c.w.u. w halach sportowych określa norma DIN 18032-1. W wymiarowaniu obiektów przemysłowych można skorzystać z normy DIN 18228-3.

W hotelach zużycie c.w.u. zależy od ilości przyborów sanitarnych (wanien, natrysków) oraz od standardu. Im wyższy standard, tym wyższe zużycie wody.

Poniżej przedstawiono zapotrzebowanie i temperaturę ciepłej wody:

Tabela 3.10. Zapotrzebowanie i temperatura ciepłej wody w budynkach zamieszkania zbiorowego, użyteczności publicznej i produkcyjnych [3.49].

Przeznaczenie budynku	Zapotrzebowanie	Temperatura
Szpitale	100 - 300 l/(dzień, łóżko)	60°C
Koszary	30 - 50 l/(dzień, osobę)	45°C
Budynki biurowe	10 - 40 l/(dzień, osobę)	45°C
Kąpiele lecznicze	200 - 400 l/(dzień, pacjenta)	45°C
Domy towarowe	10 - 40 l/(dzień, pracownika)	45°C
Szkoły (250 dni/rok) bez natrysków z natryskami	 5 - 15 l/(dzień, ucznia) 30 - 50 l/(dzień, ucznia)	 45°C 45°C
Obiekty sportowe z natryskami	50 - 70 l/(dzień, sportowca)	45°C
Piekarnie do produkcji	105 - 150 l/(dzień, pracownika) 10 - 15 l/(dzień, prace porządkowe) 40 - 50 l/(100 kg mąki)	45°C 45°C 70°C
Zakłady fryzjerskie (włącznie z klientami)	150 - 200 l/(dzień, pracownika)	45°C
Browary (włącznie z produkcją)	250 - 300 l/(100 l piwa)	60°C
Pralnie	250 - 300 l/(100 kg bielizny)	75°C
Mleczarnie średnio	1 - 1,5 l/(1 l mleka) 4000 - 5000 l/dzień	75°C
Rzeźnie bez produkcji z produkcją	 150 - 200 l/(dzień, pracownika) 400 - 500 l/(dzień, pracownika)	45°C

Tabela 3.11. Zużycie ciepłej wody oraz ciepła w restauracjach i hotelach [3.49]

Rodzaj obiektu	Litrów na dzień i osobę (gościa)		Zużycie ciepła na dzień i osobę
	Temperatura wody		Wh
	60°C	45°C	
Restauracje	4 - 20	12 - 30	500 - 1200
Hotele pokój z łazienką pokój z natryskiem pokój z umywalką	 100 - 150 50 - 100 10 - 15	 140 - 220 70 - 120 15 - 20	 6000 - 9000 3000 - 6000 600 - 900
Schronisko, pensjonaty	25 - 50	35 - 70	1500 - 3000

Tabela 3.12. Charakterystyka poboru ciepłej wody w łaźniach [3.49]

Punkt poboru	Zużycie ciepłej wody		Pobór ciągły min.	Temperatura c.w.u. °C	Zużycie ciepła kWh
	jednorazowe l	na godzinę l/h			
Kąpiel w wannie bez natrysku	200 - 300	500	10	40	18
Kąpiel w wannie z natryskiem	250 - 350	600	10	40	21
Kąpiel w wannie lecznicza	300-400	300 - 400	10	40	10 - 14
Natrysk bez kabiny	50	500	6	40	18
Natrysk w kabinie	80	320	6	40	11
Natrysk w szkłach i koszarach	50	300 - 400	5	35	9 - 12
Natrysk kroplisty	10	600	1	40	21
Kąpiel nasiadowa	50	100	5	35	3
Kąpiel nóg	30	120	6	30	3
Brodzik z natryskiem na nogi	30	600	3	35	18
Bicze wodne (masaż wodny)	200	800 - 1000	5	35	23 - 29

Tabela 3.13. Charakterystyka poboru ciepłej wody w umywalniach i łaźniach przemysłowych [3.49]

Punkt poboru	Strumień wody			Temperatura c.w.u. °C	Zużycie ciepła kWh
	l/min	czas trwania min.	zużycie jednorazowe		
Umywalka pojedyncza	10	3	30	35	0,9
Umywalki zbiorowe z wylewką	5 - 10	3	15 - 30	35	0,5 - 0,9
Umywalki zbiorowe z prysznicem	3 - 5	3	9 - 15	35	0,25 - 0,5
Umywalnie zbiorowe dla 10 osób	25	3	75	35	2,2
Umywalnie zbiorowe dla 6 osób	20	3	60	35	1,8
Natryski bez kabiny	10	5	50	35	1,5
Natryski z kabiną	10	15	80	35	2,3
Wanny	25	30	250	35	7,3
Wartości średnie, łącznie z zapotrzebowaniem dla kuchni	50 l/dzień i osobę			40	1,75 kWh

Tabela 3.14. Jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody użytkowej dla różnych typów budynków

Lp.	Rodzaje budynków	Jednostka odniesienia	Jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody V_{cw} o temperaturze 55°C [dm^3/(j.o.). doba]
Budynki zamieszkania zbiorowego:			
1	Hotele z gastronomią	miejsce noclegowe	112
2	Hotele pozostałe	miejsce noclegowe	75
3	Schroniska, pensjonaty	miejsce noclegowe	50
4	Budynki koszarowe, areszty śledcze, budynki zakwaterowania na terenie zakładu karnego	łóżko	70
Inne budynki:			
1	Szpitale	łóżko	325
2	Szkoły	uczeń	8
3	Budynki biurowe, produkcyjne i magazynowe	pracownik	7
4	Budynki handlowe	pracownik	25
5	Budynki gastronomii i usług	pracownik	30
6	Dworce kolejowe, lotniska, muzea, hale wystawiennicze	pasażer/zwiedzający	5

3.12.3.3. Sposoby przygotowania ciepłej wody

Tematyką Poradnika jest projektowanie kotłowni wodnych niskotemperaturowych. Z tego względu pominięty zostanie tutaj sposób przygotowania ciepłej wody, kiedy źródłem ciepła dla jej podgrzania jest miejska (zdalna) sieć ciepłownicza.
Przygotowanie ciepłej wody w indywidualnych kotłowniach może być rozwiązane w jeden z podanych niżej sposobów:

- w podgrzewaczu przepływowym zasilanym z kotła lub umieszczonym w kotle dwufunkcyjnym,
- w podgrzewaczu pojemnościowym z wężownicą,
- w zewnętrznym wymienniku ciepła współpracującym z zasobnikiem.

Przez podgrzewacze przepływowe należy rozumieć wymienniki ciepła, do których z chwilą poboru ciepłej wody wpływa woda zimna, gdzie osiąga temperaturę wymaganą dla ciepłej wody. Firma BIMs PLUS posiada w swojej ofercie również takie wymienniki. Źródłem ciepła w podgrzewaczach przepływowych mogą być grzałki elektryczne, spalany gaz lub instalacja centralnego ogrzewania [3.53]. Podgrzewacze przepływowe w rozumieniu WUDT są kotłami. Stosuje się je przeważnie tam, gdzie nie ma centralnej instalacji ciepłej wody użytkowej.
Kotły dwufunkcyjne, są to kotły, w których woda grzewcza podgrzewana w wymienniku ciepła spalinami gazu jest kierowana do instalacji centralnego ogrzewania, albo do wymiennika ciepła, w którym podgrzewa ciepłą wodę użytkową. Z punktu widzenia sposobu przygotowania ciepłej wody kocioł dwufunkcyjny jest podgrzewaczem przepływowym, w którym ciepła woda podgrzewana jest wodą centralnego ogrzewania z tym, że w trakcie podgrzewania ciepłej wody użytkowej woda grzewcza nie płynie do instalacji centralnego ogrzewania. Jest to tak zwany priorytet ciepłej wody.
Kotły dwufunkcyjne stosuje się przeważnie w budownictwie jednorodzinnym lub w mieszkaniach budynków wielorodzinnych. Trzeba jednak zauważyć, że w przypadku zastosowania kotła dwufunkcyjnego, z uwagi na przepływowy charakter przygotowania ciepłej wody, ograniczona jest ilość i odległość od kotła punktów czerpalnych. Zbyt rozległa instalacja może spowodować to, że ciepła woda nie pojawi się w punkcie czerpalnym w zadowalającym nas czasie. Wiąże się to ze stratami wody, która musi wypłynąć z punktu czerpalnego zanim pojawi się woda o żądanej temperaturze.

Przez podgrzewacz pojemnościowy należy rozumieć zasobnik wody ze znajdującym się wewnątrz niego źródłem ciepła. Źródłem tym jest przeważnie wężownica zasilana wodą grzewczą względnie parą wodną. Wężownica grzejna stanowi jeden z obiegów grzewczych w układzie kotłowni. Podgrzewacze pojemnościowe mogą być też zasilane w ciepło z wbudowanego w nie palnika gazowego, względnie ze znajdujących się w nich grzałek elektrycznych. W tym drugim przypadku mogą to być podgrzewacze otwarte (niskociśnieniowe) zasilające jeden punkt czerpalny, lub zamknięte (wysokociśnieniowe) zasilające kilka punktów czerpalnych. Podgrzewacze pojemnościowe, za wyjątkiem otwartych, z punktu widzenia warunków UDT są kotłami i wymagają odpowiedniego zabezpieczenia.
Przygotowanie ciepłej wody w zewnętrznym wymienniku ciepła współpracującym z zasobnikiem różni się od jej przygotowania w pojemnościowym podgrzewaczu tym, że podgrzewanie wody następuje nie wewnątrz zasobnika lecz poza nim. Jest to zazwyczaj płytowy wymiennik ciepła. Wymagana jest jednak dodatkowa pompa ładująca, zapewniająca krążenie wody między wymiennikiem a zasobnikiem. Instalacja ciepłej wody z zasobnikiem w przypadku nieregularnego zapotrzebowania ma przewagę nad podgrzewaczem pojemnościowym dzięki możliwości optymalnego doboru wielkości zasobnika i mocy grzejnej kotła. Takie rozwiązanie pozwala na stosowanie kotła o mniejszej mocy grzejnej niż przy przygotowaniu ciepłej wody w podgrzewaczu przepływowym. Podobną możliwość daje podgrzewacz pojemnościowy, ale jego objętość, dla zapewnienia dostawy wody o wymaganej temperaturze, wypada większa niż zasobnika z zewnętrznym wymiennikiem ciepła.

3.12.4. Wymagana moc cieplna kotła dla przygotowania ciepłej wody

3.12.4.1. Podgrzewacze przepływowe i kotły dwufunkcyjne

W przypadku podgrzewaczy przepływowych względnie kotłów dwufunkcyjnych ich moc grzewcza musi być równa zapotrzebowanej mocy przy szczytowym poborze ciepłej wody wg. zależności:

$$\Phi = q_v \cdot c_w \cdot \rho \cdot (t_c - t_z) \ \ [kW] \qquad [3.43]$$

gdzie:
q_V – obliczeniowy przepływ ciepłej wody, [dm^3/s]
c_w – ciepło właściwe wody, c_w = 4,19 kJ/kgK
ρ – gęstość wody, [kg/dm^3]
t_c – obliczeniowa temperatura wody ciepłej, [°C]
t_z – obliczeniowa temperatura wody zimnej, [°C]

3.12.4.2. Kotły współpracujące z podgrzewaczem pojemnościowym w budynkach mieszkalnych

W przypadku doboru podgrzewacza dla budynków mieszkalnych (ale już nie dla budynków zamieszkania zbiorowego), z uwagi na jednakowy charakter rozbioru ciepłej wody można oprzeć się na normie DIN 4708 „Centralne urządzenia ogrzewania wody użytkowej". Według normy DIN 4708 ustala się współczynnik zapotrzebowania N zależny od liczby mieszkańców korzystających z danej instalacji oraz od ilości i rodzaju punktów czerpalnych w tej instalacji. Współczynnik zapotrzebowania N powinien być równy lub mniejszy od liczby znamionowej mocy N_L charakteryzującej podgrzewacz ($N \leq N_L$). Stosownie do normy DIN 4708 każdy producent ustala liczbę znamionową mocy N_L, dla każdego rodzaju podgrzewacza, która uwzględnia moc ciągłą jak i pojemność podgrzewacza.

Pod pojęciem „praca z mocą ciągłą" rozumie się taki rodzaj pracy, w której podgrzewaczowi od strony obwodu grzewczego doprowadzi się dokładnie tyle energii, ile zostanie pobrane ze strony obwodu wody użytkowej. Moc ciągła podawana jest dla konkretnych warunków temperaturowych. Firma Brötje podaje dla temperatury wody grzewczej t_1 = +80°C i temperatur wody ogrzewanej t_z = +10°C do t_c = +45°C. Oczywiście nominalna moc ciągła może zostać osiągnięta, jeżeli moc kotła jest co najmniej równa tej mocy. Dla każdego podgrzewacza sporządzone są wykresy, z których można odczytać jakiej wartości liczby N_L odpowiada moc kotła. Dla podgrzewaczy firmy Brötje wykresy te znajdują się w broszurach Informacje Techniczne poszczególnych typów podgrzewaczy.

Wartość współczynnika zapotrzebowania N do zwymiarowania instalacji stanowi krotność współczynnika zapotrzebowania dla mieszkania standardowego, dla którego N = 1. Pod pojęciem mieszkanie standardowe należy rozumieć mieszkanie czteropokojowe, które zamieszkują 3,5 osoby (od 3 do 4 osób) i jest wyposażone w wannę średniej wielkości, umywalkę i zlewozmywak kuchenny. Zapotrzebowanie na ciepło punktów czerpalnych w mieszkaniu standardowym ustala się za pomocą wskaźnika W_B = 5820 Wh, który odpowiada ilości ciepła potrzebnego do podgrzania 140 kg wody od temperatury 10°C do 45°C stąd wskaźnik jednostkowego zużycia wody wynosi 40 kg/osobę.

Współczynnik zapotrzebowania N oblicza się wg następującego wzoru:

$$N = \frac{n \cdot p \cdot v \cdot W_v}{3{,}5 \cdot 5820} \qquad [3.44]$$

gdzie:
n – liczba mieszkań o tym samym wyposażeniu sanitarnym i tej samej liczbie pomieszczeń wg rysunku budowlanego
p – rzeczywista liczba osób w mieszkaniu, lecz nie mniejsza od wartości statystycznych podanych w tabeli 3.15
ν – liczba punktów czerpalnych, które zostają uwzględnione w obliczeniach
W_v – zapotrzebowanie na ciepło dla punktów czerpalnych, wg tabeli 3.16. [Wh]

Tabela 3.15. Minimalna liczba osób p zamieszkująca lokal wg DIN 4708

Liczba pomieszczeń[1)] r	Liczba osób P
1	2,0[2)]
1½	2,0[2)]
2	2,0[2)]
2½	2,3
3	2,7
3½	3,1
4	3,5
4½	3,9
5	4,3
5½	4,6
6	5,0
6½	5,4
7	5,6

1) Liczba pomieszczeń mieszkalnych w mieszkaniu bez pomieszczeń pomocniczych jak kuchnia, sień, korytarz i garderoba.
2) Jeśli w zasilanym budynku mieszkalnym przeważają mieszkania 1- i 2-pokojowe do obliczeń należy przyjąć liczbę osób p = 2,5.

Tabela 3.16. Zapotrzebowanie na ciepło Wv dla punktów czerpalnych wg DIN 4708

Lp.	Nazwa punktu czerpalnego bądź instalacji sanitarnej	Oznaczenie	Ilość poboru wody [l]	Zapotrzebowanie na ciepło [Wh]
	Wanny[1)]			
1	Wanna 1600x700 mm wg DIN 4471	NB 1	140	5820
2	Wanna 1700x750 mm wg DIN 4471	NB 2	170	6510
3	Wanna mała lub wanna ze stopniem do wejścia	KB	120	4890
4	Wanna duża (1800x750 mm)	GB	200	8720
	Kabiny natryskowe[2)]			
5	Kabiny natryskowe z baterią mieszającą i normalnym natryskiem	BRN	40	1630
6	Kabiny natryskowe z baterią mieszającą i luksusowym natryskiem	BRL	75	3020
7	Kabina natryskowa z 1 natryskiem górnym i 2 natryskami bocznymi	BRK	100	4070
8	Pojedynczy dodatkowy natrysk dla każdej kabiny natryskowej	BR	30	1160
9	Umywalka[3)]	WT	17	700
10	Umywalka mała do mycia rąk[3)]	HT	9	350
11	Bidet[3)]	BD	20	810
12	Zlewozmywak do kuchni[3)]	SP	30	1160

1) W odniesieniu do jednego mieszkania w obliczeniach należy uwzględnić 100% zapotrzebowania na punkt czerpalny W_v dla pierwszej wanny, a dla każdej kolejnej 50%. Jeżeli pojemność użytkowa wanien znacznie odbiega od przyjętych wartości, zapotrzebowanie na punkty czerpalne oblicza się wg wzoru „pojemność użytkowa x 41" w Wh
2) Jeśli nie jest wykluczone jednoczesne korzystanie z wanny bądź łazienka jest w innym pomieszczeniu niż kabina natryskowa należy uwzględnić zapotrzebowanie na ten punkt czerpalny.
3) Zapotrzebowanie na punkt czerpalny należy uwzględnić, tylko jeśli zainstalowano więcej niż jedną sztukę.

■ Przykład obliczeń

Tabela 3.17. Inwestycja budowlana z następującymi mieszkaniami (wg rysunku aranżacji)

Lp. grupy mieszkań	Liczba mieszkań [n]	Liczba pomieszczeń [r]	Wyposażenie		
			szt.	oznaczenie	nazwa
1	8	1,5	1 1 1	NB1 WT SP	• wanna 1600 wg DIN 4471, 140l • umywalka w łazience • zlewozmywak w kuchni
2	12	3	1 1 1 1 1	NB2 BD BRN WT SP	• wanna 1700 wg DIN 4471, 170l • bidet • kabina natryskowa z normalnym natryskiem • umywalka w łazience • zlewozmywak w kuchni
3	6	4,5	2 2 2 1 1	BRK BD WT HT SP	• kabina natryskowa z 1 natryskiem górnym i 2 natryskami bocznymi (w osobnych pomieszczeniach) • bidet • umywalki w łazience (w osobnych pomieszczeniach) • mała umywalka w toalecie • zlewozmywak w kuchni
4	6	5	2 2 1	NB1 WT HT	• wanna 1600 wg DIN 4471, 140l • umywalka w łazience • mała umywalka w toalecie

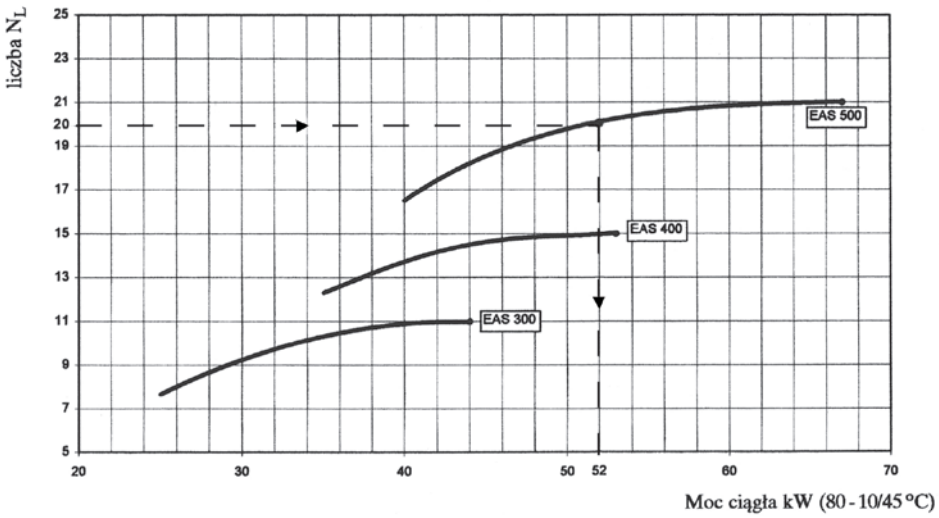
Tabela 3.18. Obliczenie współczynnika zapotrzebowania N

Zapotrzebowanie na ciepłą wodę w zasilanych centralnie mieszkaniach						Formularz nr _____				
Ustalenie współczynnika zapotrzebowania N w celu określenia wielkości podgrzewacz c.w.u. Projekt:_____										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
L.p. grupy mieszkań	Liczba pomieszczeń r	Liczba mieszkań n	Liczba osób p	Kolumna 3 · 4 n · p	Liczba punktów czerpalnych v	Punkt czerpalny - oznaczenie	Zapotrzebowanie [Wh] w_v	Kolumna 6 · 8 [Wh] $v \cdot w_v$	Kolumna 5 · 9 [Wh] $n \cdot p \cdot v \cdot w_v$	Uwagi
Wg. rysunku aranżacji			Jak w tab.3.15		Wg. rys. aranż.	Jak w tab. 3.16				
1	1,5	8	2,0	16,0	1	NB1	5820	5820	93120	
2	3,0	12	2,7	32,4	1	NB2	6510	6510	210924	
3	4,5	6	3,9	23,4	2	BRK	4070	8140	190475	
					1	BD	810	810	18954	
					1	WT	700	700	16380	
4	5,0	6	4,3	25,8	1	NB1	5820	5820	150155	
					1	NB1	5820	2910	75078	50% – patrz wskazówka pod tab. 3.16
Σn = 32					$(n \cdot p \cdot v \cdot W_v)$ = 755086 Wh					

$$N = \frac{n \cdot p \cdot v \cdot W_V}{3{,}5 \cdot 5820} = 37{,}1$$

Dobrano dwa stojące podgrzewacze firmy BRÖTJE typu EAS 500 $N_L = 2 \cdot 20 = 40 > 37{,}1$

Uwaga: W tabeli 3.18 pominięto część punktów czerpalnych zestawionych w tabeli 3.17 zgodnie ze wskazówkami do tabeli 3.16.

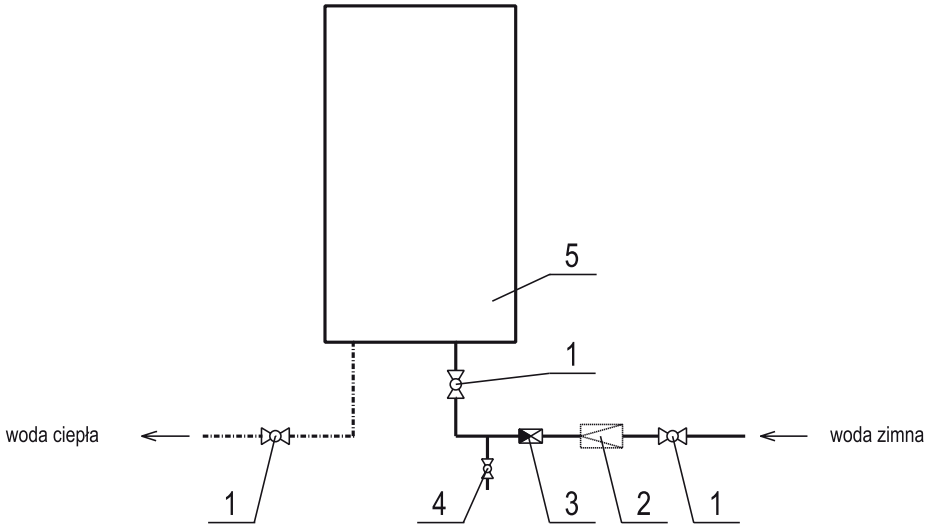


Rys. 3.38. Liczba NL w zależności od mocy ciągłej lub mocy kotła [3.1.].

Wymagana moc kotła = 2 · 52 kW = 104 kW.

3.12.4.3. Schematy układów przygotowania ciepłej wody

■ Układ z kotłem dwufunkcyjnym

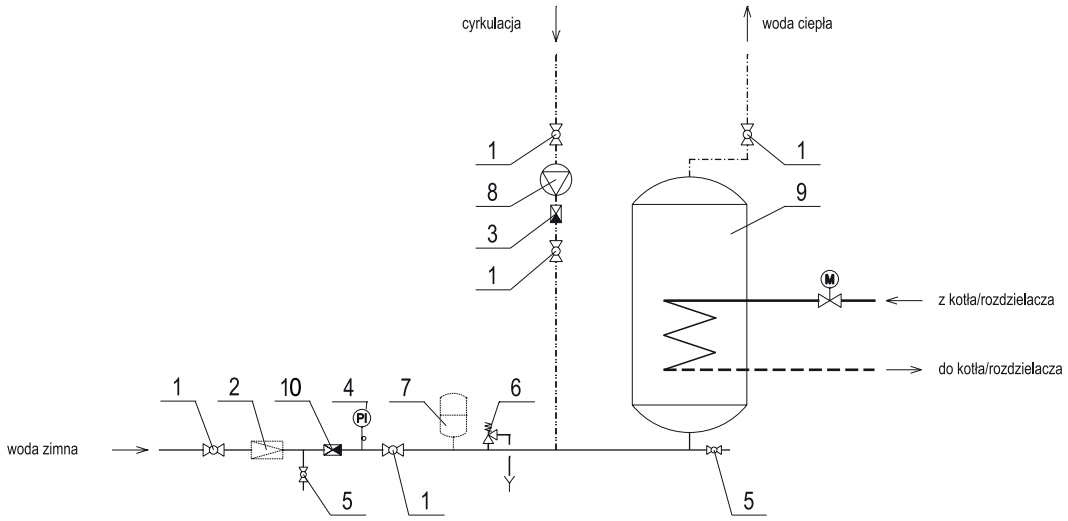


Rys. 3.39. Układ z kotłem dwufunkcyjnym.

1. zawór odcinający,
2. reduktor ciśnienia (w razie potrzeby),
3. zespół zabezpieczający wodę wodociągową przed wtórnym zanieczyszczeniem (zawór antyskażeniowy),
4. zawór spustowy,
5. kocioł.

Uwaga: zawór bezpieczeństwa jest wbudowany w kotle

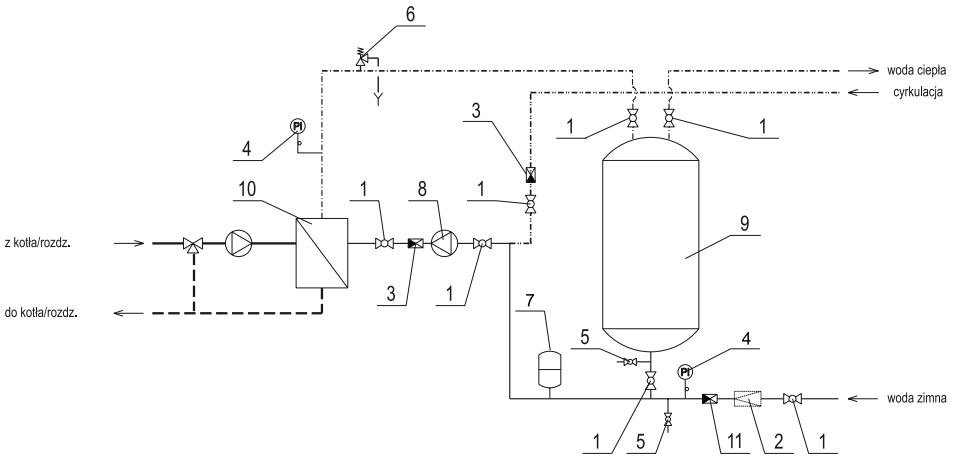
■ Układ zasilania z podgrzewaczem pojemnościowym



Rys. 3.40. Układ z podgrzewaczem pojemnościowym.

1. zawór odcinający,
2. reduktor ciśnienia (w razie potrzeby),
3. zawór zwrotny,
4. manometr,
5. zawór spustowy,
6. zawór bezpieczeństwa,
7. przeponowe naczynie wzbiorcze (zalecane),
8. pompa cyrkulacyjna,
9. podgrzewacz pojemnościowy,
10. zespół zabezpieczający wodę wodociągową przed wtórnym zanieczyszczeniem (zawór antyskażeniowy).

■ Układ z zasobnikiem i z zewnętrznym wymiennikiem ciepła



Rys. 3.41. Układ z zasobnikiem z zewnętrznym wymiennikiem ciepła.

1. zawór odcinający,
2. reduktor ciśnienia (w razie potrzeby),
3. zawór zwrotny,
4. manometr,
5. zawór spustowy,
6. zawór bezpieczeństwa,
7. przeponowe naczynie wzbiorcze (zalecane),
8. pompa ładująco-cyrkulacyjna,
9. zasobnik ciepłej wody,
10. wymiennik ciepła (płytowy),
11. zespół zabezpieczający wodę wodociągową przed wtórnym zanieczyszczeniem (zawór antyskażeniowy).

3.12.4.4. Zabezpieczenie instalacji ciepłej wody

■ Zabezpieczenie przed wzrostem ciśnienia

W przypadku systemu zamkniętego, to jest takiego z jakim mamy do czynienia w omawianych przypadkach przygotowania ciepłej wody stosować należy zawory bezpieczeństwa, otwierające się samoczynnie z chwilą przekroczenia ciśnienia dopuszczalnego [2.13].

Zgodnie z powołanymi w WT [1.1] punktami normy PN-B-02440:1976 [2.13] zawory bezpieczeństwa należy umieszczać:

- bezpośrednio na podgrzewaczu ciepłej wody lub na przewodzie odprowadzającym wodę z podgrzewacza, jeżeli temperatura czynnika grzejnego przekracza 90% temperatury wrzenia wody dla dopuszczonego ciśnienia podgrzewacza,
- na dopływie zimnej wody do podgrzewacza, jeżeli temperatura czynnika grzejnego nie przekracza 90% temperatury wrzenia wody dla dopuszczalnego ciśnienia podgrzewacza.

Pomiędzy podgrzewaczem i zaworem bezpieczeństwa nie wolno montować żadnej armatury odcinającej. Rura odprowadzająca od zaworu bezpieczeństwa powinna mieć średnicę odpowiadającą średnicy wylotu zaworu oraz powinna być odprowadzona bez zasyfonowania ze spadkiem w stronę wpustu kanalizacyjnego lub nad posadzkę wyposażoną we wpust kanalizacyjny. Średnica zaworów bezpieczeństwa oblicza się według wzorów uwzględniających parametry czynnika grzejnego oraz typ stosowanych zaworów.

Dla urządzeń ciepłej wody zasilanych czynnikiem grzejnym o temperaturze do 165°C i ciśnieniu czynnika grzejnego niższym od ciśnienia dopuszczalnego podgrzewacza, jak również dla podgrzewaczy elektrycznych, najmniejszą średnicę kanału dolotowego w zaworze pod grzybem oblicza się według podanej w normie [2.13] zależności:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot G}{3{,}14 \cdot 1{,}59 \cdot \alpha_c \cdot \sqrt{(1{,}1 \cdot p_1 - p_2) \cdot \gamma}}} \quad [mm] \qquad [3.45]$$

gdzie:

G – przepustowość zaworu bezpieczeństwa obliczana według zależności:

$G = 0.16 \cdot V$ [kG/h]

α_c – współczynnik wypływu zaworu bezpieczeństwa, $\alpha_c = 0.35\alpha$

α – współczynnik wypływu zaworu bezpieczeństwa według danych katalogowych wytwórcy podanych dla gazu

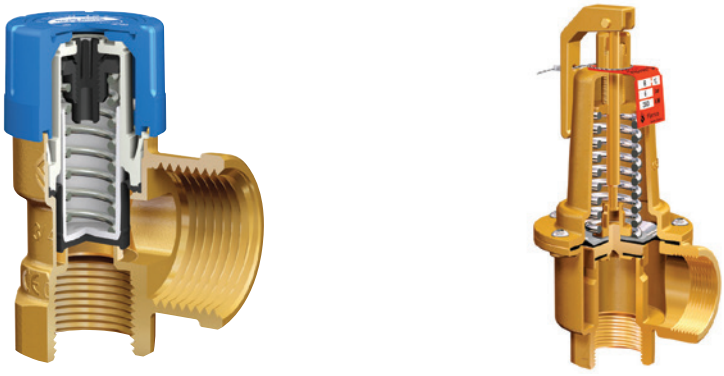
p_1 – ciśnienie dopuszczalne podgrzewacza, [bar]

p_2 – ciśnienie na wylocie z zaworu (przy wylocie do atmosfery $p_2 = 0$), [bar]

γ – ciężar objętościowy wody użytkowej w temperaturze dopuszczalnej tej wody, [kG/m^3]

V – pojemność wodna podgrzewacza lub podgrzewacza i zasobnika ciepłej wody, [dm^3]

Mimo tego, że punkty normy PN-B-02440:1976 dotyczące zabezpieczenia instalacji ciepłej wody są powołane w WT [1.1] Urząd Dozoru Technicznego wymaga, aby podgrzewacze ciepłej wody użytkowej traktować jako kotły wodne i jak dla kotłów obliczać przepustowość zaworu bezpieczeństwa. Moc cieplna podgrzewacza jest określana przez moc cieplną grzałki. Dobór zaworów bezpieczeństwa wg WUDT omówiony jest w p. 3.8.2.1 niniejszego poradnika. Dla urządzeń ciepłej wody stosowane są przede wszystkim membranowe zawory bezpieczeństwa.



Rys 3.42. Zawory bezpieczeństwa ciepłej wody użytkowej Prescor B i Prescor SB [3.72.]

Zawory bezpieczeństwa stosowane jako zabezpieczenie przed nadmiernym wzrostem ciśnienia w instalacji ciepłej wody użytkowej, mimo że konstrukcją odpowiadają zaworom stosowanym w instalacjach c.o., to jednak ze względu na medium z jakim współpracują muszą być wykonane z odmiennych materiałów, pozwalających na uzyskanie Atestu Higienicznego dla kontaktu z wodą przeznaczoną do spożycia. Stanowią więc one odrębną grupę urządzeń. Z tego względu, niedopuszczalne jest stosowanie zaworu dla c.o. w miejsce zaworu c.w.u. Aby ułatwić rozróżnianie, prezentowane w tabeli 3.19 zawory Flamco posiadają w swoim oznaczeniu dodatkową literę "B" przyjmując nazwę Prescor B i Prescor SB. Dodatkowo Prescor B ma pokrętło w kolorze niebieskim w odróżnieniu od czerwonego pokrętła stosowanego przy zaworze Prescor dla ogrzewania.

Ciśnienie otwarcia zaworu nie może być wyższe niż ciśnienie dopuszczalne dla strony sanitarnej każdego z elementów instalacji ciepłej wody użytkowej.

Tabela 3.19. Parametry zaworów bezpieczeństwa ciepłej wody użytkowej firmy Flamco [3.72.]

Typ zaworu	Rozmiar (dopływ)	Ciśnienie otwarcia	Maks. moc źródła ciepła	Najmniejsza średnica kanału	Współczynnik wypływu a przy przyroście ciśnienia początku otwarcia b1		
					dla par i gazów	dla cieczy	dla cieczy
	[cale]	[bar]	[kW]	ϕ [mm]	b1=10%	b1=10%	b1=25%
Prescor B	½	6,0	75	15	0,48	0,41	0,44
	½	8,0			0,49	0,44	0,46
	½	10,0			0,47	0,42	0,43
Prescor B	¾	6,0	150	15	0,70	0,52	0,52
	¾	8,0			0,67	0,50	0,50
	¾	10,0			0,66	0,48	0,50
Prescor B	1	6,0	250	20	0,83	0,63	0,63
	1	8,0			0,82	0,61	0,62
	1	10,0			0,81	0,61	0,62
Prescor SB	1¼	6,0	350	32	0,54	0,18	0,36
	1¼	8,0			0,54	0,18	0,36
	1¼	10,0			0,54	0,18	0,36
Prescor SB	1 ½	6,0	600	36	0,54	0,18	0,36
	1 ½	8,0			0,54	0,18	0,36
	1 ½	10,0			0,54	0,18	0,36
Prescor SB	2	6,0	900	44	0,54	0,18	0,36
	2	8,0			0,54	0,18	0,36
	2	10,0			0,54	0,183	0,36

■ Zabezpieczenie przed wzrostem temperatury

Każdy podgrzewacz wody musi być wyposażony w urządzenie automatycznej regulacji temperatury [2.13]. Regulator ten pozwala na ustawienie żądanej temperatury wody przez użytkownika. W przypadku nadmiernego wzrostu temperatury odcina dopływ czynnika grzewczego do wężownicy, chroni w ten sposób podgrzewacz przed przekroczeniem temperatury. Regulator ten w funkcji temperatury ciepłej wody steruje:

- załączeniem i wyłączeniem pompy ładującej podgrzewacz,
- podaniem i wyłączeniem napięcia na siłownik zaworu termoregulacyjnego,
- w przypadku zaworu bezpośredniego działania stopniem otwarcia zaworu.

■ Uzbrojenie dodatkowe

- **Zespół zabezpieczający wodę wodociągową przed wtórnym zanieczyszczeniem (zawór antyskażeniowy).**
  Zespół ten powinien zabezpieczać przed odpływem wody z urządzenia do przewodu wody zimnej.
- **Reduktor ciśnienia**
  W przypadku występowania dużych wahań ciśnienia w sieci wodociągowej a także gdy ciśnienie w sieci przekracza 6 bar stosować zawory redukcji ciśnienia ustawione poniżej otwarcia zaworu bezpieczeństwa. Zastosowanie reduktora ciśnienia nie wyklucza zastosowania zaworu bezpieczeństwa.
- **Przeponowe naczynie wzbiorcze**
  Stosowanie naczynia przeponowego nie jest obligatoryjne.
  Jednak stosowanie przeponowych naczyń wzbiorczych ma następujące zalety:
  - naczynia magazynują nadmiar wody, który powstaje w wyniku przyrostu objętości właściwej podczas nagrzewania podgrzewacza wody, przez co zapobiega otwieraniu się zaworu bezpieczeństwa i związanych z tym strat wody,
  - naczynia chronią instalację, ponieważ tłumią skoki ciśnienia w układzie.

Firma BIMs PLUS oferuje naczynia wzbiorcze dla instalacji ciepłej wody użytkowej firmy Reflex o nazwie refix DD, DT, DE, DC.
Na rys. 3.43 pokazano sposób włączenia naczyń refix do instalacji.

■ Dobór naczyń typu Refix do instalacji c.w.u.

Różnica między naczyniem przepływowym i nieprzepływowym

Rozróżnia się dwie kategorie naczyń wzbiorczych stosowanych do wody użytkowej: naczynia przepływowe i naczynia nieprzepływowe. Różnica wynika z zastosowania specjalnego przyłącza, które wymusza przepływ wody przez naczynie i zapobiega stagnacji wody, co zmniejsza zagrożenie namnażania się bakterii Legionella.



Refix DT
naczynie przepływowe

Refix DD
naczynie przepływowe

Refix DE
naczynie nieprzepływowe

Refix DE
naczynie nieprzepływowe

Refix DC
naczynie nieprzepływowe

Rys. 3.43. Naczynia wzbiorcze do wody użytkowej typu Refix firmy Reflex [3.74.]

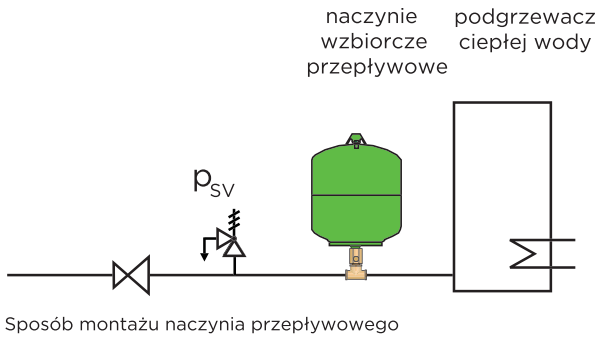
Opis typów

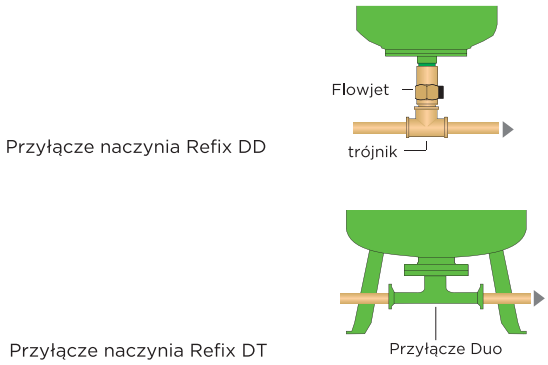
Wszystkie naczynia do wody użytkowej typu Refix posiadają atest PZH, w związku z czym mogą one być stosowane do instalacji c.w.u. Zgodnie z polskimi przepisami w instalacjach wody użytkowej mogą być montowane następujące naczynia wzbiorcze:

Naczynia wzbiorcze przepływowe		Naczynia wzbiorcze nieprzepływowe	
Refix DD	**Refix DT**	**Refix DE**	**Refix DC**
1. Workowa membrana – woda użytkowa gromadzona jest wewnątrz membrany i nie ma kontaktu ze stalowymi ściankami naczynia. 2. Lakierowane zewnętrznie i wewnętrznie, co zapobiega korozji naczynia w przypadku uszkodzenia membrany. 3. Przyłącze zapewniające przepływ wody przez naczynie.	1. Workowa membrana – woda użytkowa gromadzona jest wewnątrz membrany i nie ma kontaktu ze stalowymi ściankami naczynia. 2. Lakierowane zewnętrznie i wewnętrznie, co zapobiega korozji naczynia w przypadku uszkodzenia membrany. 3. Przyłącze zapewniające przepływ wody przez naczynie.	1. Workowa membrana – woda użytkowa gromadzona jest wewnątrz membrany i nie ma kontaktu ze stalowymi ściankami naczynia. 2. Lakierowane zewnętrznie.	1. Półmembrana – części mające kontakt z wodą są zabezpieczone przed korozją. 2. Lakierowane zewnętrznie.

Sposób montażu

Naczynie przepływowe musi być zainstalowane na rurociągu głównym przed podgrzewaczem.
Naczynia nie przepływowe montuje się na rurze wzbiorczej:

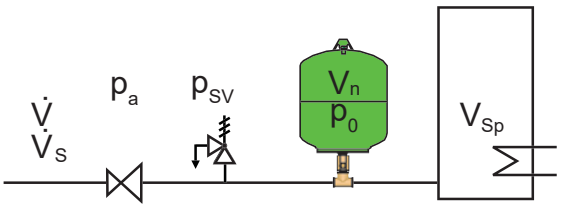




Rys. 3.43. Sposób montażu naczyń przepływowych typu Refix firmy Reflex [3.74.]

Dobór na podstawie pojemności nominalnej Vn

Temperatura wody zimnej na wejściu: 10 °C
Temperatura wody w podgrzewaczu: 60 °C



Ciśnienie wstępne gazu	p_0 = 3,0 bar	Ciśnienie wstępne gazu	p_0 = 4,0 bar
Ciśnienie na reduktorze ciśn.	$p_a \geq$ 3,2 bar	Ciśnienie na reduktorze ciśn.	$p_a \geq$ 3,2 bar

Tabela 3.20. Dobór naczyń wzbiorczych Refix na podstawie pojemności nominalnej V_n [3.74.]

p_{sv} [bar]	6	8	10
V_{sp} [litry]	Poj. nomin. Vn naczynia Refix [litry]		
90	8	8	8
100	8	8	8
120	8	8	8
130	8	8	8
150	8	8	8
180	12	8	8
200	12	8	8
250	12	12	8
300	18	12	12
400	25	18	18
500	25	18	18
600	33	25	18
700	33	25	25
800	60	33	25
900	60	33	25
1.000	60	33	33
1.500	80	60	60
2.000	100	80	80
3.000	200	100	100

p_{sv} [bar]	6	8	10
V_{sp} [litry]	Poj. nomin. Vn naczynia Refix [litry]		
90	8	8	8
100	12	8	8
120	12	8	8
130	12	8	8
150	18	8	8
180	18	8	8
200	18	12	8
250	25	12	12
300	25	18	12
400	33	18	18
500	60	25	18
600	60	33	25
700	60	33	25
800	80	60	25
900	80	60	33
1.000	100	60	60
1.500	200	80	60
2.000	200	100	80
3.000	300	200	100

Dobór na podstawie maksymalnego strumienia przepływu V_s

W przypadku przepływowych naczyń wzbiorczych do wody użytkowej nie wystarczy samo obliczenie pojemności całkowitej V_n. Należy dodatkowo sprawdzić, czy nie zostanie przekroczony maksymalny strumień przepływu V_s i jakie będą straty ciśnienia Δp.
W przypadku naczyń Refix DD, jeżeli wymagane jest przyłącze o większej średnicy, należy zastosować naczynie Refix DT.

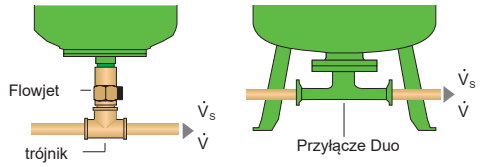


Tabela 3.21. Dobór naczyń wzbiorczych Refix na podstawie maksymalnego strumienia przepływu V_s [3.74.]

Dostępne przyłącza		Zalecany maksymalny strumień przepływu $\dot{V}_s$*	Rzeczywiste straty ciśnienia Δp dla strumienia przepływu $\dot{V}$
Refix DD	**8 – 33 litrów**		
z armaturą Flowjet lub trójnikiem	Rp ¾" - w standardzie	≤ 2,5 m³/h	$\Delta p = 0{,}03\ \text{bar} \times \left(\frac{\dot{V}\ \text{m}^3/\text{h}}{2{,}5\ \text{m}^3/\text{h}}\right)^2$
trójnik	Rp 1" - we własnym zakr.	≤ 4,2 m³/h	wartość pomijalna
Refix DT	**60 – 500 litrów**		
Flowjet Rp 1¼"		≤ 7,2 m³/h	$\Delta p = 0{,}04\ \text{bar} \times \left(\frac{\dot{V}\ \text{m}^3/\text{h}}{7{,}2\ \text{m}^3/\text{h}}\right)^2$
Refix DT	**80 – 3000 litrów**		
Przyłącze Duo DN 50		≤ 15 m³/h	$\Delta p = 0{,}14\ \text{bar} \times \left(\frac{\dot{V}\ \text{m}^3/\text{h}}{15\ \text{m}^3/\text{h}}\right)^2$
Przyłącze Duo DN 65		≤ 27 m³/h	$\Delta p = 0{,}11\ \text{bar} \times \left(\frac{\dot{V}\ \text{m}^3/\text{h}}{27\ \text{m}^3/\text{h}}\right)^2$
Przyłącze Duo DN 80		≤ 36 m³/h	wartość pomijalna
Przyłącze Duo DN 100		≤ 56 m³/h	wartość pomijalna
Refix DE, DC (naczynie nieprzepływowe)		bez ograniczeń	Δp = 0

* ustalony dla prędkości 2 m/s

3.12.4.5. Pompy i przewody cyrkulacyjne w instalacji ciepłej wody

W przypadku przygotowania ciepłej wody w podgrzewaczu pojemnościowym stosuje się pompy cyrkulacyjne montowane na przewodzie cyrkulacyjnym.

Ilość wody cyrkulacyjnej można określać na podstawie strat ciepła w przewodach rozprowadzających (w okresie braku rozbioru) wg następującego wzoru:

$$q_{mc} = \frac{Q_r}{\Delta_{tr} \cdot c} \ [kg/s] \qquad [3.46]$$

gdzie:
Q_r – straty ciepła w przewodach [kW]
Δ_{tr} – obliczeniowy spadek temperatury wody w przewodach rozprowadzających, który należy przyjmować do 5 K
c – ciepło właściwe wody, równe 4,19 kJ/(kg K)

Wskazanym jest, aby tak określoną ilość wody cyrkulacyjnej porównać z wartością otrzymaną ze wzoru:

$$q_{Vc} = \frac{Vp \cdot u}{3{,}6} \ [dm^3/s] \qquad [3.47]$$

gdzie:
u – stopień cyrkulacji, należy przyjmować u = 3 do 5 na godzinę
V_p – objętość wody w przewodach zasilających i cyrkulacyjnych [m^3]

Do doboru pompy należy przyjąć większą z obliczonych wartości.
W tabeli 3.20. podano orientacyjne średnice przewodów cyrkulacyjnych zależnie od średnicy przewodów zasilających.

Tabela 3.20. Średnice przewodów cyrkulacyjnych

Średnice przewodu	
zasilającego mm	cyrkulacyjnego mm
15 – 25	15 – 20
32 – 50	20 – 25
65 – 80	25 – 32
100	40

W sposób uproszczony przepływ wody cyrkulacyjnej można ustalić przyjmując 20% maksymalnego przepływu sekundowego wody ciepłej, który ustala się tak samo jak dla wody zimnej [2.62].

W przypadku przygotowania ciepłej wody w zasobniku z zewnętrznym wymiennikiem ciepła stosuje się pompy ładująco-cyrkulacyjne. Pompa ładująco-cyrkulacyjna pełni dwie funkcje: ładowania zasobnika ciepłej wody i utrzymywania krążenia wody w instalacji ciepłej wody w przypadku zmniejszenia lub zaniku poboru.

Jej orientacyjny wydatek można określić z wzoru:

$$q_v = \beta \cdot q_{vcw}^{max} \ [dm^3/h] \qquad [3.48]$$

gdzie:
q_{vcw}^{max} – maksymalny rozbiór ciepłej wody [dm^3/h]
β – współczynnik redukcji zależny od pojemności zasobnika, należy przyjmować $0{,}5 \leq \beta \leq 0{,}8$

3.12.4.6. Termostatyczne zawory regulacyjne dla przewodów cyrkulacyjnych

Jak wynika z doświadczeń firm zajmujących się rozliczaniem ciepła i wody, w dużej liczbie budynków na terenie całego kraju nawet do 50% energii cieplnej dla potrzeb c.w. może być tracone na cyrkulację. Urządzeniami umożliwiającymi regulację hydrauliczną oraz zaoszczędzenie znacznej ilości energii cieplnej, są termostatyczne zawory cyrkulacyjne c.w. montowane na pionach instalacji c.w. w budynkach wielorodzinnych.

Zastosowanie termostatycznych zaworów cyrkulacyjnych niesie za sobą następujące korzyści:
- obniżenie temperatury wody cyrkulacyjnej w instalacji do niezbędnego minimum, w związku z tym mniejsze straty ciepła,
- wyrównanie temperatur ciepłej wody w poszczególnych punktach instalacji,
- zmniejszenie zużycia wody z tytułu niespuszczania jej w oczekiwaniu na odpowiednią temperaturę,
- pompy cyrkulacyjne zużywają mniej energii, tylko tyle, ile wynika ze strat ciepła,

3.12.4.7. Przygotowanie ciepłej wody a technika kondensacyjna

Podgrzewanie c.w.u. może nieco „psuć" efektywność techniki kondensacyjnej. Jednakże fakt ten nie może być decydujący podczas wyboru kotła. Liczba godzin pracy palnika do potrzeb c.o. jest oceniana na około 1500 ÷ 1800 godzin rocznie, a do potrzeb c.w.u. – 200 ÷ 400 h/a. Jednak tu także poszukuje się rozwiązań zwiększających sprawność układu.

Bardzo dobrym rozwiązaniem jest zastosowanie dla potrzeb c.w.u. tzw. zasobników warstwowych.
Celem każdego nowo konstruowanego kotła, spełniającego podwyższone wymagania, jest wykorzystanie ciepła kondensacji w trakcie przygotowania c.w.u. Dzięki kotłowi kondensacyjnemu BBS EVO oraz BBK EVO firmy Brötje cel ten został osiągnięty. Podstawowym warunkiem wykorzystania ciepła kondensacji jest niska temperatura wody powrotnej. W zintegrowanym podgrzewaczu warstwowym poprzez rozmieszczenie króćców odpływu ciepłej i dopływu zimnej wody następuje rozdzielenie ciepłej i zimnej wody. W podgrzewaczu warstwowym wykorzystywany jest specjalny system ładowania. Zimna woda pobierana z dołu zasobnika przepływa przez płytowy wymiennik ciepła, w nim podgrzewana i ładowana od góry do podgrzewacza warstwowego. Aby zapewnić rozdzielenie warstw ciepłej i zimnej wody w podgrzewaczu, wielkość strumienia objętości regulowany jest poprzez zaślepkę. Dzięki dużej powierzchni płytowego wymiennika ciepła, który pracuje w przeciwprądzie, woda grzewcza zostaje schłodzona do temperatury, która jest o kilka stopni wyższa od temperatury zimnej wody. W celu uniknięcia wymieszania w podgrzewaczu warstwowym zimnej i ciepłej wody, jej ładowanie następuje przy niewielkich prędkościach przepływu. Skutkiem tego jest praca przy zmniejszonej mocy kotła, co prowadzi do zwiększenia sprawności i zmniejszenia emisji substancji szkodliwych.

3.12.4.8. Zabezpieczenie przed namnażaniem bakterii Legionella

WT [1.1] wymagają, aby istniała możliwość okresowej dezynfekcji termicznej instalacji przy temperaturze wody nie niższej niż 70°C i nie wyższej niż 80°C.

Węzeł ciepłej wody z podgrzewaczem pojemnościowym jest szczególnie narażony na rozwój bakterii Legionella. Dla tego rodzaju węzła zaleca się:
- stosowanie cyrkulacji pompowej bez względu na rozległość instalacji;
- połączenie przewodu cyrkulacyjnego do przewodu wlotowego wody zimnej do podgrzewacza lub zasobnika ciepłej wody jak przedstawiono na rys. 3.41,
- umiejscowienie wlotu wody zimnej do podgrzewacza pojemnościowego lub zasobnika c.w. w jego najniższej części, a rozwiązanie konstrukcyjne wlotu powinno wymuszać przepływ wody przy powierzchni dna zbiornika dla utrudnienia gromadzenia się osadów.

3.13. Paliwa gazowe

3.13.1. Rodzaje gazów palnych i ich własności

3.13.1.1. Gaz ziemny

Paliwa gazowe stosowane w gospodarce komunalnej w kraju i rozprowadzane wspólną siecią są objęte Polską Normą PN-C-04750:2011P. [2.17]. Zgodnie z tą normą paliwa w zależności od sposobu ich pozyskiwania dzieli się na 4 rodziny, które z kolei obejmują kilka grup.

Wśród paliw gazowych spalanych w nowoczesnych kotłach podstawowe znaczenie ma gaz ziemny. Gaz ziemny jest paliwem gazowym pochodzącym ze złóż naturalnych, którego podstawowym składnikiem palnym jest metan.

Gaz ziemny dostarczany odbiorcom z sieci dystrybucyjnej musi spełniać wymagania normy PN-C-04753:2011P [2.18].

Tabela 3.21. Wymagania dotyczące gazu ziemnego dostarczanego odbiorcom z sieci dystrybucyjnej

Wielkość charakteryzująca jakość gazu	Jednostka	Wymagane wartości		
		Grupa		
		Ls (GZ 35)	Lw (GZ 41,5)	E (GZ 50)
Górna liczba Wobbego – wartość nominalna – dopuszczalny zakres zmienności	MJ/m^3	35,1 32,6 – 37,6	41,3 37,6 – 45,1	53,6 45,1 – 57,0
Ciepło spalania nie mniejsze niż	MJ/m^3 kWh/m^3	26,1 7,25	30,1 8,36	34,1 9,47
Wartość opałowa nie mniejsza niż	MJ/m^3 kWh/m^3	24,0 6,66	27,0 7,50	31,0 8,61
Ciśnienie przed urządzeniami gazowymi: – wartość nominalna – dopuszczalne wahania	kPa	1,3 + 0,3 / - 0,25	2,0 + 0,3 / - 0,25	2,0 + 0,5 / - 0,4

Podane wartości liczby Wobbego, ciepła spalania i wartości opałowej odnoszą się do warunków odniesienia określanych jako normalne: T = 273,15 K (0°C), p = 101,325 kPa

3.13.1.2. Podział gazociągów zależnie od ciśnienia

Rozróżnia się gazociągi [1.2]:
- niskiego ciśnienia $p \leq 10$ kPa = 0,01 MPa ~ 100 mmbar = 0,1 bar,
- średniego ciśnienia 10 kPa $< p <$ 500 kPa = 0,5 MPa ≈ 5000 mmbar = 5 bar,
- podwyższonego średniego ciśnienia 500 kPa $< p \leq$ 1600 kPa = 1,6 MPa ≈ 16 bar,
- wysokiego ciśnienia $p >$ 1600 kPa = 1,6 MPa ≈ 16 bar.

3.13.1.3. Gazy skroplone (płynne)

Coraz większego znaczenia nabierają gazy węglowodorowe (skroplone C3 – C4) – stanowiące mieszaniny węglowodorów, składające się głównie z propanu i butanu. Są one otrzymywane z gazu ziemnego mokrego lub gazów rafineryjnych. Mieszaniny te w temperaturze około 293 K (20°C) pod ciśnieniem par własnych są cieczami.

Zaliczone zostały one wg. klasyfikacji paliw gazowych PN – C – 04750: 2011P do trzeciej rodziny i dzielą się na trzy grupy:
- B (butan techniczny),
- B/P (propan – butan),
- P (propan techniczny).

Największe praktyczne znaczenie w ogrzewnictwie ma propan techniczny, który jest skroplonym gazem węglowodorowym, zakwalifikowanym do materiałów niebezpiecznych w klasie 2 i klasie wybuchowości IIA, o gęstości względem powietrza 1,56 i granicy wybuchowości od 2,1% do 10,0%. W tab. 3.22. podano wymagania dla gazów.

Tabela 3. 22. Wymagania dotyczące gazów skroplonych wg PN-C-96008:1998

Wymagania	Rodzaj		
	Butan techniczny B	Propan-butan B/P	Propan techniczny P
Wartość opałowa [kJ/kg] nie mniejsza niż: [kWh/kg]	44 800 12,44	45 220 12,56	45 640 12,68
Gęstość w temperaturze 15,6°C [t/m^3] nie mniejsza niż:	0,564	0,500	0,495
Prężność absolutna par [MPa]: w tem. -15°C nie mniej niż: w tem. 40°C nie więcej niż: w tem. 70°C nie więcej niż:	 – 0,47 1,08	 0,100 – 2,55	 0,20 – 3,04

Tabela 3.23. Wymagane ciśnienie gazów skroplonych przed palnikami kotłów Brötje

	Butan techniczny B	Propan-butan B/P	Propan techniczny P
Ciśnienie nominalne gazu przed aparatami gazowymi [kPa]	3,6	3,6	3,6
Dopuszczalne wahania ciśnienia [kPa]	+0,8 -0,7	+0,8 -0,7	+0,8 -0,7

3.13.2. Instalacja paliwowa kotłowni opalanej gazem o gęstości względnej mniejszej od 1 – gaz ziemny

W WT [1.1] podano warunki instalowania kotłowni w budynkach, w tym mieszkalnych, zamieszkania zbiorowego bądź też użyteczności publicznej (p.3.3 niniejszego Poradnika).

Określono również warunki wykonania instalacji gazowych, służących między innymi do zasilania kotłowni, jak też lokalizację kurków głównych i gazomierzy.

Istotnym przepisem dotyczącym instalacji gazowych dla kotłowni jest § 157, którego odpowiednie ustępy stanowią co następuje:

§ 157.

1. *W przewodach gazowych, doprowadzających gaz do zewnętrznej ściany budynku mieszkalnego, zamieszkania zbiorowego, użyteczności publicznej i rekreacji indywidualnej, nie powinno być ciśnienia wyższego niż 500 kPa, a do ścian zewnętrznych pozostałych budynków wyższego niż 1600 kPa.*
2. *Instalacja gazowa w budynku powinna zapewniać doprowadzenie paliwa gazowego w ilości odpowiadającej potrzebom użytkowników oraz odpowiednią wartość ciśnienia przed urządzeniami gazowymi, zależną od rodzaju paliwa gazowego zastosowanego do zasilania budynku, określoną Polską Normą dotyczącą paliw gazowych, przy czym ciśnienie to nie powinno być wyższe niż 5 kPa[1)].*
3. *Instalacja gazowa w budynku o wysokości większej niż 35 m ponad poziomem terenu może być doprowadzona tylko do pomieszczeń technicznych, w których są zainstalowane urządzenia gazowe, usytuowanych w piwnicy lub na najniższej kondygnacji nadziemnej, a także na najwyższej kondygnacji budynku lub nad tą kondygnacją, pod warunkiem zastosowania urządzeń stabilizujących ciśnienie gazu.*
7. *W budynku niskim, mającym w mieszkaniach instalację zasilaną gazem płynnym, dopuszcza się usytuowanie kotłowni gazowej zasilanej z sieci gazowej.*

Natomiast przepisy rozporządzenia Ministra Gospodarki w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać sieci gazowe i ich usytuowanie [1.2] stosuje się przy projektowaniu, budowie, przebudowie sieci gazowej służącej do transportu gazu ziemnego. Warunki techniczne sprecyzowane w tym rozporządzeniu dotyczą gazociągów, stacji gazowych, zespołów gazowych na przyłączach, punktów gazowych, tłoczni gazowych, magazynów gazu ziemnego oraz zakładów górniczych wydobywających gaz ziemny. Rozdział 4 tego rozporządzenia określa zasadnicze warunki podłączenia instalacji do sieci gazowej jakie stanowią zespół gazowy na przyłączu o strumieniu gazu do 300 m^3/h i punkt gazowy o strumieniu gazu do 60 m^3/h.
O określenie technicznych warunków zasilania występuje do dostawcy gazu inwestor, właściciel lub zarządca kotłowni z formalnym pisemnym wnioskiem po wcześniejszym otrzymaniu zapewnienia dostawy paliwa gazowego.
Szczegółowe wymagania co do technicznego rozwiązania przyłącza gazowego zawarte są w rozporządzeniu WT [1.1]. W interesującej nas tematyce zasilania kotłów wskazanym jest przywołanie następujących paragrafów:

§ 159.

1. *Instalacja gazowa budynku zasilanego z sieci gazowej powinna mieć zainstalowany na przyłączu kurek główny, umożliwiający odcięcie dopływu gazu.*
2. *Kurek główny powinien być zainstalowany na zewnątrz budynku w wentylowanej szafce co najmniej z materiału trudno zapalnego przy ścianie, we wnęce ściennej lub w odległości nieprzekraczającej 10 m od zasilanego budynku, w miejscu łatwo dostępnym i zabezpieczonym przed wpływami atmosferycznymi, uszkodzeniami mechanicznymi i dostępem osób niepowołanych.*
3. *W zabudowie jednorodzinnej, zagrodowej i rekreacji indywidualnej dopuszcza się instalowanie kurka głównego w odległości większej niż 10 m od zasilanego budynku, w wentylowanej szafce, usytuowanej w linii ogrodzenia od ulicy lub ogólnego ciągu pieszego z dostępem do niej od strony zewnętrznej działki budowlanej.*
4. *W budynkach o charakterze monumentalnym dopuszcza się instalowanie kurków głównych w miejscach łatwo dostępnych z zewnątrz, niebędących pomieszczeniami, np. w podcieniach, prześwitach, bramach, w odległości nie większej niż 2 m od lica zewnętrznego budynku.*
5. *Odległość kurka głównego, montowanego na ścianie lub we wnęce ściany budynku, od poziomu terenu oraz najbliższej krawędzi okna, drzwi lub innego otworu w budynku powinna wynosić co najmniej 0,5 m.*
7. *W zabudowie śródmiejskiej dopuszcza się instalowanie kurka głównego przed budynkiem, poniżej poziomu terenu, pod warunkiem zachowania wymagań właściwych dla armatury zaporowej montowanej na gazociągach sieci gazowych.*
8. *Miejsce usytuowania kurka głównego powinno być jednoznacznie oznakowane. Na budynkach mających więcej niż jeden kurek główny należy umieścić informację o liczbie i miejscach ich zainstalowania*

1) PN-C-04753:2011 Gaz ziemny - Jakość gazu dostarczonego odbiorcom z sieci dystrybucyjnej (w zakresie rozdziału 2), PN-C-96008:1998 Przetwory naftowe – Gazy węglowodorowe – Gazy skroplone C3 – C4 (w zakresie rozdziału 3)

§ 162.
Urządzenia redukcyjne mogą być instalowane wyłącznie na zewnątrz budynku i powinny być zabezpieczone przed dostępem osób niepowołanych i uszkodzeniami mechanicznymi.

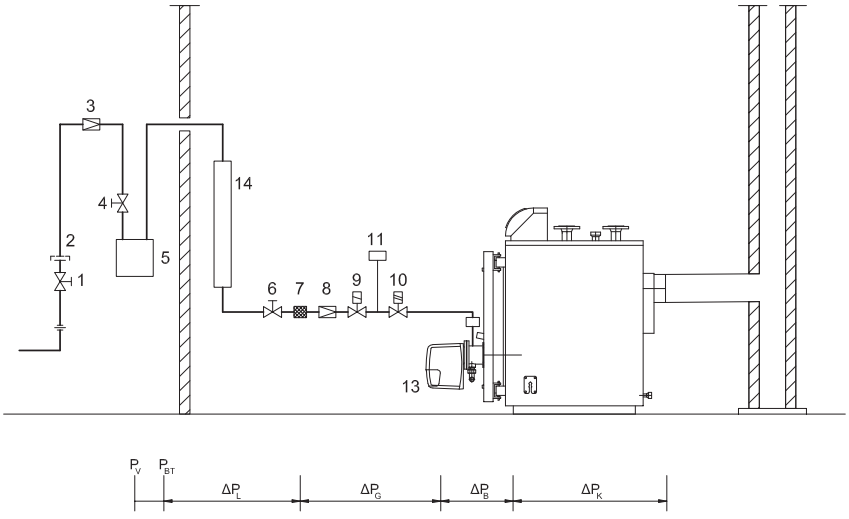
§ 166.
4. Gazomierze mogą być instalowane:
1) w szafkach z materiałów co najmniej trudno zapalnych, z otworami wentylacyjnymi:
a) na klatkach schodowych lub korytarzach ogólnych,
b) na zewnątrz budynku, razem z kurkiem głównym instalacji gazowej, z zachowaniem warunków określonych w § 159 i § 160;

§ 160
1. W przypadku gdy z jednego przyłącza jest zasilany więcej niż jeden budynek, oprócz kurka głównego, należy zastosować odrębne zawory nie będące kurkami głównymi, odcinające dopływ gazu do każdego z tych budynków.
2. W zabudowie jednorodzinnej, zagrodowej i rekreacji indywidualnej, gdy kurek główny jest zainstalowany w linii ogrodzenia w odległości większej niż 10 m, należy na ścianie budynku dodatkowo zastosować zawór odcinający.
3. Zawory odcinające, o których mowa w ust. 1 i 2, powinny spełniać wymagania określone w §158 ust. 6.

§ 158
6. Zawór odcinający dopływ gazu do budynku, będący elementem składowym urządzenia sygnalizacyjno-odcinającego, powinien być instalowany poza budynkiem, między kurkiem głównym a wprowadzeniem przewodu do budynku.

3.13.3. Obliczenie strat ciśnienia ścieżki gazowej od licznika do urządzenia

Procedura przy obliczaniu instalacji gazowej jest następująca:
- wyznaczenie zapotrzebowania na gaz (bilans gazu)
- obliczenie spadków ciśnienia (Dpi) na poszczególnych odcinkach instalacji



1. kurek główny,
2. połączenie antywibracyjne,
3. reduktor ciśnienia,
4. zawór,
5. gazomierz,
6. zawór,
7. filtr,
8. reduktor ciśnienia,
9. zawór elektromagnetyczny bezpieczeństwa,
10. zawór elektromagnetyczny regulacyjny,
11. układ kontroli szczelności,
12. zawór klapowy gazu,
13. palnik,
14. bufor gazu.

P_v - ciśnienie zasilania

Rys. 3.44. Schemat obliczeniowy ścieżki gazowej

Przy doborze ścieżki zasilania gazowego należy określić maksymalny dopuszczalny spadek ciśnienia na armaturze. Oblicza się go ze wzoru:

$$\Delta p_{Gmaks} = p_{BT} - \Delta p_L - \Delta p_B - \Delta p_K \quad [3.49]$$

gdzie:
p_{BT} – ciśnienie dyspozycyjne
Δp_L – spadek ciśnienia w przewodzie gazowym wg tabeli 3.24
$\Delta p_{Gmaks.}$ – maksymalny spadek ciśnienia na armaturze
Δp_B – spadek ciśnienia w zespole palnika
Δp_K – nadciśnienie w kotle

Ostatnim krokiem w obliczeniach jest porównanie wyznaczonych spadków ciśnienia w poszczególnych odcinkach instalacji (Δp_{obl}) z granicznymi dopuszczalnymi wartościami spadków ciśnienia (Δp_{dop}). Wg tabeli 3.24. przedstawione zostały dopuszczalne spadki ciśnienia w instalacji oraz wymagane ciśnienie określonych rodzajów gazów palnych, przed urządzeniami gazowymi - zgodnie z normą PN-C-04753:2011.

$$\Delta p_{dop} \geq \Delta p_{obl} \qquad [3.50]$$

Średnice rur w projektowanej instalacji są dobrane optymalnie, jeżeli maksymalny obliczeniowy spadek ciśnienia Δp_{obl} jest bliski wartości dopuszczalnej Δp_{dop}, czyli:

$$\Delta p_{obl}^{max} \approx \Delta p_{dop} \qquad [3.51]$$

Tabela 3.24. Wymagane ciśnienie gazu przed urządzeniami gazowymi i dopuszczalne spadki ciśnienia w instalacji w hPa (mbar) (bez spadku ciśnienia na gazomierzu) [3.77.]

Rodzaje gazu	Ciśnienie przed urządzeniami hPa (mbar)			Spadki ciśnienia w instalacji z przyłączem o ciśnieniu	
	nominalne	maksymalne	minimalne	niskim	średnim
Ziemny Ls (GZ 35)	13	16	10,5	1	1,5
Ziemny Lw (GZ 41,5)	20	23	17,5	1	1,5
Ziemny E (GZ 50)	20	25	16	1,5	2,0

Uwaga: Wyznaczony spadek ciśnienia w instalacji (Δp_{obl}) nie uwzględnia spadku ciśnienia na gazomierzu, który odczytuje się z karty katalogowej opracowanej przez producenta urządzenia.

Prawidłowe zaprojektowanie instalacji gazowej pozwala na uniknięcie wielu problemów przy eksploatacji urządzeń energetycznych, zasilanych z tej instalacji.

Jednym z istotnych zagadnień jest odpowiedni dobór pojemności akumulacyjnej instalacji gazowej. Reduktor gazu zasilający daną instalację posiada pewną bezwładność w czasie jego włączania, stąd zarówno po nagłym włączeniu lub wyłączeniu się urządzenia energetycznego (np. palnika) może dojść (przy zbyt małej pojemności akumulacyjnej instalacji) do:

- przyrostu ciśnienia gazu w instalacji przekraczającego wartość maksymalnej nastawy zaworu szybkozamykającego lub nastawy urządzeń kontrolno-sterujących pracą palnika
- spadku ciśnienia gazu w instalacji poniżej minimalnej nastawy zaworu szybkozamykającego lub nastawy urządzeń kontrolno-sterujących pracą palnika gazowego.

W tym przypadku istotny jest właściwy dobór pojemności instalacji gazowej (przy założeniu że instalacja została prawidłowo zaprojektowana i sprawdzona pod względem hydraulicznym).
Generalnie przyjmuje się zasadę, by reduktor był nieco przewymiarowany i miał maksymalną przepustowość wyższą przynajmniej o 15% w stosunku do zapotrzebowania odbiornika gazu. Zbyt duże przewymiarowanie reduktora jest niekorzystne przede wszystkim ze względów ekonomicznych.

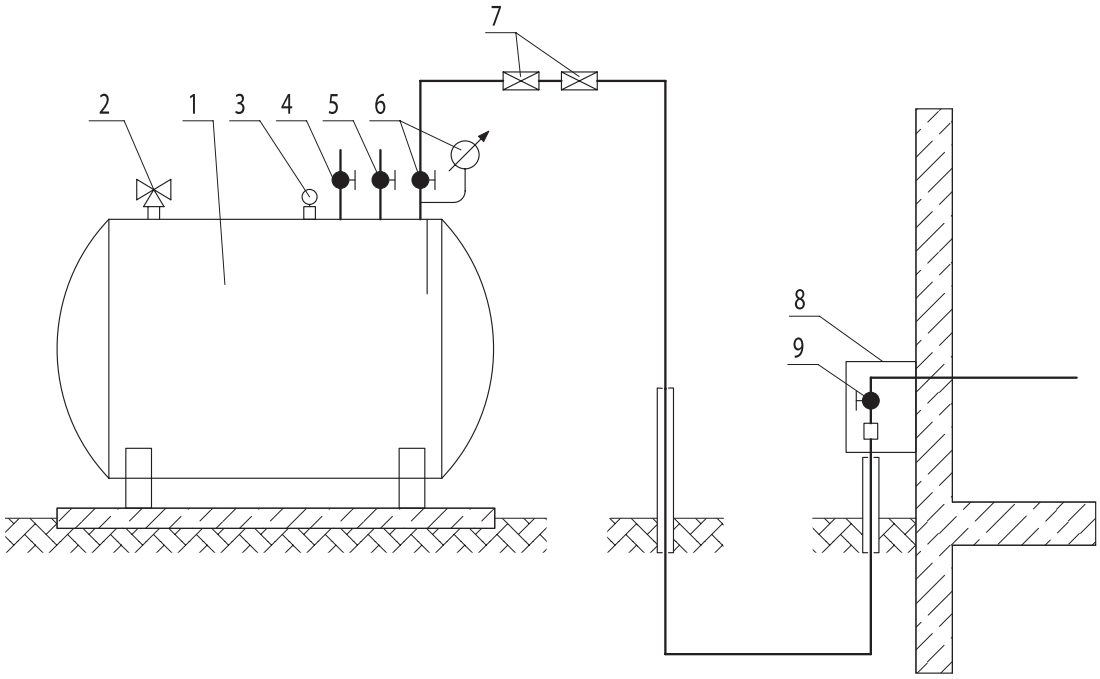
Natomiast pojemność akumulacyjna instalacji powinna spełniać następujący warunek (wg doświadczeń firm produkujących urządzenia redukcyjne):

$$V_i = (3‰ \text{ do } 5‰) \cdot q_v \quad [m^3] \qquad [3.52]$$

gdzie:
q_v – nominalne zapotrzebowanie na gaz odbiornika w Nm^3/h (im wyższa przepustowość reduktora w stosunku do zapotrzebowania odbiornika tym można przyjąć niższą wartość współczynnika podanego w promilach).

W wyniku obliczenia akumulacyjności ścieżki gazowej otrzymujemy wymaganą pojemność buforu gazu. Buforem jest zazwyczaj rura o średnicy parokrotnie większej od średnicy gazociągu zasilającego palnik i o odpowiedniej długości wynikającej z obliczonej pojemności buforu.

3.13.4. Instalacja paliwowa kotłowni opalana gazem o gęstości względnej równej i większej od 1 – gaz płynny



Rys. 3.46. Schemat doprowadzenia gazu płynnego do budynku.

15. zbiornik,
16. zawór bezpieczeństwa wydmuchowy,
17. wskaźnik poziomu fazy ciekłej,
18. zawór napełniający,
19. zawór poboru fazy ciekłej,
20. zawór poboru fazy gazowej z manometrem,
21. zestaw redukcyjny z zaworem bezpieczeństwa (odcinający),
22. szafka gazowa,
23. kurek główny (ogniowy).

Zasilenie kotłowni gazem cięższym od powietrza odbywa się ze zbiornika stacjonarnego. Ze względu na ciśnienia panujące w zbiorniku, instalacja doprowadzająca paliwo do budynku wymaga zainstalowania reduktora ciśnienia gazu. Przykładowy schemat instalacji doprowadzającej gaz płynny do budynku pokazano na rysunku 3.46.
Zbiorniki na gaz płynny zasilające instalację w budynku mogą być lokalizowane jako:

- zbiorniki naziemne,
- zbiorniki podziemne przykryte warstwą ziemi min. 500 mm,

Wymagane odległości podane są w p. 3.13.5 Poradnika.

Wyposażenie instalacji.
Każda instalacja jest wyposażona w co najmniej jedno urządzenie regulacyjne ciśnienia wg DIN 4811 (przy średnicy nominalnej większej niż DN 25 – także DIN 3380).
Wobec tego, że w zakresie gospodarstw domowych i przemysłu ciśnienia wyjściowe nastawia się głównie na 50 mbar, zaleca się dwustopniową regulację ciśnienia gazu w celu otrzymania na wyjściu jego możliwie równomiernego poziomu.

Urządzenia regulacyjne pierwszego stopnia redukują ciśnienie panujące w zbiorniku względnie butli od (0,5-10 bar) do 0,5-0,7 bar. Urządzenie regulacyjne ciśnienia dla pierwszego stopnia trzeba zainstalować bezpośrednio przy zbiorniku. Drugie urządzenie regulacyjne ciśnienia można zainstalować przed albo za wprowadzeniem do budynku. Jeżeli pierwsze urządzenie regulacyjne nie zostanie zainstalowane bezpośrednio przy zbiorniku, to przewody gazowe do niego prowadzące muszą być zwymiarowane na PN 25 bar.

Domowe urządzenia regulacyjne dla ciśnienia nominalnego 50 mbar muszą termicznie dać się wyżej obciążyć i powinny być oznaczone literą „t". Urządzenia regulacyjne dla natężeń przepływu przekraczających 1,5 kg/h i dla ciśnienia nominalnego 50 mbar, muszą być wyposażone w SAV i SBV (zawory odcinające bezpieczeństwa i zawory wydmuchowe bezpieczeństwa). Przed urządzeniem regulacyjnym ciśnienia dla drugiego stopnia wzgl. przed SAV należy zainstalować filtr gazu (o ile sam SAV go nie zawiera).

3.13.5. Warunki lokalizowania zbiorników z gazem skroplonym

WT [1.1] określają warunki sytuowania zbiorników z gazem płynnym służącym do zasilania instalacji gazowych w budynkach. Warunki te zawarte są w paragrafie 179, który brzmi jak następuje:

§ 179

1. *Instalacje gazowe w budynkach lub w zespole budynków mogą być zasilane z jednego zbiornika z gazem płynnym lub grupy takich zbiorników.*
2. *Liczba zbiorników naziemnych w grupie nie powinna przekraczać 6 sztuk, a ich łączna pojemność 100 m³. Odległość pomiędzy grupami zbiorników naziemnych powinna wynosić:*
   1) *7,5 m – w przypadku, gdy łączna pojemność zbiorników w grupie nie przekracza 30 m³,*
   2) *15 m – w przypadku, gdy łączna pojemność zbiorników w grupie przekracza 30 m³.*
3. *Zbiorniki gazu płynnego nie mogą być sytuowane w zagłębieniach terenu, w miejscach podmokłych oraz w odległości mniejszej niż 5 m od rowów, studzienek lub wpustów kanalizacyjnych.*
4. *Dopuszczalną odległość zbiorników z gazem płynnym od budynków mieszkalnych, budynków zamieszkania zbiorowego oraz budynków użyteczności publicznej, a także między zbiornikami, określa poniższa tabela:*

Nominalna pojemność zbiornika w m³	*Odległość budynków mieszkalnych, budynków zamieszkania zbiorowego i budynków użyteczności publicznej od:*		*Odległość od sąsiedniego zbiornika naziemnego lub podziemnego w m*
	Zbiornika naziemnego w m	*Zbiornika podziemnego w m*	
1.	*2.*	*3.*	*4.*
do 3	*3*	*1*	*1*
powyżej 3 do 5	*5*	*2,5*	*1*
powyżej 5 do 7	*7,5*	*3*	*1,5*
powyżej 7 do 10	*10*	*5*	*1,5*
powyżej 10 do 40	*20*	*10*	*¼ sumy średnic dwóch sąsiednich zbiorników*
powyżej 40 do 65	*30*	*15*	
powyżej 65 do 100	*40*	*20*	

5. *Dopuszczalna odległość zbiorników z gazem płynnym od budynków produkcyjnych i magazynowych powinna wynosi dla zbiorników o pojemności:*
   1) *do 10 m³ – nie mniej niż odległość określona w tabeli w ust. 4 w kolumnach 2 i 3,*
   2) *powyżej 10 m³ – nie mniej niż połowa odległości określonej w tabeli w ust. 4 w kolumnach 2 i 3.*
6. *Odległość zbiorników z gazem płynnym od granicy działki budowlanej z tymi zbiornikami powinna być nie mniejsza niż połowa odległości określonej w tabeli w ust. 4 w kolumnach 2 i 3, przy zachowaniu wymaganej odległości od budynku danego rodzaju.*
7. *Odległości określone w tabeli w ust. 4 w kolumnie 2 mogą być zmniejszone do 50% w przypadku zastosowania wolno stojącej ściany oddzielenia przeciwpożarowego o klasie odporności ogniowej co najmniej R E I 120, usytuowanej pomiędzy zbiornikiem z gazem płynnym a budynkiem. Wymiary wolno stojącej ściany oraz jej odległość od zbiornika powinny być tak dobrane, aby osłonić zbiornik od tej części budynku, która znajduje się w odległości mniejszej niż określona w tabeli w ust. 4 w kolumnie 2 od dowolnego punktu zbiornika.*
8. *Dla zbiornika z gazem płynnym o pojemności do 10 m³ zmniejszenie jego odległości od budynku, o której mowa w ust. 7, może mieć miejsce również wówczas, gdy pionowy pas ściany tego budynku o szerokości co najmniej równej rzutowi równoległemu zbiornika, powiększonej po 2 m z obu jego stron, oraz o wysokości równej wysokości budynku będzie miał klasę odporności ogniowej co najmniej R E I 120 i w tym pasie ściany nie będą znajdowały się otwory okienne i drzwiowe*
9. *Odległość zbiornika z gazem płynnym od rzutu poziomego skrajnego przewodu elektroenergetycznej linii napowietrznej, a także od szyny zelektryfikowanej linii kolejowej lub tramwajowej powinna wynosić co najmniej:*
   1) *3 m – przy napięciu linii elektroenergetycznej lub sieci trakcyjnej do 1 kV,*
   2) *15 m – przy napięciu linii elektroenergetycznej lub sieci trakcyjnej równym lub większym od 1 kV.*

3.14. Oleje opałowe

3.14.1. Rodzaje olejów opałowych i ich właściwości

Klasyfikację olejów opałowych zawiera PN-C-96024:2020-12 [2.20]. Zależnie od składu rozróżnia się oleje opałowe lekkie i oleje opałowe ciężkie.
Oleje opałowe lekkie dzielone są na dwa gatunki L-1 oraz L-0, różniące się zawartością siarki (dla L-0 50mg/kg).
Szczegółowe wymagania co do podstawowych parametrów są następujące:

Tabela 3.25. Wymagania dotyczące olejów opałowych wg PN-C-96024:2020-12

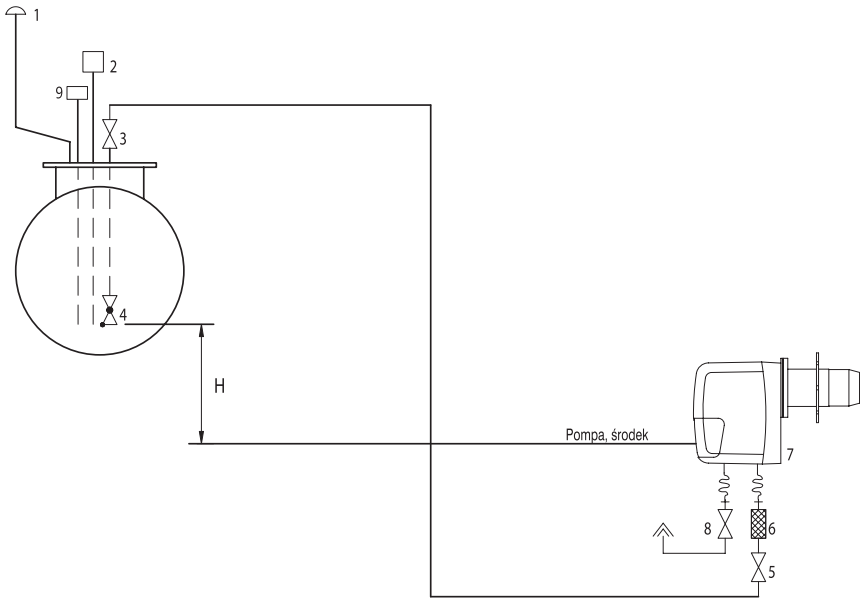
Lp.	Właściwości	Jednostka miary	Wymaganie	
			olej lekki L	olej ciężki C
1	Gęstość w 15°C, max	kg/m^3	860	Nie normowane
2	Wartość opałowa min	MJ/kg kWh/kg	42,6 11,83	39,7 11,03
3	Temperatura zapłonu min	°C	powyżej 55	62
4	Lepkość kinematyczna max	mm^2/s	6,00	55
5	Zawartość siarki	%	0,10	1,0

Uwaga: lepkość kinematyczna olejów lekkich w temperaturze t = +20°C, a ciężkich w t = +100°C.

3.14.2. Systemy doprowadzenia oleju

3.14.2.1. Instalacja paliwowa jednoprzewodowa

Instalacja paliwowa jednoprzewodowa znajduje zastosowanie tylko w przypadku oleju lekkiego.
Występuje tutaj jeden przewód olejowy między zbiornikiem oleju a palnikiem. Brak przewodu powrotnego powoduje, że powietrze zawarte w paliwie może uchodzić jedynie przez dyszę palnika i może powodować zakłócenie płomienia. Zbiornik paliwa zatem powinien znajdować się powyżej poziomu pompy paliwowej, aby uniemożliwić powstawanie korków powietrznych. Rozwiązanie to stosuje się w małych instalacjach z niskim podciśnieniem w przewodzie ssącym i w instalacjach ze swobodnym dopływem oleju.



Rys. 3.47. Schemat instalacji paliwowej jednoprzewodowej

1. odpowietrzenie,
2. rura do napełniania,
3. zawór szybkozamykający,
4. smok z zaworem stopowym,
5. zawór odcinający,
6. filtr,
7. palnik z pompą,
8. odpowietrzenie,
9. rura sondy.

Pompa palnika olejowego musi być dostosowana do systemu jednorurowego i musi być zaopatrzona w urządzenie odpowietrzające.

Korzyści wynikające z zastosowania systemu jednorurowego:
- na skutek braku przewodu powrotnego system jednorurowy jest nie tylko tańszy, ale też występuje w nim mniejsze niebezpieczeństwo wycieku oleju,
- trwałość wkładu filtra oleju opałowego wzrasta na skutek mniejszej mocy ssania niż w systemie dwururowym,
- zużycie oleju mierzyć można za pomocą tylko jednego licznika przepływu.

Wartość obliczeniowego strumienia masy oleju jest równa wydajności dyszy palnika obliczeniowej na podstawie mocy nominalnej kotła. Średnicę przewodu paliwowego przyjmuje się dla założonej prędkości przepływu ok. 0,2 m/s. Należy sprawdzić, czy maksymalne podciśnienie w przewodzie ssawnym nie przekroczy zalecanej wartości 0,5 bara. Jeżeli warunek ten nie jest spełniony, należy zwiększyć średnicę przewodu lub umieścić wyżej zbiornik. Jeżeli działania te nie przyniosą spodziewanego efektu, należy zamontować na zasilaniu olejowym dodatkową pompę zasilającą.

Tabela 3.26. Przybliżona maksymalna długość przewodu ssawnego [m]

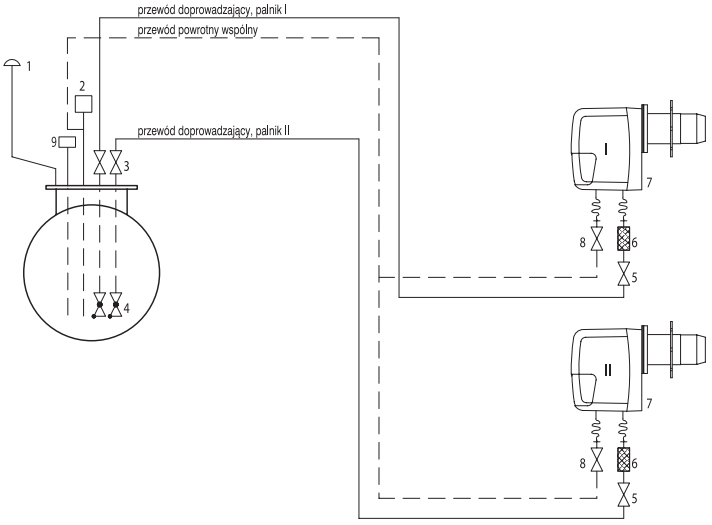
H m	Dw 4 mm	Dw 5 mm	Dw 6 mm	Dw 4 mm	Dw 5 mm	Dw 6 mm	Dw 4 mm	Dw 5 mm	Dw 6 mm	Dw 6 mm	Dw 8 mm	Dw 10 mm
4,0	51	100	100	26	62	100	31	65	100	31	99	100
3,5	45	100	100	22	55	100	27	57	100	27	87	100
3,0	38	94	100	19	47	97	23	49	100	23	74	100
2,5	32	78	100	16	39	81	20	40	100	20	62	100
2,0	26	62	100	13	31	65	16	32	100	16	49	100
1,5	19	47	97	10	23	49	12	24	77	12	37	91
1,0	13	31	65	6	16	32	8	16	51	8	25	60
0,5	6	16	32	3	8	16	4	8	26	4	12	30
Wydajność dyszy	do 2,5 kg/h			do 5,0 kg/h			do 10,0 kg/h			do 20 kg/h		

Powyższe zestawienie uwzględnia następujące warunki:
Paliwo: olej opałowy L-1, 6,0 mm^2/s , temp. 8°C;
Opory jednostkowe: 1 zawór stopowy, 1 zawór odcinający, 1 filtr, 4 kolana 90°,
Wysokość H wg rys. 3.47,
Dw – średnice wewnętrzne przewodu olejowego.

Wskazówka: Podstawę dla wyznaczania wydajności pompy stanowi wydajność dyszy. Należy uwzględniać maksymalną różnicę wysokości napływu do pompy oraz zwracać uwagę na wystarczające odpowietrzenie.

3.14.2.2. Instalacja paliwowa dwuprzewodowa

Instalacja ta jest najczęściej stosowanym systemem zasilania palników olejowych.



Rys. 3.48. Schemat instalacji paliwowej dwuprzewodowej

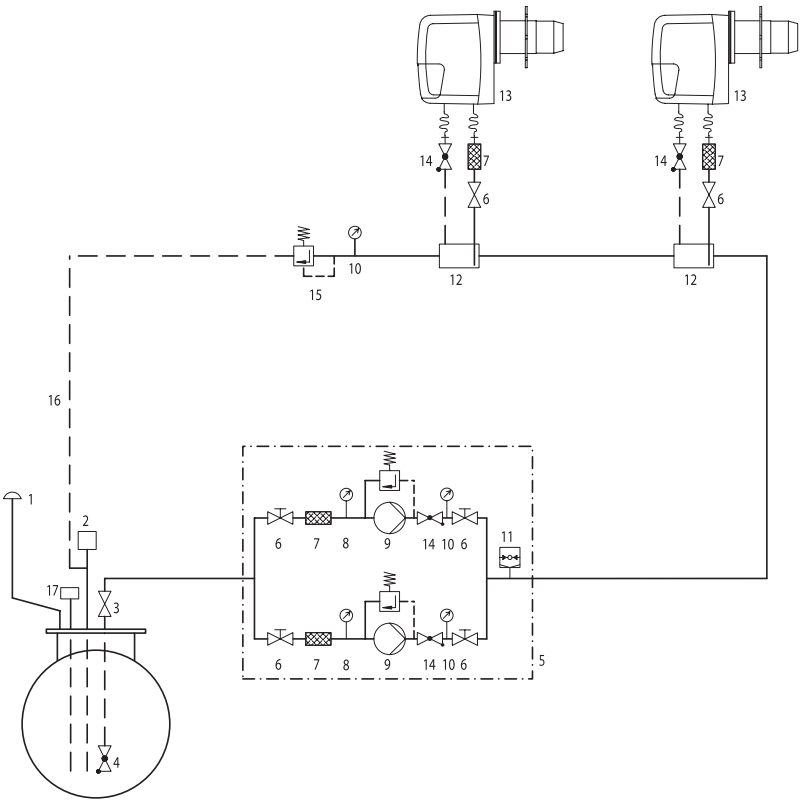
1. odpowietrzanie,
2. rura do napełniania,
3. zawór szybkozamykający,
4. smok z zaworem stopowym,
5. zawór odcinający,
6. filtr,
7. palnik z pompą,
8. zawór zwrotny,
9. rura sondy.

Olej jest doprowadzany do palników przewodem zasilającym, a niespalony olej i ewentualnie niewielka ilość powietrza, które przedostało się do przewodu, zostają odprowadzone do zbiornika. W przypadku większej liczby palników, każdy z nich musi mieć indywidualny przewód zasilający (przewód powrotny może być wspólny). Średnice przewodów należy wymiarować na maksymalną moc pompy palnika i założoną prędkość 0,2-0,3 m/s. W razie dużych różnic wysokości między pompą a palnikiem lub znacznej długości przewodów, należy sprawdzić czy podciśnienie w przewodach ssawnych nie przekracza 0,4 bar. Jeżeli warunek ten nie jest spełniony, można zwiększyć średnice przewodu, umieścić wyżej zbiornik lub zastosować inne rozwiązanie instalacji (instalacja z przewodem obiegowym, instalacja ze zbiornikiem pośrednim). Rozwiązanie to zazwyczaj znajduje zastosowanie w kotłowniach o liczbie kotłów nie większej niż dwa.

Wskazówka: Przy przyłączaniu większej ilości palników do jednego zbiornika magazynowego albo do instalacji stanowiącej baterię zbiorników, każdy palnik potrzebuje swój własny przewód zasilania. Przewody powrotne mogą zostać połączone. Gdyby nie było możliwości zasilania każdego palnika przez jego własny przewód doprowadzający, albo gdyby mimo to miało dochodzić do zakłócenia w rozruchu palnika z powodu braku oleju, to przed każdym z nich należy zainstalować zbiornik zasilający. Przy większej liczbie palników należy zastosować system z przewodem obiegowym.

3.14.2.3. Instalacja z przewodem obiegowym

Instalacja ta charakteryzuje się rurociągiem biegnącym od zbiornika oleju do pomieszczenia kotłowni, zasilającym palniki, po czym powracającym do zbiornika oleju. Przed odgałęzieniem do każdego z palników są montowane separatory powietrza. Zawór regulacyjny ciśnienia, znajdujący się na przewodzie obiegowym za ostatnim separatorem, ma za zadanie utrzymanie nadciśnienie w separatorach powietrza na poziomie 0.5 bar.



Rys. 3.49. Schemat instalacji z przewodem obiegowym

1. odpowietrzanie,
2. rura do napełniania,
3. zawór szybkozamykający,
4. smok z zaworem stopowym,
5. agregat na dwie pompy,
6. zawór odcinający,
7. filtr,
8. wakuometr,
9. pompa z zaworem przelewowym,
10. manometr,
11. regulator ciśnienia,
12. odgazowywacz,
13. palnik z pompą,
14. zawór zwrotny,
15. zawór przelewowy do nastawienia ciśnienia w przewodzie obiegowym,
16. przewód powrotny do zbiornika,
17. rura sondy.

Obieg oleju opałowego jest wymuszony pracą pomp. Średnica przewodu ssawnego pompy obiegowej jest wymiarowana dla założonej prędkości przepływu oleju 0,2-0,3 m/s, a średnica przewodu tłocznego dla prędkości 0,4-0,5 m/s. Wydajność pompy odpowiada sumie wydajności pomp przyłączonych do przewodu obiegowego palników. Wysokość podnoszenia pompy obiegowej jest sumą oporów przepływu oleju w przewodzie obiegowym, straty ciśnienia na zaworze regulacyjnym ciśnienia i różnicy wysokości między najniższym roboczym poziomem oleju w zbiorniku a najwyższym punktem przewodu obiegowego.

3.14.2.4. Instalacja ze zbiornikiem pośrednim

Instalacja taka ma zastosowanie w kotłowniach, w których różnica wysokości między zbiornikiem magazynującym a palnikiem nie zapewnia wymaganego ciśnienia przed palnikiem (minimalnego lub maksymalnego). Pojemność zbiornika pośredniego powinna zaspokoić dobowe zapotrzebowanie na paliwo dla kotłowni, nie powinna jednak przekraczać 1000 dm^3. Gdy zbiornik magazynujący jest umieszczony poniżej zbiornika pośredniego, przewód łączący oba zbiorniki musi być wyposażony w pompę zlokalizowaną w sąsiedztwie magazynu oleju. Wydajność pompy określa się na podstawie pojemności zbiornika pośredniego przy założeniu, że pompa będzie pracować nie dłużej niż godzinę dziennie. Wysokość podnoszenia pompy wyznacza się jako sumę różnicy wysokości między najwyższym punktem przewodu olejowego a najniższym roboczym poziomem oleju w zbiorniku magazynowym i wartość oporów przepływu rurociągu łączącego oba zbiorniki.

3.14.3. Wymiarowanie instalacji olejowych

Wg DIN 4755 cz. 2, należy przy wymiarowaniu przewodów olejowych przestrzegać następujących wartości granicznych:
- prędkość przepływu 0,2 ÷ 0,3 m/s,
- podciśnienie w przewodzie ssawnym max 0,5 bar.

Dla oleju opałowego L zalecane są:
- prędkość przepływu w przewodzie ssawnym 0,2÷0,3 m/s,
- prędkość przepływu w przewodzie tłocznym 0,4÷0,5 m/s,
- prędkość przepływu w przewodzie obiegowym 0,2÷0,5 m/s,
- ciśnienie zasilania w przyłączu palnika max 2 bar,
- temperatura oleju max. 40°C.

3.14.4. Magazynowanie oleju opałowego

3.14.4.1. Wymagania ogólne

Olej opałowy lekki zaliczany jest do III klasy niebezpieczeństwa pożarowego (temperatura zapłonu powyżej 55°C). Do jego magazynowania zwykle stosuje się zbiorniki przeznaczone do montażu w budynku, w specjalnie do tego celu przystosowanych pomieszczeniach magazynowych lub zbiorniki podziemne. Zbiorniki te muszą być bezciśnieniowe, czyli mieć stałe połączenie z atmosferą. Zbiorniki wykonane z tworzyw sztucznych przeznaczone są do stosowania wewnątrz budynków. Zbiorniki zewnętrzne (naziemne i podziemne) wykonuje się jako stalowe dwupłaszczowe.

Warunki stawiane magazynom oleju zawarte są w WT [1.1].

§ 137.
1. *Magazynowanie oleju opałowego o temperaturze zapłonu powyżej 55°C może się odbywać w bezciśnieniowych, stałych zbiornikach naziemnych i podziemnych przy budynku lub w przeznaczonym wyłącznie na ten cel pomieszczeniu technicznym w piwnicy lub na najniższej kondygnacji nadziemnej budynku, zwanym dalej "magazynem" oleju opałowego.*
2. *Pojedyncze zbiorniki lub baterie zbiorników w magazynach oleju opałowego w budynku powinny być wyposażone w układ przewodów do napełniania, odpowietrzania i czerpania oleju oraz w sygnalizator poziomu napełnienia, przekazujący sygnał do miejsca, w którym jest zlokalizowany króciec do napełniania.*
3. *W baterii zbiorników, w magazynie oleju opałowego, w budynku wszystkie zbiorniki powinny być tego samego rodzaju i wielkości, przy czym łączna objętość tych zbiorników nie powinna przekraczać 100 m^3.*
4. *W magazynie oleju opałowego powinna być wykonana, na części lub całości pomieszczenia, izolacja szczelna na przenikanie oleju w postaci wanny wychwytującej, mogącej w przypadku awarii pomieścić olej o objętości jednego zbiornika.*
5. *Dopuszcza się w pomieszczeniu, w którym są zainstalowane kotły na olej opałowy, ustawienie zbiornika tego oleju o objętości nie większej niż 1 m^3 pod warunkiem:*
   - *umieszczenia zbiornika w odległości nie mniejszej niż 1 m od kotła,*
   - *oddzielenia zbiornika od kotła ścianką murowaną o grubości co najmniej 12 cm i przekraczającą wymiary zbiornika co najmniej o 30 cm w pionie i o 60 cm w poziomie,*
   - *umieszczenie zbiornika w wannie wychwytującej olej opałowy.*

6. *Wanna wychwytująca, o której mowa w ust. 4 i 5 pkt 3, nie jest wymagana w przypadku stosowania zbiorników oleju opałowego o konstrukcji uniemożliwiającej wydostawanie się oleju na zewnątrz w przypadku awarii, w tym typu dwupłaszczowego.*
7. *Magazyn oleju opałowego powinien być wyposażony w:*
   - *wentylację nawiewno-wywiewną zapewniającą od 2 do 4 wymian powietrza na godzinę,*
   - *okno lub półstałe urządzenie gaśnicze pianowe.*
8. *W magazynie oleju opałowego może być stosowane wyłącznie centralne ogrzewanie wodne.*
9. *Stosowane do magazynowania oleju opałowego zbiorniki, wykładziny zbiorników oraz przewody wykonane z tworzywa sztucznego powinny być chronione przed elektrycznością statyczną, zgodnie z warunkami określonymi w Polskich Normach dotyczących tej ochrony*[1)]

3.14.4.2. Określenie pojemności zbiornika oleju

Znajomość zapotrzebowania na olej jest konieczna do ustalenia pojemności zbiornika (-ków) oleju. Rozwiązaniem najlepszym jest przyjęcie, w miarę możliwości, zbiornika o pojemności odpowiadającej rocznemu zapotrzebowaniu na olej. Umożliwia to zakup paliw w dogodnym (cenowo) okresie i eliminuje niedogodności związane z częstą jego dostawą. Jednak ze względu na wysoki koszt takiej inwestycji, rozwiązanie to jest stosowane jedynie w przypadku małych kotłowni, np. w budownictwie jednorodzinnym.

Przy ustalaniu pojemności magazynowej zbiorników paliw należy wziąć pod uwagę:
- moc kotłowni,
- czas pracy kotłowni,
- zalecany czas magazynowania:
  - moc do 100 kW – 1 rok,
  - moc od 100 do 1000 kW – od 0.7 do 0.3 roku,
  - moc ponad 1000 kW – od 0.5 do 0.15 roku.
- dostępność paliwa na rynku,
- aspekty finansowe,
- trwałość paliwa,
- możliwość lokalizacji.

Dla obliczenia wstępnego zużycia oleju można korzystać z przybliżonego wzoru umieszczonego w Kompemdium Ogrzewnictwa i Klimatyzacji [3.49].
Jest to przybliżony wzór, z którego chętnie korzystają projektanci. Wzór ten, odniesiony do niemieckiego oleju opałowego lekkiego EL (odpowiednik polskiego L) jest następujący:

$$B_{co} = 168 \cdot \Phi_N \ [kg/a] \qquad [3.53]$$

gdzie:
$Ø_N$ – obliczeniowe zapotrzebowanie na moc cieplną, [kW].

Wzór [3.53] uzyskano przyjmując liczbę godzin pełnego obciążenia b_v = 1600 h/a, wartość opałowa oleju H_i = 11,86 kWh/kg (ρ = 860 kg/m^3) i sprawność układu wytwarzającego ciepło do potrzeb c.o. h_{co} = 0,8, czyli:

$$B_{co} = \frac{b_v \cdot \Phi_N}{H_u \cdot \eta_{co}} = \frac{1600 \cdot \Phi_N}{11{,}86 \cdot 0{,}8} = 0{,}105 \cdot b_v \cdot \Phi_N = 168 \cdot \Phi_N \ [kg/a] \qquad [3.54]$$

1) PN-E-05204:1994 Ochrona przed elektrycznością statyczną. Ochrona obiektów, instalacji i urządzeń. Wymagania.

3.15. Zapotrzebowanie na paliwo

3.15.1. Zużycie paliwa w rocznym cyklu pracy kotłowni

Roczne zapotrzebowanie na paliwo należy ustalić w odniesieniu do różnych potrzeb: centralne ogrzewanie, ciepła woda użytkowa, wentylacja, klimatyzacja i inne. Podstawą jest analiza rocznego zapotrzebowania na ciepło tych potrzeb.
Ogólnie roczne zapotrzebowanie na paliwa można wyrazić wzorem:

$$B = \frac{Q_{nd}}{Q_i \cdot \eta_g \cdot \eta_s \cdot \eta_d \cdot \eta_e} \quad [m^3/a] \qquad [3.55]$$

gdzie:
Q_{nd} - roczne zapotrzebowanie na energię użytkową [kWh/a].
Q_i - wartość opałowa paliwa, [kWh/m^3], [kWh/kg].
η_g - współczynnik średniorocznej sprawności układu wytwarzającego ciepło, który podany jest w danych technicznych kotłów (przykładowa wartość dla kotła WGB 90 to h_g = 0,97).
η_s - średnia sezonowa sprawność akumulacji ciepła w elementach pojemnościowych systemu ogrzewania.
Wartość h_s = 0,93 do 1,00.
η_d - średnia sezonowa sprawność przesyłu ciepła ze źródła ciepła do przestrzeni ogrzewanej. Wartość h_d = 0,95 do 1,00.
η_e - średnia sezonowa sprawność regulacji i wykorzystania ciepła w przestrzeni ogrzewanej. Wartość h_e = 0,82 do 0,93.

Uwaga: zalecane wartości poszczególnych sprawności znajdują się w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 18 marca 2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej z późniejszymi zmianami [1.5].

3.15.2. Obliczanie rocznego zapotrzebowania na ciepło dla ogrzewania

Dla wstępnej, szybkiej oceny potrzeb cieplnych budynku dopuszczalne jest stosowanie zależności Hottingera. Wzór ten, będący podstawą dawnej normy PN-B-02419:1966 „Centralne ogrzewanie. Obliczenie zapotrzebowania do ogrzewania budynków (wycofanej od 1971r.), pozwala na szybkie, orientacyjne obliczenie rocznego zapotrzebowania na ciepło w oparciu o wartość mocy instalacji grzewczej. Wzór na obliczenie rocznego zapotrzebowania na ciepło dla ogrzewania:

$$Q_a = \frac{y \cdot 24 \cdot \Phi \cdot Sd \cdot a}{(t_i - t_e)} \quad [kWh/a] \qquad [3.56]$$

gdzie:
y – współczynnik zmniejszający, uwzględniający przerwy w pracy, charakterystyczne dla kotła na paliwo stałe; w przypadku kotła pracującego bez przerwy przez całą dobę należy przyjmować y = 0,95
24 – przelicznik ilości godzin/dobę
Ø – zapotrzebowanie na moc cieplną obiektu [kW]
Sd – liczba stopniodni, charakterystyczna dla rejonu geograficznego kraju, wiążąca ilość dni sezonu grzewczego z różnicą między temperaturą wewnętrzną budynku a średnią temperaturą sezonu grzewczego. Wartość stopniodni można odczytać z tabeli 3.27. Trzeba jednak pamiętać, że tabela 3.27 jest zbudowana z założeniem, że temperatura graniczna sezonu grzewczego jest równa tgrz = +12°C. Natomiast Kompendium Ogrzewnictwa i Klimatyzacji [3.49] dla warunków niemieckich określa, że sezon grzewczy obejmuje te dni, w ciągu których średnia dobowa temperatura zewnętrzna jest niższa od +15°C. Ponadto Kompendium Ogrzewnictwa i Klimatyzacji [3.49] podaje ilość stopniodni dla ogrzewania poza sezonem (czerwiec do sierpnia). Wynoszą one 3% do 7% wartości stopniodni dla sezonu grzewczego. Tabela 3.27 pozwala na określenie wartości stopniodni, dla innych temperatur wewnętrznych niż t_i = +20°C.
a – współczynnik stosowany dla dwóch pierwszych sezonów grzewczych, zwiększający zużycie paliwa potrzebne dla osuszenia budynku. Mając w uwadze nowoczesne technologie budowy współczynnik można przyjmować równy = 1,1.
t_i – średnia temperatura wewnętrzna budynku [°C]
t_e – najniższa obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego wg PN-B-02403:1982 [°C]

Tabela 3.27. Liczba dni i stopniodni ogrzewania przy tgr = +12°C dla poszczególnych województw w Polsce

Lp.	Województwo	tgr = +12°C							
		Średnia liczba dni ogrzewania	Liczba stopniodni dla t_i = +20°C	Mnożniki dla stopniodni dla temperatur pomieszczeń innych niż t_i = +20°C					
				+5°C	+8°C	+12°C	+16°C	+25°C	+32°C
1	Dolnośląskie	223	3800	0,12	0,30	0,53	0,77	1,29	1,70
1a	Dolnośląskie - część południowa	250	4000	0,06	0,25	0,50	0,75	1,31	1,75
2	Kujawsko-Pomorskie	232	4000	0,13	0,31	0,54	0,77	1,29	1,70
3	Lubelskie	239	4100	0,13	0,30	0,53	0,77	1,29	1,70
4	Lubuskie	230	3800	0,06	0,27	0,52	0,76	1,30	,173
5	Łódzkie	227	4000	0,15	0,32	0,55	0,77	1,28	1,68
6	Małopolskie	222	3800	0,12	0,30	0,53	0,77	1,29	1,70
6a	Małopolskie - część południowa	235	4200	0,16	0,33	0,55	0,78	1,28	1,67
7	Mazowieckie	225	4000	0,16	0,33	0,55	0,78	1,28	1,67
8	Opolskie	223	3800	0,12	0,30	0,53	0,77	1,29	1,70
9	Podkarpackie	226	4000	0,15	0,32	0,55	0,77	1,28	1,68
10	Podlaskie	233	4200	0,17	0,33	0,57	0,78	1,28	1,67
11	Pomorskie	240	4000	0,10	0,28	0,52	0,76	1,30	1,72
12	Śląskie	228	3900	0,12	0,30	0,53	0,77	1,29	1,70
13	Świętokrzyskie	236	4100	0,14	0,31	0,54	0,77	1,29	1,69
14	Warmińsko-Mazurskie	245	5300	0,15	0,32	0,54	0,77	1,28	1,68
15	Wielkopolskie	221	3800	0,13	0,30	0,53	0,77	1,29	1,70
16	Zachodniopomorskie	230	3800	0,09	0,27	0,52	0,76	1,30	1,73
16a	Zachodniopomorskie - część wschodnia	249	4000	0,07	0,25	0,50	0,75	1,31	1,75

3.15.3. Roczne zapotrzebowanie na paliwo dla przygotowania ciepłej wody

Roczne zapotrzebowanie na paliwo można wyrazić wzorem:

$$B_{cw} = \frac{qm_{cw} \cdot c_{cw} \cdot z \cdot (t_{cw} - t_{wz})}{Q_i \cdot \eta_{cw}} \quad [m^3/a] \qquad [3.57]$$

gdzie:
qm_{cw} – dzienne zużycie c.w., [kg/d],
c_{cw} – ciepło właściwe wody przy średniej temperaturze c.w.u. i wody zimnej, 1,16 Wh/[kg · K],
z – liczba dni w ciągu roku, w którym to zapotrzebowanie występuje, d/a, (w budownictwie mieszkalnym 365 dni, w przemyśle w zależności od liczby godzin pracy itp.),
t_{cw} – temperatura c.w. [°C],
t_{wz} – temperatura zimnej wody [°C],
Q_i – wartość opałowa paliwa [Wh/m^3]
η_{cw} – sprawność układu do przygotowania c.w. (η_{cw} = 0,50 ÷ 0,60 dla paliw ciekłych, η_{cw} = 0,60 ÷ 0,70 dla paliw gazowych)

Występujące we wzorze dzienne zużycie c.w. w budownictwie mieszkaniowym, ustalić można uwzględniając dobowe zużycie c.w. na jednego mieszkańca i wówczas:

$$qm_{cwm} = n \cdot qm_{cwmo} \quad [kg/d] \qquad [3.58]$$

gdzie:
n – liczba osób
qm_{cwmo} – średnie dobowe, zużycie c.w. na jedną osobę, kg/d

Zapotrzebowanie na ciepłą wodę podane jest w rozdziale 3.12.2 niniejszego Poradnika.

3.15.4. Przykład obliczenia zapotrzebowania na gaz dla ogrzewania budynku

■ Założenia
Obliczona moc cieplna dla ogrzewania budynku Ø = 85 kW.
Lokalizacja kotłowni - Jelenia Góra.
Przyjęto kocioł kondensacyjny, wiszący typu WGB 90, opalany gazem ziemnym typu GZ50.
Temperatury wody grzewczej 75/60°C.
Średnia temperatura w budynku t_i = +20°C.
Sprawność kotła znormalizowaną odczytujemy z danych technicznych kotłów WGB 90 η_1 = 1,06.
Wartość opałowa gazu wg tabeli 3.21 Poradnika:

$$Q_i = 31\,MJ/m^3 = 31\,000\,kJ/m^3$$
$$Q_i = 8{,}61\,kWh/m^3$$

Sprawność instalacji η_2 = 0,95.

■ Obliczenie zapotrzebowania na gaz
1. Maksymalne godzinowe.
   Przyjęto pracę kotła w warunkach projektowych (obliczeniowych) (t_e = -20°C)
   Ilość gazu zużyta podczas jednej godziny pracy kotła:

$$B_h = \frac{\Phi \cdot 3600}{Q_i \cdot \eta_1 \cdot \eta_2} = \frac{85 \cdot 3600}{31000 \cdot 1{,}06 \cdot 0{,}95} = 9{,}8 \quad [m^3/h] \qquad [3.59]$$

2. Maksymalne roczne.
   Celem obliczenia maksymalnego rocznego zapotrzebowania na gaz należy obliczyć roczne zużycie ciepła w oparciu o wzór [3.56]:

$$Q_a = \frac{y \cdot 24 \cdot \Phi \cdot Sd \cdot a}{(t_i - t_e)} = \frac{0{,}95 \cdot 24 \cdot 85 \cdot 4000 \cdot 1{,}1}{\big(20 - (-20)\big)} = 213180 \quad [kWh/a]$$

gdzie:
Sd = 4000 wg tabeli 3.27
t_e = -20°C dla Jeleniej Góry

Roczne zapotrzebowanie na gaz wg wzoru [3.55]:

$$B_a = \frac{Q_a}{Q_i \cdot \eta_g \cdot \eta_s \cdot \eta_d \cdot \eta_e} = \frac{213180}{8{,}61 \cdot 0{,}97 \cdot 1{,}0 \cdot 0{,}96 \cdot 0{,}93} = 28590 \quad [m^3/a]$$

gdzie:
η_g = 0,97
η_s = 1,0 instalacja bez zasobnika ciepła
η_d = 0,96 ogrzewanie centralne wodne z lokalnego źródła ciepła usytuowanego w ogrzewanym budynku, z zaizolo wanymi przewodami, armaturą i urządzeniami, które są zainstalowane w przestrzeni ogrzewanej
η_e = 0,93 ogrzewanie wodne z grzejnikami płytowymi w przypadku regulacji centralnej i miejscowej z zaworem termostatycznym o działaniu proporcjonalno-całkującym PI z funkcjami adaptacyjną i optymalizującą

3.16. Odprowadzanie spalin

3.16.1. Warunki techniczne jakim powinno odpowiadać odprowadzenie spalin z kotłów gazowych

WT [1.1] w sprawie odprowadzenia spalin stanowi co następuje:

§ 174

1. *Grzewcze urządzenie gazowe takie jak: kotły ogrzewcze, grzejniki wody przepływowej, niezależnie od ich obciążeń cieplnych, powinny być podłączone na stałe z indywidualnymi kanałami spalinowymi, z uwzględnieniem instrukcji technicznej producenta urządzenia, o której mowa w przepisach dotyczących zasadniczych wymagań dla urządzeń spalających paliwa gazowe.*
2. *Przewody i kanały spalinowe odprowadzające spaliny od urządzeń gazowych na zasadzie ciągu naturalnego powinny posiadać przekroje wynikające z obliczeń oraz zapewniać podciśnienie ciągu w wysokości odpowiedniej dla typu urządzenia i jego mocy cieplnej.*
3. *Dopuszcza się stosowanie zbiorczych przewodów systemów powietrzno-spalinowych przystosowanych do pracy z urządzeniami z zamkniętą komorą spalania, wyposażonymi w zabezpieczenia przed zanikiem ciągu kominowego.*
4. *Dopuszcza się stosowanie indywidualnych przewodów powietrznych i spalinowych jako zestawu wyrobów służących do doprowadzenia powietrza do urządzenia gazowego i odprowadzenia spalin na zewnątrz.*
5. *Dopuszcza się w pomieszczeniu kotłowni przyłączenie kilku kotłów do wspólnego kanału spalinowego w przypadku:*
   1) *kotłów pobierających powietrze do spalania z pomieszczenia, pod warunkiem zastosowania skrzyniowego przerywacza ciągu lub wyposażenia kotłów w czujniki zaniku ciągu kominowego wyłączających równocześnie wszystkie kotły,*
   2) *wykonania dla kotłów z palnikami nadmuchowymi przewodu spalinowego o przekroju poprzecznym nie mniejszym niż 1,6 sumy przekrojów przewodów odprowadzających spaliny z poszczególnych kotłów, a także wyposażenie wylotu przewodu spalinowego w czujnik zaniku ciągu kominowego, wyłączającego równocześnie wszystkie kotły.*
6. *Przewody i kanały spalinowe, odprowadzające spaliny od grzewczych urządzeń gazowych, powinny być dostosowane do warunków pracy danego typu urządzenia.*
7. *Przewody i kanały spalinowe odprowadzające spaliny od urządzeń gazowych, z wyłączeniem kotłów, powinny spełniać następujące wymagania:*
   1) *przekroje poprzeczne przewodu, a także kanału spalinowego powinny być stałe na całej długości,*
   2) *długość pionowych przewodów spalinowych powinna być nie mniejsza niż 0,22 m, a przewodów poziomych ułożonych ze spadkiem co najmniej 5% w kierunku urządzenia - nie większa niż 2 m,*
   3) *długość kanału spalinowego mierzona od osi wlotu przewodu spalinowego do krawędzi wylotu kanału nad dachem powinna być nie mniejsza niż 2 m,*
   4) *wyloty kanałów spalinowych, jeżeli wynika to z warunków pracy urządzeń, powinny być zaopatrzone w wywietrzniki dobrane do ilości spalin, długości odcinków pionowych, położenia w określonej strefie wiatrowej i warunków lokalnych.*
8. *Dopuszcza się instalowanie przepustnic w przewodach odprowadzających spaliny z poszczególnych urządzeń, jeżeli ich działanie nie zakłóca przepływu spalin.*
9. *Urządzenia gazowe wyposażone w palniki nadmuchowe powinny być połączone przewodami z kanałami spalinowymi, których przekroje należy dobierać z uwzględnieniem nadciśnień występujących w komorach spalania tych urządzeń.*
10. *Nad urządzeniami gazowymi typu restauracyjnego z odprowadzeniem spalin do pomieszczenia należy umieszczać okapy odprowadzające te spaliny do kanałów spalinowych, przy czym dla urządzeń o mocy cieplnej większej niż 30 kW należy instalować czujniki, wyłączające urządzenie w przypadku zaniku ciągu kominowego.*

§ 175

1. *Indywidualne koncentryczne przewody powietrzno - spalinowe lub oddzielne przewody powietrzne i spalinowe od urządzeń gazowych z zamkniętą komorą spalania mogą być wyprowadzone przez zewnętrzną ścianę budynku, jeżeli urządzenia te mają nominalną moc cieplną nie większą niż:*
   1) *21 kW – w wolno stojących budynkach jednorodzinnych, zagrodowych i rekreacji indywidualnej,*
   2) *5 kW – w pozostałych budynkach mieszkalnych.*
2. *Wyloty przewodów, o których mowa w ust. 1 pkt 2, powinny znajdować się wyżej niż 2,5 m ponad poziomem terenu. Dopuszcza się sytuowanie tych wylotów poniżej 2,5 m, lecz nie mniej niż 0,5 m ponad poziomem terenu, jeżeli w odległości do 8 m nie znajduje się plac zabaw dla dzieci lub inne miejsca rekreacyjne.*
3. *Odległość między wylotami przewodów, o których mowa w ust. 1, powinna być nie mniejsza niż 3 m, a odległość tych wylotów od najbliższej krawędzi okien otwieranych i ryzalitów przesłaniających nie mniejsza niż 0,5 m.*
4. *W budynkach produkcyjnych magazynowych oraz halach sportowych i widowiskowych nie ogranicza się nominalnej mocy cieplnej urządzeń z zamkniętą komorą spalania, od których indywidualne koncentryczne przewody powietrzno - spalinowe lub oddzielne przewody powietrzne i spalinowe są wyprowadzone przez zewnętrzną ścianę budynku, jeżeli odległość tej ściany od granicy działki budowlanej wynosi co najmniej 8 m, a od ściany innego budynku z oknami nie mniej niż 12 m, a także jeżeli wyloty przewodów znajdują się wyżej niż 3 m ponad poziomem terenu.*

3.16.2. Europejska klasyfikacja urządzeń gazowych

Europejski system klasyfikacji dzieli urządzenia gazowe na trzy typy urządzeń gazowych: typ A, typ B i typ C. Podstawą tej kwalifikacji jest sposób dostarczania powietrza niezbędnego do spalania w urządzeniu grzewczym oraz odprowadzania spalin.
Urządzenia typu A charakteryzują się tym, że odprowadzanie spalin i dostarczanie powietrza do spalania odbywa się przez pomieszczenie, w którym usytuowane jest urządzenie grzewcze.
Urządzenia typu B są podłączone do systemu odprowadzania spalin, a powietrze niezbędne do spalania dostarczane jest przez pomieszczenie, w którym znajdują się urządzenia grzewcze.
Urządzenia typu C ogólnie można scharakteryzować jako urządzenia z zamkniętą komorą spalania, a powietrze niezbędne do spalania pobierane jest z zewnątrz i spaliny są usuwane na zewnątrz.

Zasadniczo urządzenia grupy C dzielą się na dwa rodzaje:
- urządzenia, w których doprowadzenie powietrza i odprowadzenie spalin odbywa się koncentrycznym przewodem,
- urządzenia, w których doprowadzenie powietrza i odprowadzenie spalin odbywa się dwoma niezależnymi przewodami.

W urządzeniach typu C stosuje się różne sposoby doprowadzania powietrza i odprowadzania spalin:
C_1 – doprowadzanie powietrza i odprowadzanie spalin przez ścianę zewnętrzną,
C_2 – przyłączenie do wspólnego, jednego kanału powietrzno-spalinowego – system zanikający,
C_3 – doprowadzanie powietrza i odprowadzanie spalin przez dach,
C_4 – przyłączenie do wspólnego kanału nawiewnego i wspólnego komina – system LAS,
C_5 – doprowadzanie powietrza i odprowadzanie spalin w różnych zakresach ciśnienia,
C_6 – doprowadzanie powietrza i odprowadzanie spalin przez osobno dostarczone przewody powietrzno-spalinowe,
C_7 – odprowadzenie spalin przez dach, doprowadzenie powietrza do spalania przez poddasze – system powszechny w Anglii,
C_8 – przyłączenie spalin do instalacji do ich odprowadzenia, komin zbiorczy (podciśnienie), doprowadzenie powietrza osobnym przewodem – system stosowany w budynkach modernizowanych.
B_1 - kocioł atmosferyczny z przerywaczem ciągu

Firma Brötje oferuje rozwiązania typu C_1, C_3, C_4, C_5, C_6, C_8, B_1.

Omawiany system klasyfikacji jest podstawowym systemem dla krajowych komitetów normalizacyjnych, które są zobowiązane do uwzględniania tych oznaczeń w trakcie opracowywania szczegółowych norm dla urządzeń.
Za pomocą dwucyfrowego kodu oznacza się sposób odprowadzenia spalin i doprowadzenie powietrza do procesu spalania. Pierwsza cyfra takiego kodu oznacza konstrukcję doprowadzenia powietrza i odprowadzenia spalin, natomiast druga cyfra oznacza użycie i umieszczenie wentylatora (dmuchawy). Są następujące warianty drugiej cyfry: cyfra 1 oznacza wersję bez dmuchawy, cyfra 2 – umieszczenie dmuchawy na drodze spalin, a cyfra 3 umieszczenie dmuchawy po stronie powietrza do spalania, cyfra 4 – umieszczenie dmuchawy za przerywaczem ciągu. Symbol „x" – dodatkowe oznaczenie dla palenisk gazowych wskazujące na to, że komin spalinowy pracujący w nadciśnieniu znajduje się wewnątrz kanału powietrza do spalania, co zabezpiecza przed ewentualnym wydostawaniem się spalin na zewnątrz. Określenie „w tym samym zakresie ciśnienia" oznacza, że wyloty rury powietrznej i spalinowej są blisko siebie, natomiast określenie "w różnych zakresach ciśnienia" oznacza, że wyloty rury powietrznej i spalinowej są na różnych wysokościach. Klasyfikację przedstawiono w tabeli nr. 3.28.

Tabela 3.28. Europejski system klasyfikacyjny rodzajów kotłów gazowych

Typ kotła gazowego		Instalacja odprowadz. spalin	Dostarczanie powietrza do spalania	Przerywacz ciągu		Rodzaj instalacji powietrzno-spalinowej		Usytuowanie dmuchawy	
B	B_{11}	tak	atmosferyczne	1	tak	Przyłączenie do instalacji odprowadzania spalin, powietrze do spalania z pomieszczenia kotła		1	Bez
	B_{12}							2	Za wym. ciepła
	B_{13}							3	Przed palnikiem
	B_{14}							4	Za przeryw ciągu
	B_{21}			2	nie	Przyłączenie do instalacji oprowadzania spalin, powietrze do spalania z pomieszczenia kotła		1	Bez
	B_{22}							2	Za wym. ciepła
	B_{23}							3	Przed palnikiem
	B_{32}					3	Przyłączenie do instalacji, odprowadzania spalin, które w części ciśnieniowej omywane jest powietrzem do spalania pobieranym z pomieszczenia kotła	2	Za wym. ciepła
	B_{33}							3	Przed palnikiem
C	C_{11}		z zamkniętą komorą spalania			1	Doprowadzenie powietrza do spalania i odprowadzenie spalin przez ścianę zewnętrzną w tym samym zakresie ciśnienia	1	Bez
	C_{12}							2	Za wym. ciepła
	C_{13}							3	Przed palnikiem
	C_{21}					2	przyłączenie do systemu wspólnego, jednego kanału powietrzno-spalinowego	1	Bez
	C_{22}							2	Za wym. ciepła
	C_{23}							3	Przed palnikiem
	C_{31}					3	Doprowadzenie powietrza do spalania i odprowadzenia spalin przez dach w tym samym zakresie ciśnienia	1	Bez
	C_{32}							2	Za wym. ciepła
	C_{33}							3	Przed palnikiem
	C_{42}					4	Przyłączenie do systemu powietrzno-spalinowego, system LAS	2	Za wym. ciepła
	C_{43}							3	Przed palnikiem
	C_{52}					5	Doprowadzenie powietrza do spalania i odprowadzenia spalin w różnych zakresach ciśnienia	2	Za wym. ciepła
	C_{53}							3	Przed palnikiem
	C_{61}					6	Doprowadzone powietrze do spalania I odprowadzania spalin przez osobno dostarczone przewody powietrzno-spalinowe	1	Bez
	C_{62}							2	Za wym. ciepła
	C_{63}							3	Przed palnikiem
	C_{71}				tak (na poddaszu)	7	Odprowadzenie spalin przez dach, doprowadzenie powietrza do spalania przez poddasze	1	Bez
	C_{72}							2	Za wym. ciepła
	C_{73}							3	Przed palnikiem
	C_{82}				nie	8	Odprowadzenie spalin do komina zbiorczego (podciśnienie), doprowadzenie powietrza oddzielnym przewodem	2	Za wym. ciepła
	C_{83}							3	Przed palnikiem
				Pierwsze cyfry indeksu		Pierwsze cyfry indeksu		Drugie cyfry indeksu	

Uwaga:
– Typ A urządzeń gazowych nie obejmuje kotłów.

3.16.3. Kominy

3.16.3.1. Definicja

Komin jest to konstrukcja, stanowiąca integralną część budowli lub też wolnostojąca, murowana, betonowa, metalowa lub inna, zawierająca jeden lub więcej pionowych przewodów, służących do odprowadzenia powietrza z pomieszczenia lub spalin z urządzenia grzewczego. W niniejszym rozdziale nie są rozpatrywane przewody służące do odprowadzania powietrza z pomieszczenia.

3.16.3.2. Podział kominów

■ **Podział ze względu na konstrukcję:**
Przewody spalinowe (kominy):
- jednowarstwowe – są to takie kominy, których ściana jest jednorodna np. kominy murowane z cegły, betonowe, stalowe. Te ostatnie określane są jako jednościenne.
- wielowarstwowe – są to takie kominy, których ściana składa się z kilku warstw, np.:
  - kominy betonowe, z izolacją termiczną i wykładziną wewnętrzną,
  - kominy ze stali szlachetnej (kwasoodpornej) w otulinie termoizolacyjnej z płaszczem osłonowym. Kominy te określane są jako dwuścienne,
  - istniejące kominy murowane, do których wprowadzono wkład kwasoodporny celem ochrony ich przed destrukcyjnym działaniem kondensatu ze spalin.

Przewody powietrzno-spalinowe – współosiowe przewody, z których wewnętrzny odprowadza spaliny, a zewnętrzny dostarcza do kotła powietrze do procesu spalania. Konstrukcje te nazywane są turbo. W przypadku podłączenia do takiego przewodu kilku kotłów rozwiązanie takie nazywane jest systemem LAS stanowiącym skrót niemieckiego określenia Luft-Abgas-Schornstein, lub w literaturze polskiej SPS – system powietrzno-spalinowy.

■ **Podział ze względu na funkcję:**
- dymowe – służą do odprowadzania spalin z palenisk opalanych paliwem stałym;
- spalinowe – służą do odprowadzania spalin z palenisk gazowych i opalanych paliwami skroplonymi i olejem opałowym;
- wentylacyjne.

■ **Podział ze względu na charakter pracy:**
Ze względu na wykraplanie się pary wodnej:
- kominy mokre:
  - kominy od kotłów niskotemperaturowych, tradycyjnych, o temperaturze spalin zawartej w przedziale +80°C do +160°C,
  - kominy od kotłów kondensacyjnych o temperaturze spalin zawartej w przedziale +30°C do +75°C.
- kominy suche, to kominy od palenisk na paliwo stałe, o temperaturze spalin powyżej +160°C.

Ze względu na ciśnienie spalin:
- kominy nadciśnieniowe, to takie kominy, w których ciśnienie wewnątrz jest wyższe niż ciśnienie panujące na zewnątrz komina,
- kominy podciśnieniowe, to takie kominy, w których ciśnienie wewnątrz jest niższe niż ciśnienie panujące na zewnątrz komina. Kominy takie określane są jako kominy o ciągu naturalnym.

3.16.3.3. Dobór komina

■ **Wprowadzenie**
Dobór komina zależy od typu kotła grzewczego. Dla kotłów z otwartą komorą spalania dobieramy komin o ciągu naturalnym. Dla kotłów z zamkniętą komorą spalania i kotłów kondensacyjnych ciąg kominowy wytworzony jest przez wentylator stanowiący przeważnie integralną część kotła.

■ **Kominy o ciągu naturalnym**
Wartość wymaganego ciągu naturalnego zależy od typu palnika w jaki wyposażony jest kocioł.

Mogą być palniki:
- gazowe bezwentylatorowe, określane jako atmosferyczne,
- gazowe lub olejowe z wentylatorami, określane jako nadmuchowe.

W przypadku pierwszym kominy z ciągiem naturalnym muszą wytworzyć tak duży ciąg, aby wypór grawitacyjny pokonał opory w kotle łącznie z oporami zasysania powietrza do spalania oraz opory w rurze spalinowej i kominie. Ciąg kominowy jest skutkiem różnicy ciężarów słupów gorącego gazu w kominie i zimnego powietrza zewnętrznego.
W przypadku drugim, przy zastosowaniu palników z wentylatorami w kotłach określanych jako nadciśnieniowe, opór kotła wraz z oporami zassania powietrza do spalania pokonywany jest przez wentylator palnika. W tej sytuacji ciąg kominowy może być znacznie mniejszy, gdyż musi pokonać jedynie opory komina i rury spalinowej. Pozwala to na budowę kominów niższych lub o mniejszym przekroju.

Szacunkowo rozmiary komina można wyliczyć za pomocą następujących wzorów:
a) wysokość komina h:

$$h = \frac{\Delta p}{9{,}81 \cdot (\rho_p - \rho_s)} \quad [m] \qquad [3.60]$$

gdzie:
Δp – wymagany ciąg kominowy [Pa], określony w charakterystyce kotła,
ρ_p – gęstość powietrza zewnętrznego przyjmuje się ρ_p = 1,20 kg/m³ (przy t_e = +20°C),
ρ_s – gęstość spalin

$$\rho_s = 1{,}27 \cdot \frac{293}{273 + t_s} \quad [kg/m^3] \qquad [3.61]$$

t_s – temperatura spalin w °C, uwzględniająca schłodzenie w kominie.

b) przekrój poprzeczny komina A dla kotłów olejowych i gazowych:

$$A = \frac{150Q}{\sqrt{h}} \; [cm^2] \qquad [3.62]$$

gdzie:
Q – moc kotła, [kW]
h – wysokość komina, [m]

Dla obliczenia średnicy komina najlepiej posłużyć się metodą opisaną w normach PN-EN 13384-1+A1:2019-07 E [2.36] i PN-EN 13384-2+A1:2019-07 E [2.37]. W obliczeniach sprawdzany jest ciąg kominowy, prędkość spalin i warunki termiczne. Sprawdzanie czy temperatura rosy spalin jest przekroczona jest bardzo istotne dla wyboru odpowiedniej konstrukcji komina.
Przy projektowaniu komina należy sugerować się wytycznymi producenta kominów - np. firma Wadex.

■ Kominy o ciągu wymuszonym
Dla kotłów z zamkniętą komorą spalania, w rozdziale 2 Poradnika, podane jest maksymalne ciśnienie tłoczenia na króćcu spalin. W Informacjach Technicznych na stronie broetje.pl podane są maksymalne długości przewodów spalinowych zależnie od ich średnicy i konfiguracji.

Dla kotłów kondensacyjnych stojących w Informacjach Technicznych określone są wartości nadciśnień jakie można wykorzystać przy konstruowaniu układu odprowadzenia spalin. Opory przepływu przez układ odprowadzenia spalin wraz z wyrzutem do atmosfery oblicza się w oparciu o znane wzory z mechaniki płynów.

3.16.3.4. Warunki techniczne jakim powinny odpowiadać przewody kominowe

WT [1.1] stanowi co następuje:

§ 140.
1. *Przewody (kanały) kominowe w budynku: wentylacyjne, spalinowe i dymowe, prowadzone w ścianach budynku, w obudowach, trwale połączonych z konstrukcją lub stanowiące konstrukcje samodzielne, powinny mieć wymiary przekroju, sposób prowadzenia i wysokość stwarzające potrzebny ciąg, zapewniającej wymaganą przepustowość, oraz spełniające wymagania określone w Polskich Normach dotyczących wymagań technicznych dla przewodów kominowych oraz projektowania kominów[1)].*
2. *Przewody kominowe powinny być szczelne i spełniać warunki określone w § 266[2)].*
3. *Wewnętrzna powierzchnia przewodów odprowadzających spaliny mokre powinna być odporna na ich destrukcyjne oddziaływanie.*

1) PN-B-10425:1989. Przewody dymowe, spalinowe i wentylacyjne murowane z cegły. Wymagania techniczne i badania przy odbiorze (pkt. 3.3).
2) § 266 Wymagania przeciwpożarowe dla przewodów spalinowych przytoczone są w rozdziale 3.19 ” Wymagania przeciwpożarowe” Poradnika.

§ 141. Zabrania się stosowania:
1. *grawitacyjnych zbiorczych przewodów spalinowych i dymowych, z zastrzeżeniem §174 ust.3,[3)]*
2. *zbiorczych przewodów wentylacji grawitacyjnej,*
3. *indywidualnych wentylatorów wyciągowych w pomieszczeniach, w których znajdują się wloty do przewodów spalinowych.*

§ 142.
1. *Przewody kominowe powinny być wyprowadzone ponad dach na wysokość zabezpieczającą przed niedopuszczalnym zakłóceniem ciągu.*
2. *Wymaganie ust.1 uznaje za spełnione, jeżeli wyloty przewodów kominowych zastaną wyprowadzone ponad dach w sposób określony Polską Normą dla kominów murowanych[4)].*
3. *Dopuszcza się wyprowadzanie przewodów spalinowych od urządzeń gazowych z zamkniętą komorą spalania bezpośrednio przez ściany zewnętrzne budynków, przy zachowaniu warunków określonych w § 175.[5)]*

§ 143.
1. *W budynkach usytuowanych w II i III strefie obciążenia wiatrem, określonych Polskimi Normami[6)], należy stosować na przewodach dymowych i spalinowych nasady kominowe zabezpieczające przed odwróceniem ciągu, przy zachowaniu wymagań § 146 ust.1.*
2. *Nasady kominowe, o których mowa w ust. 1, należy również stosować na innych obszarach, jeżeli wymagają tego położenie budynków i lokalne warunki topograficzne.*
3. *Wymagania ust.1 i 2 nie dotyczą palenisk i komór spalania z mechanicznym pobudzaniem odpływu spalin.*

§ 146.
1. *Wyloty przewodów kominowych powinny być dostępne do czyszczenia i okresowej kontroli, z uwzględnieniem przepisów §308[7)]*
2. *Przewody spalinowe i dymowe powinny być wyposażone, odpowiednio, w otwory wycierowe lub rewizyjne, zamykane szczelnymi drzwiczkami, a w przypadku występowania spalin mokrych – także w układ odprowadzenia skroplin.*

3.16.3.5. Wymagania szczegółowe dotyczące kominów

Przy budowie komina powinny być uwzględnione następujące wymagania:
- komin powinien być wyposażony w otwór wyczystny umieszczony poniżej podłączenia czopucha; dolna krawędź otworu wyczystnego usytuowanego w pomieszczeniu, w którym znajduje się kocioł, powinna znajdować się 30 cm nad podłogą; otwór wyczystny powinien być uszczelniony zamknięciem wykonanym z niepalnego materiału,
- w częściach skośnych komina (w przypadku odchylenia od pionu) powinny być wykonane otwory rewizyjne, krawędzie w miejscach przejścia lica pionowego w skośne powinny być zabezpieczone przed obtłukiwaniem (dotyczy kominów murowanych),
- w stopie komina powinien znajdować się odstojnik kondensatu wraz z odprowadzeniem skroplin na zewnątrz,
- połączenia elementów użytych do budowy komina muszą być szczelne w zakresie maksymalnego ciśnienia spalin; niedopuszczalne jest wykonywanie połączeń elementów w stropach,
- miejsce włączenia czopucha do komina powinno być wykonane za pomocą szczelnej, niepalnej rozety,
- nie powinno się instalować na kominach i ścianach kominowych żadnych urządzeń technicznych i sanitarnych, nie stanowiących wyposażenia komina, np. grzejników wody przepływowej, umywalek itp.,
- niedopuszczalne jest przeprowadzenie na wylot przez komin instalacji elektrycznej, wodnej, gazowej, c.o. itp.,
- postanowieniem § 266 ust. 1 WT [1.1] przewody dymowe i spalinowe powinny być wykonywane z wyrobów niepalnych.

3.16.3.6. Lokalizacja i wyloty kominów

Kominy powinny być prowadzone pionowo. Dopuszcza się odchylenia od pionu nie więcej niż 30° i na odcinku nie dłuższym niż 2,0 m.
Kominy w zewnętrznych ścianach budynku powinny być izolowane termicznie, a kominy o przekroju większym niż 0,075 m^2 powinny być wydzielone z konstrukcji budynku.
Efektywna wysokość komina – różnica wysokości od przerywacza ciągu do wylotu ponad dach – dla kotłów o mocy do 35kW nie może być mniejsza niż 2,0 m. W pozostałych przypadkach minimalna wysokość komina powinna wynosić 4,0 m.

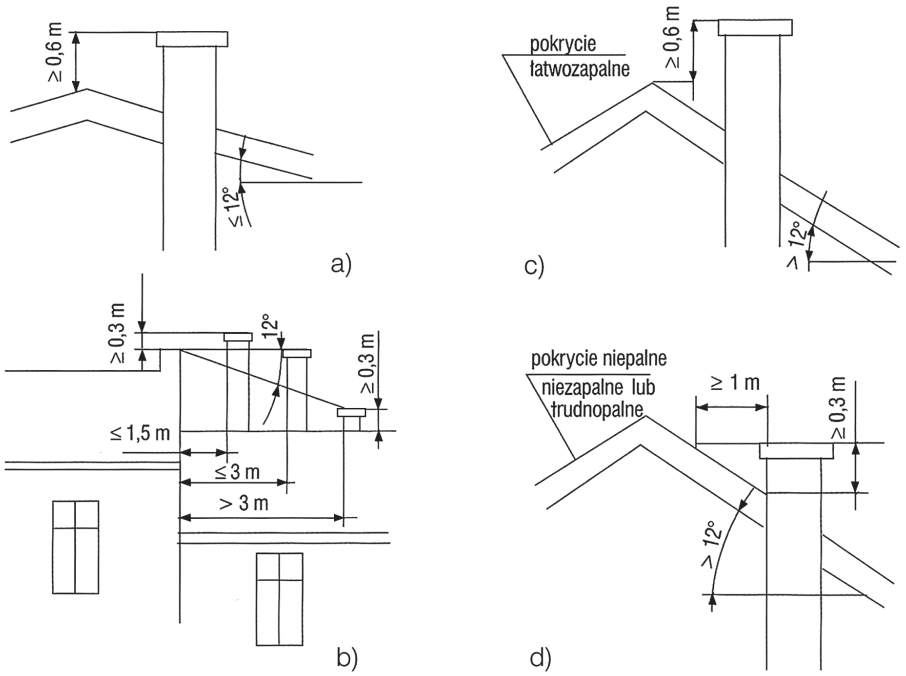
Wyloty kominów powinny być wyprowadzone ponad dach na wysokość [2.15]:
- przy dachach płaskich, niezależnie od konstrukcji, o kącie nachylenia połaci nie większej niż 12°, a także przy dachach o kącie większym niż 12° o pokryciu łatwo zapalnym – co najmniej 0,60 m od poziomu kalenicy (rys. 3.50 a i c),
- przy dachach stromych o kącie pochylenia połaci większym niż 12° i pokryciu niepalnym, niezapalnym i trudnozapalnym wyloty przewodów powinny znajdować się co najmniej 0,30 m od powierzchni dachu oraz w odległości co najmniej 1,0 m mierzonej w kierunku poziomym od tej powierzchni (rys. 3.50 d).

3) § 174 ust. 3. Dopuszcza się stosowanie zbiorczych przewodów systemów powietrzno-spalinowych przystosowanych do pracy z urządzeniami z zamkniętą komorą spalania, wyposażonymi w zabezpieczenia przed zanikiem ciągu kominowego.
4) PN-B-10425:1989. Przewody dymowe, spalinowe i wentylacyjne murowane z cegły. Wymagania techniczne i badania przy odbiorze (w zakresie pkt. 3.3.2.)
5) § 175 przytoczony jest w pkt. 3.16.1. Poradnika
6) PN-EN 1990 Eurokod: Podstawy projektowania konstrukcji, PN=EN 1991 Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje.
7) § 308 określa warunki dotyczące konieczności zapewnienia wyjścia na dach.

Przy usytuowaniu kominów obok przeszkody, przy dachach wgłębionych – dla prawidłowego działania ich wyloty powinny się znajdować:

- co najmniej 0,30 m powyżej górnej krawędzi przeszkody, dla kominów usytuowanych w odległości mniejszej niż 1,5 m od tej przeszkody,
- co najmniej na poziomie górnej krawędzi przeszkody, dla kominów usytuowanych w odległości 1,5 m do 3,0 m od tej przeszkody,
- co najmniej 0,30 m ponad płaszczyzną poprowadzoną pod kątem 12° w dół od poziomu przeszkody dla kominów usytuowanych w odległości od 3,0 m do 10,0 m od tej przeszkody (rys. 3.50 b).

W przypadku nadbudówek na dachach, mansard wyloty kominów powinny być powyżej nadbudówek przy zachowaniu warunków jak na rys. 3.46.



Rys. 3.50. Usytuowanie wylotów kominów ponad dachem, wymagania wg PN-B-10425:1989.

3.16.3.7. Specyfika odprowadzenia spalin z kotłów kondensacyjnych

Specyfika kotłów kondensacyjnych polega na tym, że celowo doprowadzamy w systemie odprowadzenia spalin, obejmującym komorę spalania, czopuch i komin, do wykroplenia w nim pary wodnej zawartej w spalinach. Czyli z odprowadzeniem spalin z kotłów kondensacyjnych wiąże się odprowadzenie skroplin. Z uwagi na szereg spraw związanych z odprowadzeniem skroplin poświęcono w Poradniku temu zagadnieniu oddzielny rozdział 3.18.: „Odprowadzanie skroplin z kotłów kondensacyjnych".
Przewód odprowadzenia spalin z kotłów kondensacyjnych pracuje pod ciśnieniem wywołanym pracą wentylatora palnikowego. W danych technicznych kotłów Brötje podane są wartości ciśnień na króćcu spalinowym kotła.
System odprowadzenia spalin, z uwagi na spływające skropliny i panujące w nim ciśnienie musi być szczelny i odporny na kapilarne zasysanie skroplin w miejscach styku elementów długościowych systemu.

3.16.3.8. Emisja substancji szkodliwych z kotłowni

Emisja oznacza wprowadzenie do powietrza atmosferycznego substancji zanieczyszczających. Ustawa Prawo ochrony środowiska [1.13] w artykule 220 stanowi:

1. Wprowadzanie do powietrza gazów lub pyłów z instalacji wymaga pozwolenia, z zastrzeżeniem ust. 2.
2. *Minister właściwy do spraw środowiska określi, w drodze rozporządzenia, przypadki, w których wprowadzanie gazów lub pyłów do powietrza z instalacji nie wymaga pozwolenia, uwzględniając rodzaj i skalę działalności działalności prowadzonej w instalacjach oraz rodzaje i ilości gazów lub pyłów wprowadzanych z instalacji do powietrza.*

Rozporządzenie [1.14], o którym mowa w ust. 2 artykułu 220, dla instalacji energetycznych, nie wymagających pozwolenia. Wymagane jest zgłoszenie, z wyjątkiem instalacji o nominalnej mocy cieplnej mniejszej niż 1 MW.
Stąd wniosek, że dla instalacji energetycznych o mocy niższej od 1 MW nie jest wymagane ani zgłoszenie, ani pozwolenie.

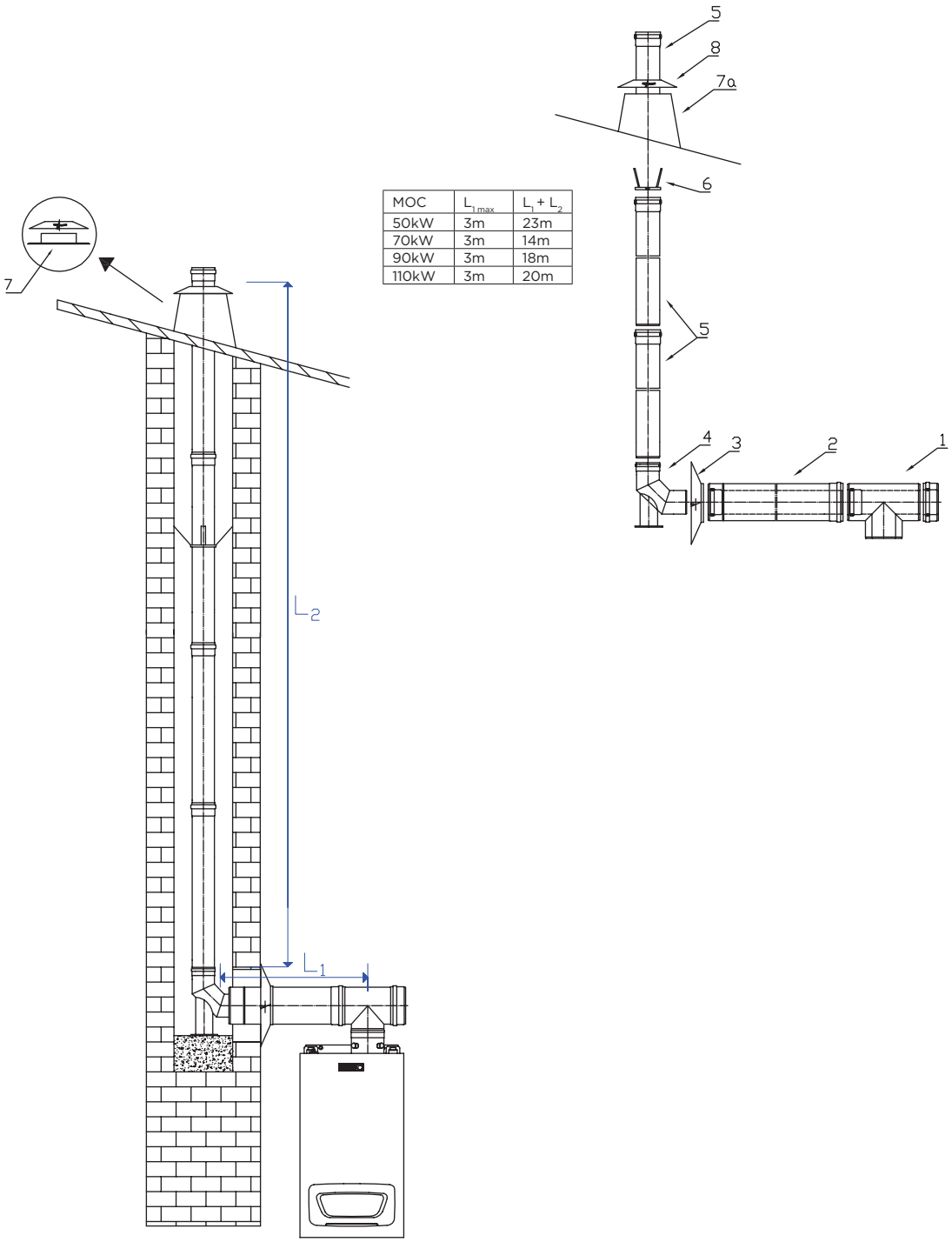
3.16.4 Systemy odprowadzania spalin z kotłów Brötje o mocach 50 - 110 kW

■ **Rozwiązania kominowe**

WGB 50-110 I, BGB 50-110 I	**Nr rys.**
Komin 110/160 – przyłącze koncentryczne – pobór powietrza z szachtu.	3.69
Komin 110/160 izolowany – przyłącze koncentryczne – pobór powietrza z zewnątrz.	3.70
Komin 110/160 – czopuch koncentryczny – pobór powietrza z pomieszczenia.	3.71
Komin 110 rozdzielczy – pobór powietrza z zewnątrz.	3.72
Komin 110/160 przepusty ścienne i dachowe.	3.73

3.16.4.1. Kotły WGB 50-110 i, BGB 50-110 i

■ Przykłady kominów firmy WADEX



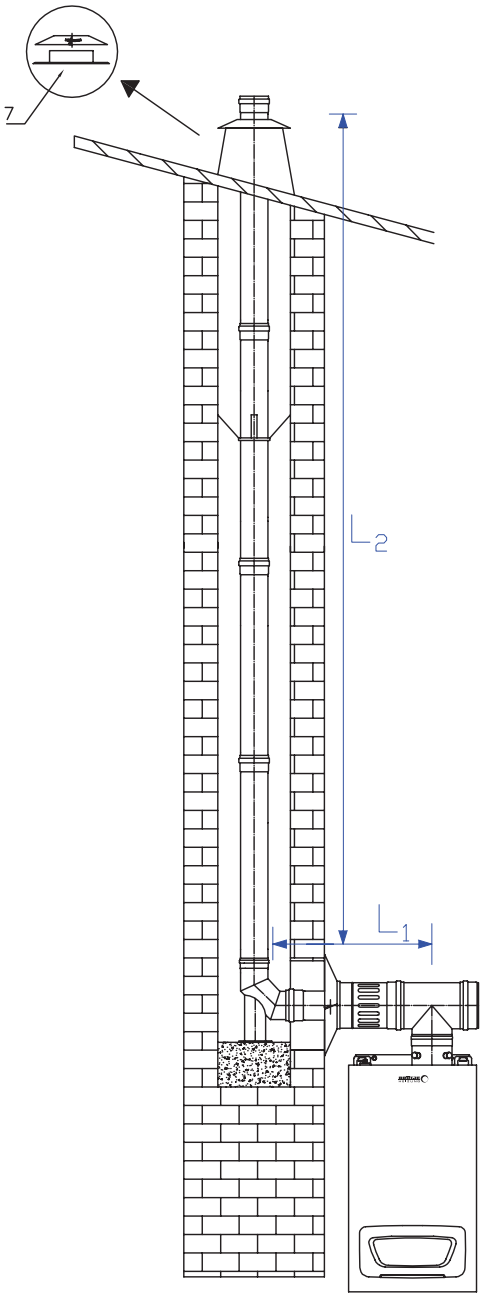
MOC	$L_{1\,max}$	$L_1 + L_2$
50kW	3m	23m
70kW	3m	14m
90kW	3m	18m
110kW	3m	20m

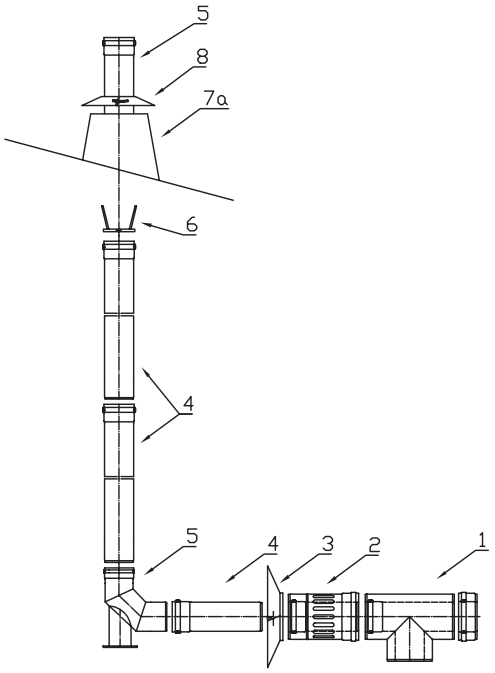
Wymagany rozmiar szachtu w świetle 17×17 cm lub ∅ 180 mm.

*Wstawienie dodatkowego kolana 90° 110/160 powoduje zmniejszenie dopuszczalnej wysokości o 2 m.
*Wstawienie dodatkowego kolana 45° 110/160 powoduje zmniejszenie dopuszczalnej wysokości o 1,5 m.

Rys. 3.51. Komin Turbo 110/160 – czopuch koncentryczny – pobór powietrza z szachtu dla urządzeń WGB 50-110 I, BGB 50-110 I

MOC	$L_{1\,max}$	$L_1 + L_2$
50kW	3m	23m
70kW	3m	23m
90kW	3m	20m
110kW	3m	20m



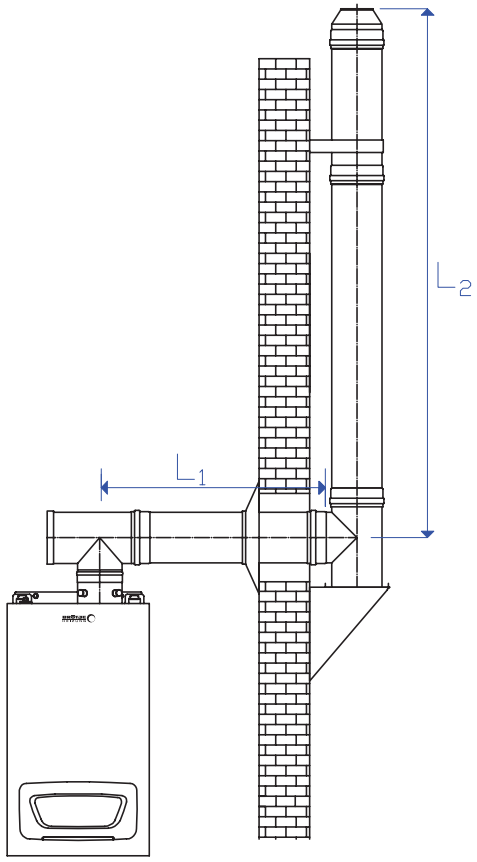


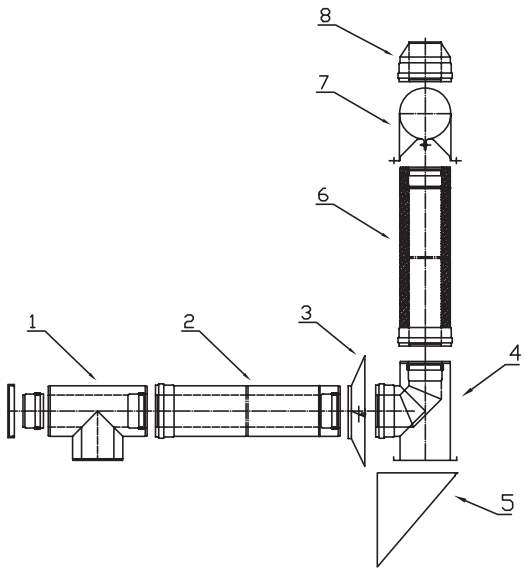
	INOX
1. TURBO adapter trójnik dwuścienny	889 160 770
2. TURBO czerpnia powietrza 110/160	858 160 000
3. TURBO osłona okrągła	846 160 000
4. TURBO rura spalinowa L1000 – L500 – L250 –	 801 110 000 802 110 000 803 110 000
5. TURBO kolano 93° z podst.	859 110 000
6. TURBO obejma dystansowa	847 110 000
7. Płyta dachowa z kołnierzem przeciwdeszczowym 7a. TURBO przejście dachowe Płyta stalowa (papa, gont) – 0° – 5-25° – 25-45° Płyta ołowiana (dachówka) – 0° – 5-25° – 25-45°	311 110 000 841 120 000 842 120 000 843 120 000 854 120 000 855 120 000 856 120 000
8. TURBO osłona okrągła	846 110 000

* Wstawienie dodatkowego kolana 90° 110/160 powoduje zmniejszenie dopuszczalnej wysokości o 2 m.
* Wstawienie dodatkowego kolana 45° 110/160 powoduje zmniejszenie dopuszczalnej wysokości o 1,5 m.

Rys. 3.52. Komin Turbo 110/160 – pobór powietrza z pomieszczenia dla urządzeń WGB 50-110 I, BGB 50-110 I.

MOC	$L_{1\,max}$	$L_1 + L_2$
50kW	3m	23m
70kW	3m	23m
90kW	3m	20m
110kW	3m	20m



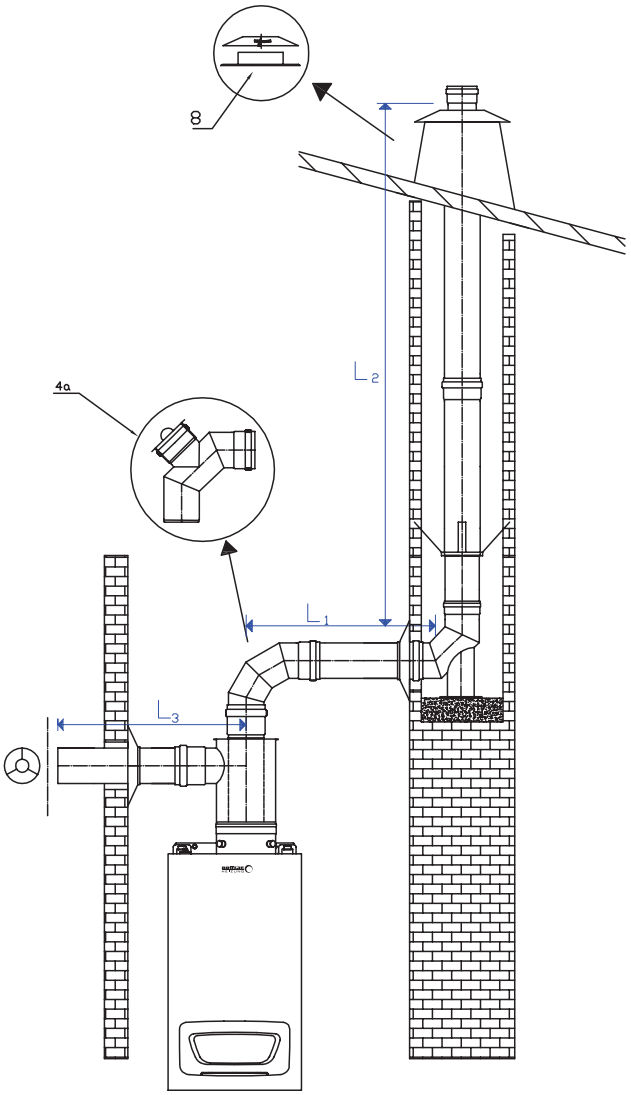


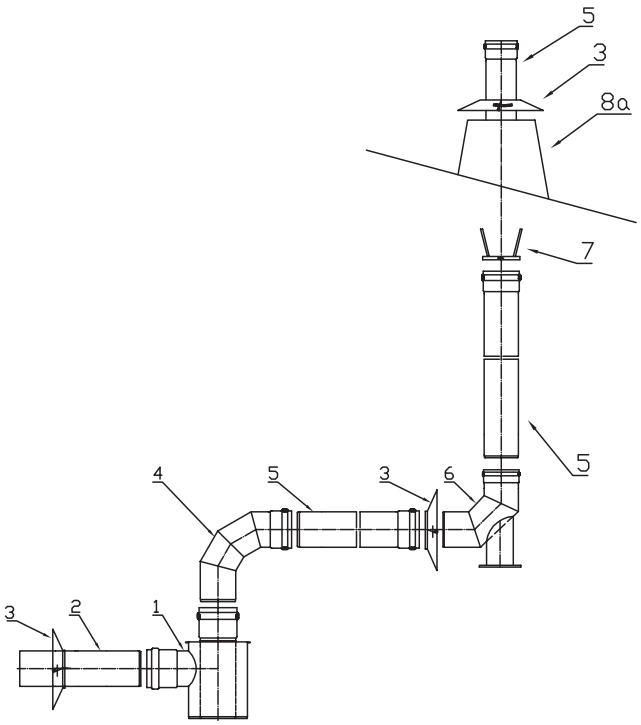
	INOX
1. TURBO adapter trójnik dwuśc.	889 160 770
2. TURBO rura dwuścienna L1000 – L500 – L250 –	 807 160 000 808 160 000 809 160 000
3. TURBO osłona okrągła	846 160 000
TURBO osłona kwadratowa	846 160 100
4. TURBO kolano trójnik z płytą i czerpnią powietrza	895 160 000
5. TURBO wspornik	897 000 000
6. TURBO rura dwuścienna izolowana L1000 – L500 – L250 –	 873 160 000 874 160 000 876 160 000
7. TURBO obejma konstrukcyjna	849 160 000
8. TURBO ustnik dwuścienny izolowany	885 160 000

* Wstawienie dodatkowego kolana 90° 110/160 powoduje zmniejszenie dopuszczalnej wysokości o 2 m.
* Wstawienie dodatkowego kolana 45° 110/160 powoduje zmniejszenie dopuszczalnej wysokości o 1,5 m.

Rys. 3.53. Komin Turbo izolowany 110/160 – pobór powietrza z zewnątrz dla urządzeń WGB 50-110 I, BGB 50-110 I.

MOC	$L_{1\,max}$	$L_1 + L_2$
50kW	3m	23m
70kW	3m	14m
90kW	3m	18m
110kW	3m	20m



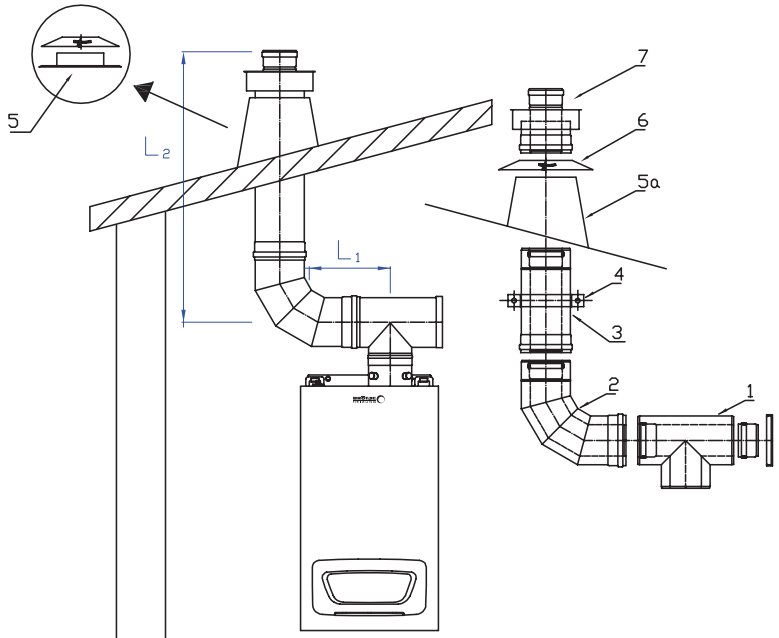


	INOX
1. TURBO adapter rozdzielacz II	833 110 770
2. TURBO rura wylotowa powietrzna	838 110 000
3. TURBO osłona okrągła	846 110 000
4. TURBO kolano 93° spalinowe	810 110 000
4a. TURBO kolano 93° spal. z wyczystką	890 110 000
4. TURBO rura spalinowa	
L1000 –	801 110 000
L500 –	802 110 000
L250 –	803 110 000
6. TURBO kolano 93° z podst.	859 110 000
7. TURBO obejma dystansowa	847 110 000
8. Płyta dachowa z kołnierzem przeciw deszczowym	311 110 000
8a. TURBO przejście dachowe	
Płyta stalowa (papa, gont)	
– 0°	841 120 000
– 5-25°	842 120 000
– 25-45°	843 120 000
Płyta ołowiana (dachówka)	
– 0°	854 120 000
– 5-25°	855 120 000
– 25-45°	856 120 000

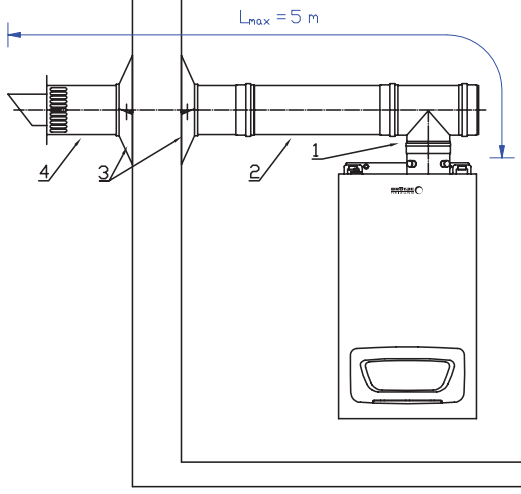
* L3 max = 5 m przy założeniu 1 zmiany kierunku.
* Wstawienie dodatkowego kolana 90° 110 powoduje zmniejszenie dopuszczalnej wysokości o 2 m.
* Wstawienie dodatkowego kolana 45° 110 powoduje zmniejszenie dopuszczalnej wysokości o 1,5 m.

Rys. 3.54. Komin Turbo 110/160 – pobór powietrza z pomieszczenia dla urządzeń WGB 50-110 I, BGB 50-110 I

MOC	L_{1max}	$L_1 + L_2$
50kW	3m	25m
70kW	3m	14m
90kW	3m	10m
110kW	3m	8m



	INOX
1. TURBO adapter trójnik dwuśc.	889 160 770
2. TURBO kolano 93° 2a. TURBO kolano 93° z podst.	812 160 000 813 160 000
3. TURBO rura dwuścienna izolowana L1000 – L500 – L250 –	 807 160 000 808 160 000 809 160 000
4. TURBO obejma konstr. reg. 50-100 mm	849 160 000
5. Płyta dachowa z kołnierzem przeciwdeszczowym 5a. TURBO przejście dachowe Płyta stalowa (papa, gont) – 0° – 5-25° – 25-45° Płyta ołowiana (dachówka) – 0° – 5-25° – 25-45°	311 160 000 841 160 000 842 160 000 843 160 000 854 160 000 855 160 000 856 160 000
6. TURBO osłona okrągła	846 160 000
7. TURBO ustnik dwuścienny	850 160 000



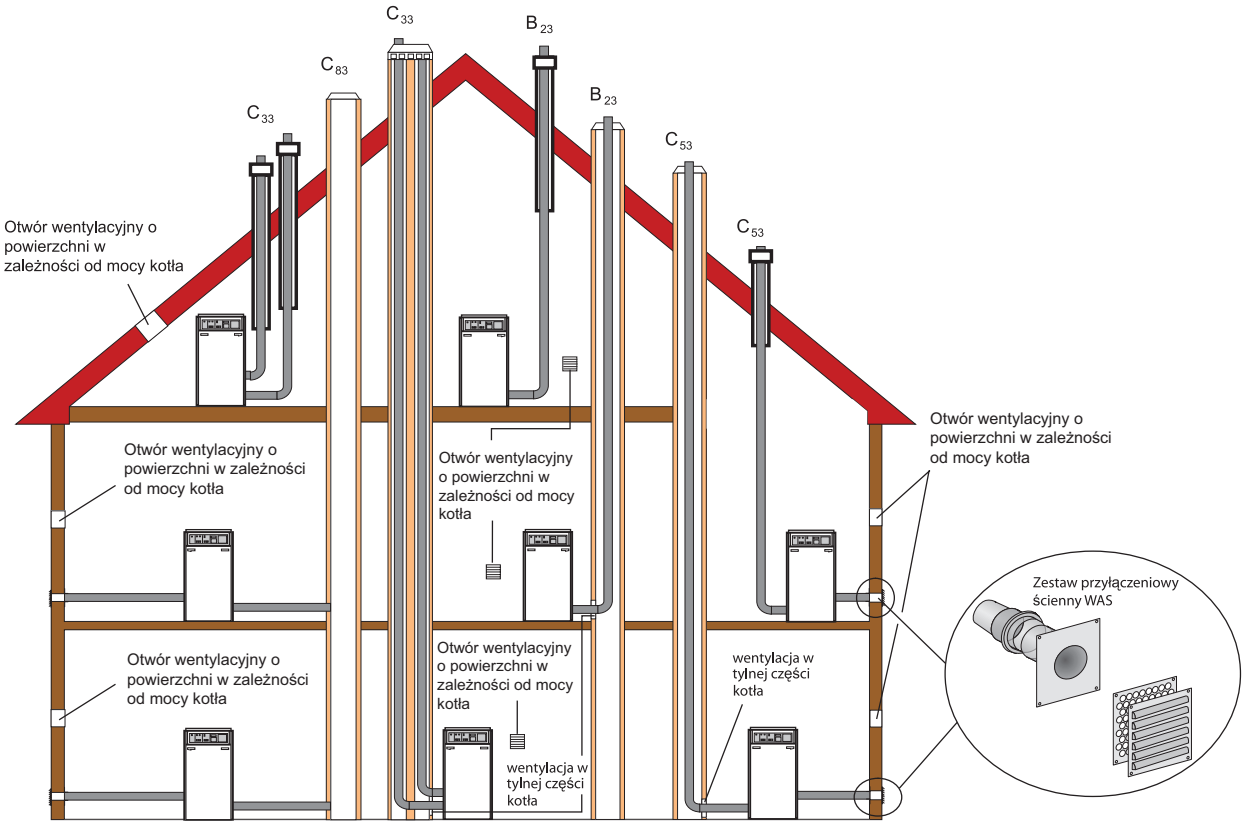
	INOX
1. TURBO adapter trójnik dwuśc.	889 160 770
2. TURBO rura dwuścienna L1000 – L500 – L250 –	 807 160 000 808 160 000 809 160 000
3. TURBO osłona okrągła TURBO osłona kwadratowa	846 160 000 846 160 100
4. TURBO rura wylotowa dwuśc.	836 160 000

* Wstawienie dodatkowego kolana 90° 110/160 powoduje zmniejszenie dopuszczalnej wysokości o 2 m.
* Wstawienie dodatkowego kolana 45° 110/160 powoduje zmniejszenie dopuszczalnej wysokości o 1,5 m.

Rys. 3.55. Komin Turbo 110/160 koncentryczne – przepusty ścienne i dachowe dedykowane dla urządzeń WGB 50-110 I, BGB 50-110 I.

3.16.5. Systemy odprowadzania spalin z kotłów Brötje o mocach 125-610 kW

3.16.5.1. Kotły SGB



Rys. 3.56. Przykłady zastosowania kotłów SGB wyposażonych w system odprowadzenia spalin SAS firmy BRÖTJE, przeznaczonych do eksploatacji z zasysaniem powietrza do spalania z pomieszczenia i z doprowadzeniem powietrza do spalania z zewnątrz.

Wskazówka

- W przypadku instalacji grzewczych na poddaszu wykonanie przejścia przez dach przewodu spalinowego jest możliwe tylko wtedy, gdy przewód ten może być prowadzony bezpośrednio przez dach (z ominięciem innych pomieszczeń).
- W przypadku instalacji spalinowej C33 (zasysanie powietrza do spalania przez pionowy przepust dachowy) końcówka rury powietrznej musi być zabezpieczona osłoną przeciwdeszczową.
- W przypadku instalacji spalinowych C53 i C83 (zasysanie powietrza do spalania przez ścianę zewnętrzną) konieczne jest zastosowanie zestawu przyłączeniowego ściennego przepustu nawiewnego WAS firmy BRÖTJE z matą filtrującą.
- Także w przypadku trybu pracy niezależnego od powietrza w pomieszczeniu należy przewidzieć odpowiedni otwór wentylacyjny.

Maksymalne długości odcinków prostych w metrach kominów dla kotłów SGB 125 - 300

System odprowadzania spalin/SGB	125i	170i	215i	260i	300i
SAS 160-1B DN 160	60	60			
SAS 160-2B DN 160	60	60			
SAS 200-1B DN 200			60	60	60
SAS 200-2B DN 200			60	60	60

*wraz z kolanem 87° (jak pokazano na rys.), zmniejszenie podanych długości całkowitych w zależności od zastosowania kolejnych kolan: 87° - 5 m, 45° - 2 m, 15° = 1 m
Podane długości całkowite obowiązują w przypadku trybu pracy zależnego od powietrza w pomieszczeniu

UWAGA: System spalinowy SAS (SGB Abgasleitungs System) firmy Brötje posiada dopuszczenie wyłącznie na rynek niemiecki.W Polsce wymagane dopuszczenia mają systemy uszczelkowe odprowadzania spalin, przystosowane do pracy w nadciśnieniu w trybie mokrym np. firmy WADEX system SPUk lub DWWk (izolowany).

Zestaw WAS (WandAndschlusSet) firmy Brötje posiada również dopuszczenie wyłacznie na rynek niemiecki. W Polsce można stosować ogólnodostępne zakończenia przewodów zasysu powietrza, zwracając szczególną uwagę na ograniczenie oporów miejscowych możliwie do minimum.

W przypadku doboru kominów do kotłów SGB zalecamy każdorazowo kontakt z działem technicznym BIMs PLUS.

3.16.6. Kaskadowy system kominowy WADEX

■ Kaskadowy system kominowy WADEX
Przeznaczony jest do odprowadzenia spalin z kilku urządzeń grzewczych opalanych gazem lub olejem opałowym, zainstalowanych w kotłowni, z których spaliny odprowadzane są do jednego, zbiorczego przewodu spalinowego.

Warunki techniczne zastosowania kaskadowego systemu kominowego:
- kotły połączone w kaskadę powinny mieć palniki nadmuchowe lub zamkniętą komorę spalania,
- powietrze do spalania pobierane jest z pomieszczenia kotłowni lub z zewnątrz pomieszczenia,
- pionowa część komina może być wykonana jako jednościenna, montowana w szachcie lub dwuścienna, izolowana, montowana na zewnątrz budynku przy ścianie lub przy samodzielnej konstrukcji wsporczej, koncentryczna wewnątrz budynku,
- kotły powinny być wyposażone w klapę na przewodzie powietrznym, która zabezpieczy przed wydostawaniem się spalin do kotłowni poprzez przewód powietrzny nieczynnego kotła podczas pracy pozostałych kotłów w kaskadzie,
- wszystkie elementy w kaskadowym systemie kominowym produkcji WADEX SA, wykonane są ze stali nierdzewnej i kwasoodpornej. W kaskadach kotłów z zamkniętą komorą spalania lub kondensacyjnych, wszystkie elementy mają uszczelki zapewniające pracę systemu w nadciśnieniu.

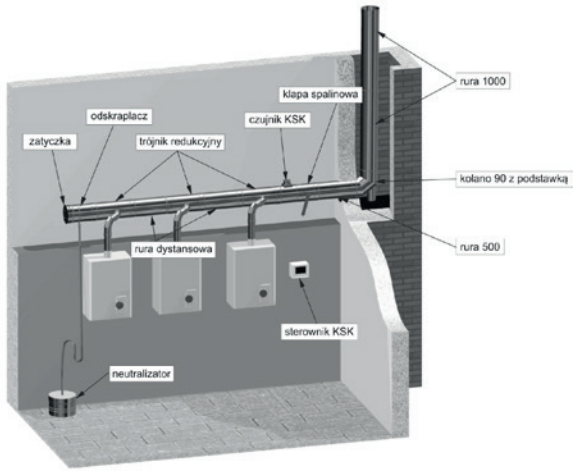
■ Przepisy regulujące zasady przyłączenia kilku kotłów do wspólnego kanału spalinowego (kaskadowy system kominowy) reguluje ustawa z 7 lipca 1994 r. Prawo Budowlane Dz.U. 1994 nr 89 poz. 414 z późniejszymi zmianami (tekst jednolity Dz.U.2023 poz. 682) oraz WT w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie z 12 kwietnia 2002 r. Dz. U. nr 75, poz. 690 wraz z późniejszymi zmianami (tekst jednolity Dz.U. 2022 poz. 1225).

■ Budowa i zasada działania kaskadowego systemu kominowego WADEX
Kaskadowy System Kominowy WADEX składa się z odcinka poziomego do którego podłączone są odprowadzenia spalin wszystkich kotłów pracujących w kaskadzie oraz odcinka pionowego, który odprowadza spaliny na zewnątrz kotłowni.
Odcinek pionowy może być wykonany jako jednościenny do montażu w szachcie (schemat A) lub izolowany montowany przy ścianie budynku lub do oddzielnej konstrukcji wsporczej (schemat B).

Elementy poziomego odcinka KSK WADEX wykonane są ze stali nierdzewnej i kwasoodpornej i rur i kształtek systemów SPUk, TURBO i DWWk dla kaskad kotłów z zamkniętą komorą spalania. Doboru średnic i długości KSK WADEX dokonują doradcy techniczni WADEX na podstawie zaleceń producentów kotłów lub w oparciu o obliczenia prowadzone przy użyciu specjalistycznego programu.

KSK WADEX przeznaczony do współpracy z kotłami z zamkniętą komorą spalania, zgodnie z obowiązującymi przepisami, wyposażone są w sterownik wyłączający równocześnie wszystkie kotły w przypadku zaniku ciągu kominowego.

■ Kaskadowy system kominowy WADEX spalinowy jednościenny:
Umożliwia jednoczesne odprowadzenie spalin z kliku kotłów kondensacyjnych opalanych gazem lub olejem opałowym zainstalowanych w kotłowni, poprzez wspólny przewód jednościenny, do którego są podłączone, część pionowa komina prowadzona jest w szachcie kominowym. System działa zależnie od powietrza w pomieszczeniu.

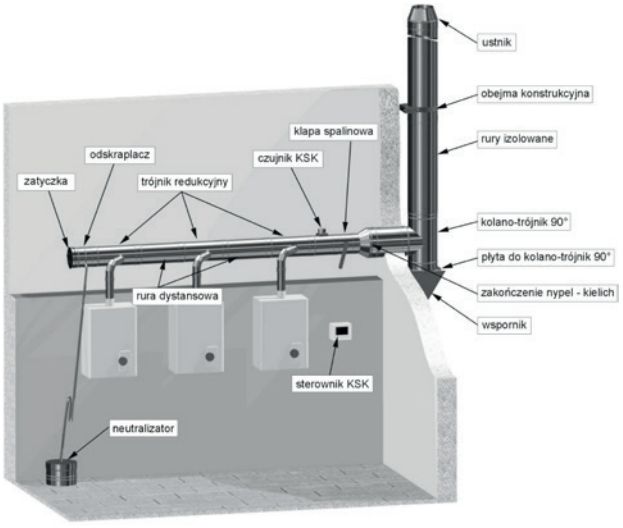


Rys. 3.57. Schemat montażowy Kaskadowego Systemu Kominowego z pionowym odprowadzeniem spalin w szachcie [3.75.].

Zestawienie elementów Kaskadowego Systemu Kominowego WADEX z pionowym odprowadzeniem spalin w szachcie:

	Element	**Funkcja**
1	zatyczka	element zamykający czopuch pełniący jednocześnie rolę wyczystki - po jej zdjęciu można wyczyścić czopuch na całej długości
2	odskraplacz	element umożliwiający odprowadzenie kondensatu z kaskadowego systemu kominowego; powinien być podłączony do neutralizatora skroplin
3	trójnik redukcyjny (ilość tożsama z ilością kotłów w kaskadzie)	trójnik pozwalający odprowadzić spaliny z każdego z kotłów kaskady do czupucha kaskadowego systemu kominowego; trójnik redukuje średnicę przewodu spalinowego kotła do średnicy czopucha, trójnik ma kąt 45°
4	rura dystansowa	rura o długości 500-580 mm łącząca trójniki redukcyjne w kaskadzie, którą można skracać w trakcie montażu
5	czujnik ciśnienia	element kontrolujący sprawność działania systemu kominowego; w przypadku zaniku ciągu kominowego, jego impuls spowoduje jednoczesne wyłączenie wszystkich kotłów
6	klapa spalinowa	klapa w przewodzie spalinowym, której UDT używa w celu sprawdzenia poprawności działania czujnika kaskadowego systemu kominowego
7	panel sterujący	sterownik wyłączający równocześnie wszystkie kotły w kaskadzie w przypadku zaniku ciągu kominowego
8	kolano z podstawką	element łączący poziomą i pionową część systemu kominowego; kolano nie jest konstrukcją nośną komina, przy większych wysokościach komina należy zadbać o jego właściwą stabilizację w szachcie
9	rury długości 1000, 500, 250 mm	rury jednościenne odprowadzające spaliny w przewodzie spalinowym pionowym zainstalowanym w szachcie (dla kotłów atmosferycznych są to rury systemu SPU, dla kotłów z zamkniętą komorą spalania lub kondensacyjnych są to rury z uszczelkami z systemu SPUk lub TURBO)

■ **Kaskadowy system kominowy WADEX spalinowy jednościenny z pionowym odcinkiem izolowanym:**
Umożliwia jednoczesne odprowadzenie spalin z kliku kotłów kondensacyjnych opalanych gazem lub olejem opałowym zainstalowanych w kotłowni, poprzez wspólny przewód jednościenny, do którego są podłączone, część pionowa prowadzona po elewacji izolowana termicznie. Rozwiązanie stosowane w przypadku braku możliwości prowadzenia komina wewnątrz budynku. System działa zależnie od powietrza w pomieszczeniu.



Rys. 3.58. Schemat montażowy Kaskadowego Systemu Kominowego WADEX z pionowym odprowadzeniem spalin do izolowanego komina prowadzonego na zewnątrz budynku (przy ścianie lub samodzielnej konstrukcji wsporczej) [3.75.].

Zestawienie elementów Kaskadowego Systemu Kominowego WADEX z pionowym odprowadzeniem spalin do izolowanego komina prowadzonego na zewnątrz budynku (przy ścianie lub samodzielnej konstrukcji wsporczej):

	Element	**Funkcja**
1	zatyczka	element zamykający czopuch pełniący jednocześnie rolę wyczystki - po jego zdjęciu można wyczyścić czopuch na całej długości
2	odskraplacz	element umożliwiający odprowadzenie kondensatu z Kaskadowego Systemu Kominowego; powinien być podłączony do neutralizatora skroplin
3	trójnik redukcyjny (ilość tożsama z ilością kotłów w kaskadzie)	trójnik pozwalający odprowadzić spaliny z każdego z kotłów kaskady do czopucha Kaskadowego Systemu Kominowego WADEX; trójnik redukuje średnicę przewodu spalinowego kotła do średnicy czopucha, trójnik ma kąt 45°
4	rura dystansowa	rura o długości 500-580 mm łącząca trójniki redukcyjne w kaskadzie, którą można skracać w trakcie montażu
5	czujnik ciśnienia	element kontrolujący sprawność działania systemu kominowego; w przypadku zaniku ciągu kominowego, jego impuls spowoduje jednoczesne wyłączenie wszystkich kotłów
6	klapa spalinowa	klapa na przewodzie spalinowym, której UDT używa w celu sprawdzenia poprawności działania czujnika kaskadowego systemu kominowego
7	panel sterujący	sterownik wyłączający równocześnie wszystkie kotły w kaskadzie w przypadku zaniku ciągu kominowego
8	zakończenie nypel - kielich	przejście z sytemu jednościennego na dwuścienny izolowany, element ten powinien być wewnątrz budynku
9	kolano dwuścienne izolowane	element łączący poziomą i pionową część systemu kominowego; kolano nie jest konstrukcją nośną komina (!)
10	podpora przejściowa	element, który wraz z wspornikami (13) przenosi ciężar komina; wraz z obejmami konstrukcyjnymi zapewniają stabilność komina
11	rury izolowane o długości 1000, 500, 250 mm	elementy długościowe izolowane wełną mineralną; izolacja w rurach chroni kondensat przez zbyt szybkim wychłodzeniem i skraplaniem się (a zimą zamarzaniem) w rurze; dla kotłów atmosferycznych są to rury systemu DWW, dla kotłów z zamkniętą komorą spalania lub kondensacyjnych są to rury z uszczelkami z systemu DWWk lub TURBO
12	ustnik	Zakończenie rury izolowanej
13	wspornik	element wsporczy stosowany do stabilizowania podpory przejściowej (10)
14	obejma konstrukcyjna	element mocujący rury i kształtki do muru

■ Dobór średnic kaskadowego systemu kominowego

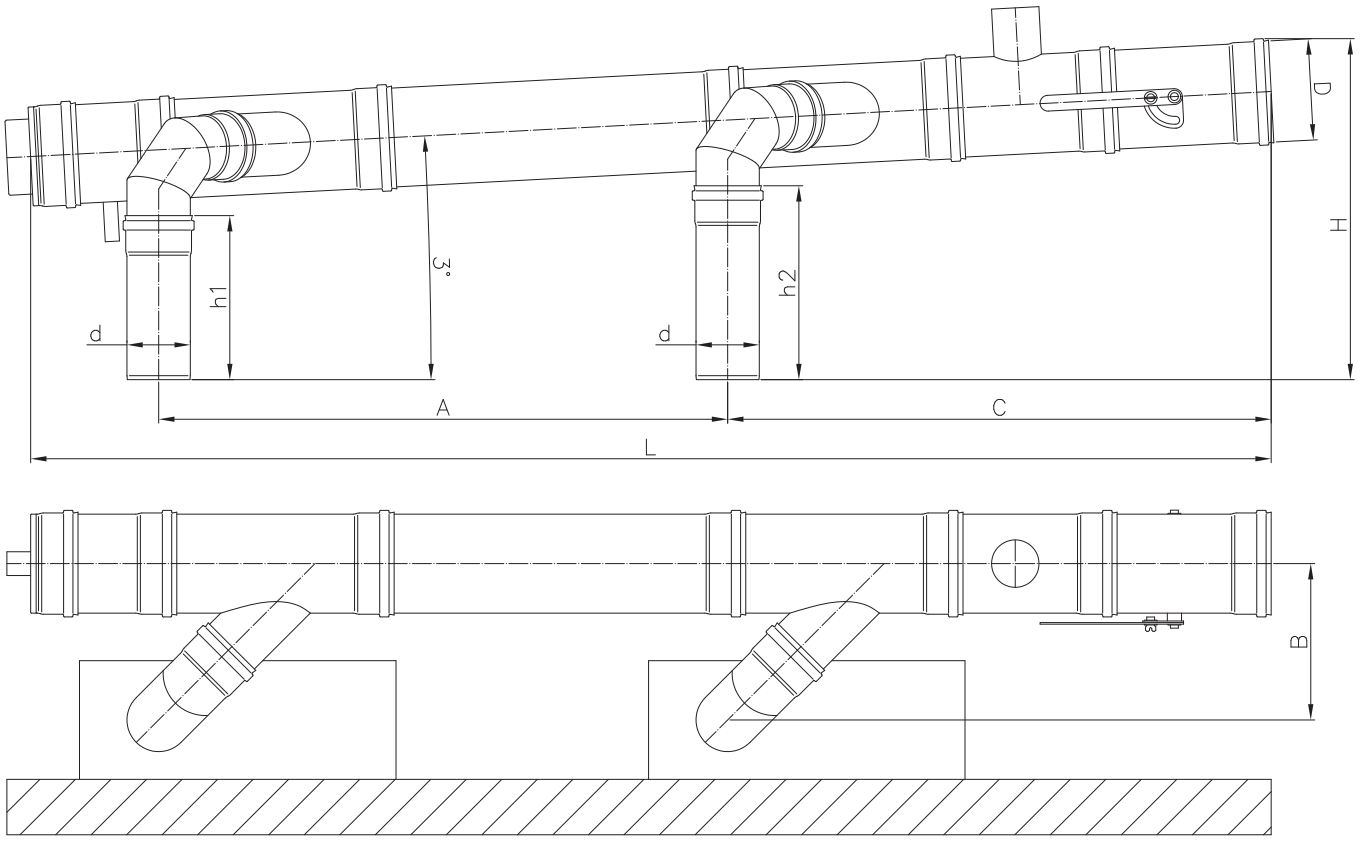
Duża liczba modeli produkowanych kotłów, różne parametry przewodów spalinowych oraz zasadniczo różne parametry pracy wentylatorów w kotłach powodują, że właściwe działanie systemu w zadanych warunkach zapewnią tylko obliczenia dokonane przez doradców technicznych WADEX SA przy użyciu programu komputerowego.

Każdy projektant, instalator czy inwestor mający w planach budowę kotłowni z kaskadowo działającymi kotłami, powinien przesłać zapytanie do doradców technicznych WADEX SA. W odpowiedzi prześlą oni obliczenia i zestawienie elementów Kaskadowego Systemu Kominowego WADEX zapewniającego właściwe działanie systemu w warunkach przedstawionych w zapytaniu.

■ **Parametry (indeksy, wymiary) Kaskadowych Systemów Kominowych WADEX jednościennych:**

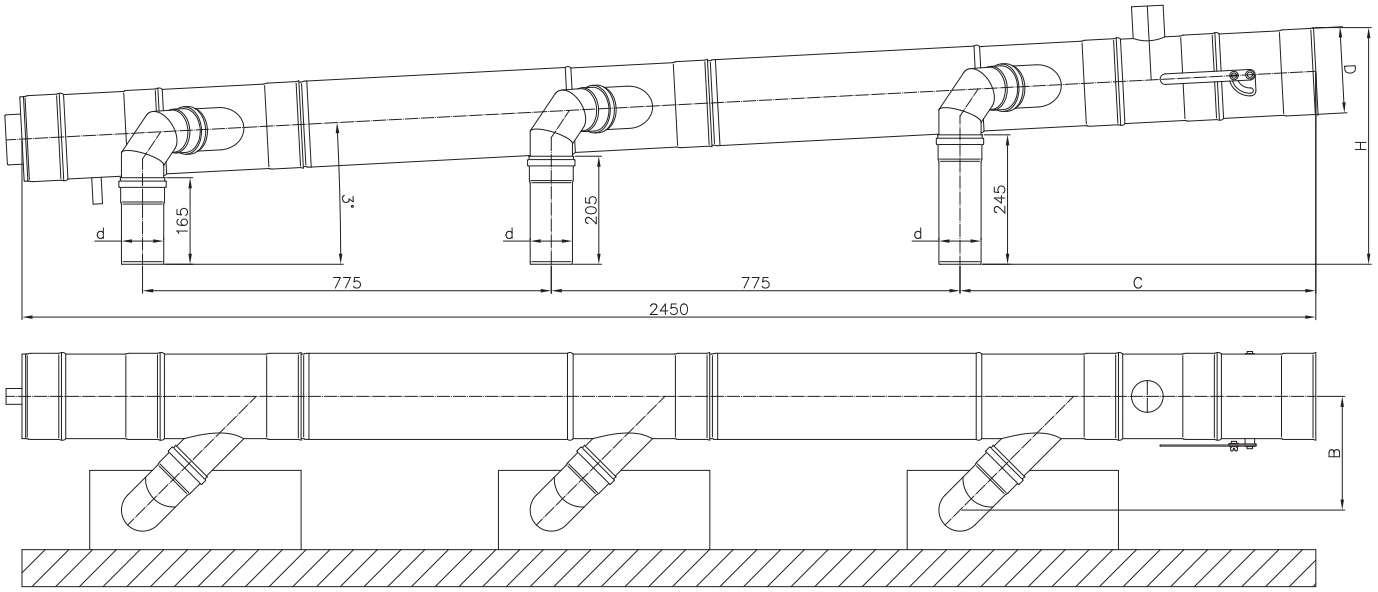
Kaskadowy System Kominowy WADEX (ze sterownikiem) dla 2 kotłów

Wymiar	Indeks	772125080	772160110	772180110	772200110
d - [mm]		80	110	110	110
D - [mm]		125	160	180	200
B - [mm]		200	240	250	260
H - [mm]		435	470	480	490
A - [mm]		720	775	775	775
C - [mm]		690	700	700	700
L - [mm]		1570	1675	1675	1675
h1 - [mm]		210	205	205	205
h2 - [mm]		245	245	245	245



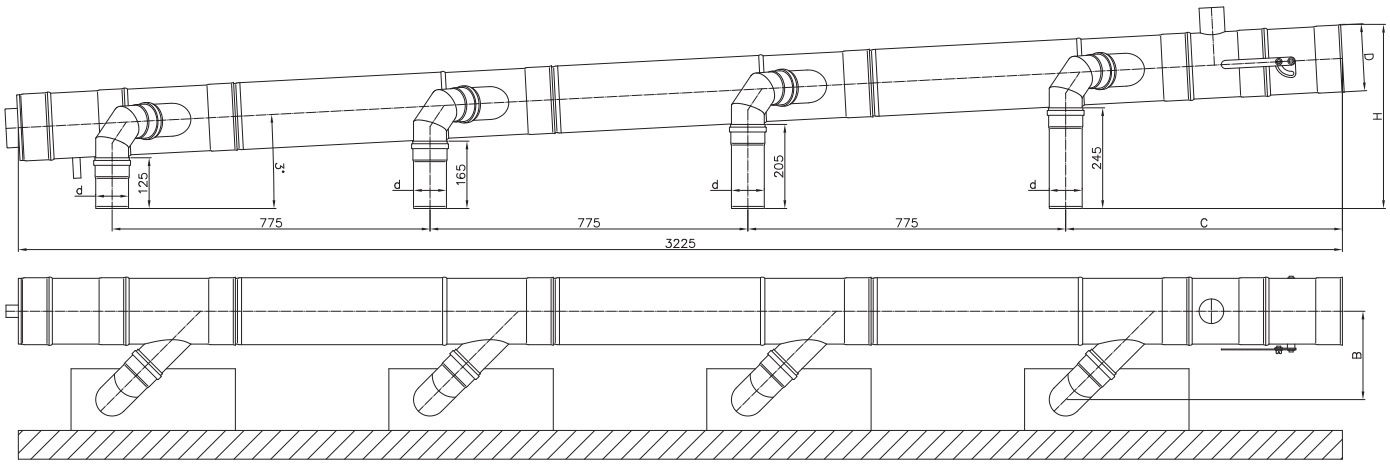
Kaskadowy System Kominowy WADEX (ze sterownikiem) dla 3 kotłów

Wymiar	Indeks	773160080	773180110	773200110	773225110
d - [mm]		80	110	110	110
D - [mm]		160	180	200	225
B - [mm]		220	250	260	275
H - [mm]		450	480	490	505
C - [mm]		675	700	700	700



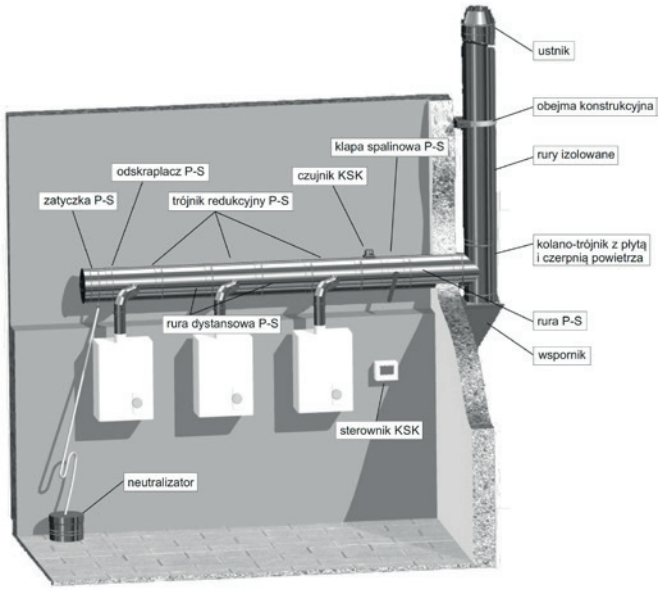
Kaskadowy System Kominowy WADEX (ze sterownikiem) dla 4 kotłów

Wymiar	Indeks	774180080	774200110	774225110	774250110
d - [mm]		80	110	110	110
D - [mm]		180	200	225	250
B - [mm]		230	260	275	285
H - [mm]		460	490	505	515
C - [mm]		675	700	700	700



■ Kaskadowy system kominowy WADEX koncentryczny:
Umożliwia odprowadzenie spalin i pobór powietrza do komory spalania z kilku kotłów kondensacyjnych opalanych gazem lub olejem opałowym, zainstalowanych w kotłowni, poprzez wspólny przewód spalinowo-powietrzny. Do poboru powietrza do spalania (w części pionowej) można też wykorzystać istniejący szacht kominowy (w szachcie prowadzona jest rura spalinowa, a powietrze zaciągane jest z przestrzeni między szachtem a przewodem spalinowym). Wyrzut spalin/pobór powietrza do spalania następuje powyżej połaci dachu.

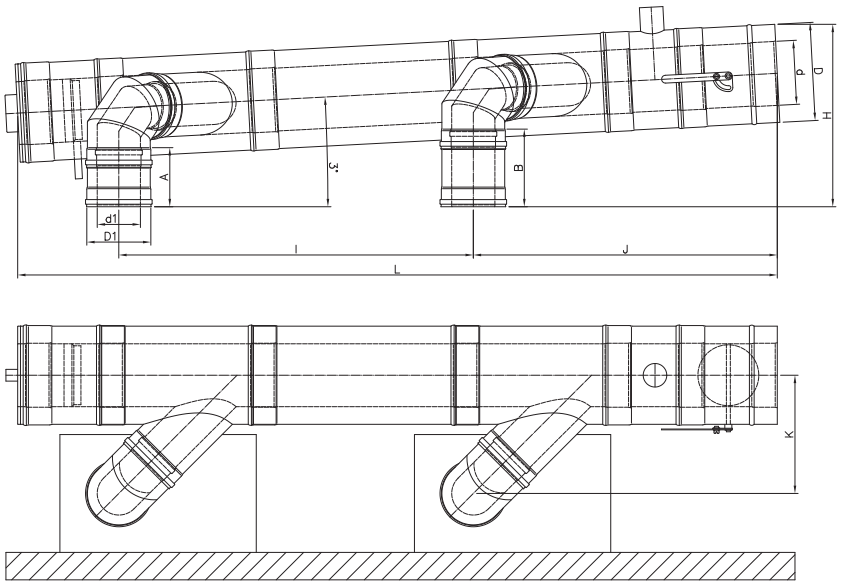
■ Kaskadowy system kominowy WADEX koncentryczny z czerpnią powietrza:
Umożliwia odprowadzenia spalin i pobór powietrza do komory spalania z kilku kotłów kondensacyjnych opalanych gazem lub olejem opałowym, zainstalowanych w kotłowni poprzez wspólny przewód spalinowo-powietrzny. Część komina spalinowego prowadzona po elewacji izolowana termicznie, pobór powietrza do spalania czerpnią powietrza zlokalizowana poza ścianą kotłowni.



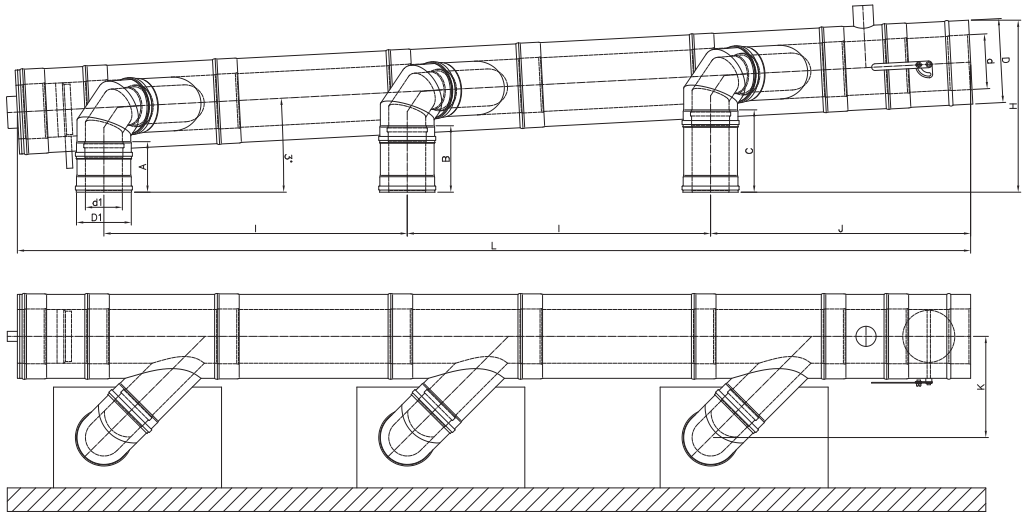
Rys. 3.59. Schemat montażowy Kaskadowego Systemu Kominowego P-S (powietrzno-spalinowy) z czerpnią powietrza WADEX z pionowym odprowadzeniem spalin do izolowanego komina prowadzonego na zewnątrz budynku (przy ścianie lub samodzielnej konstrukcji wsporczej) [3.75.].

■ Parametry (indeksy, wymiary) Kaskadowych Systemów Kominowych WADEX powietrzno-spalinowych:

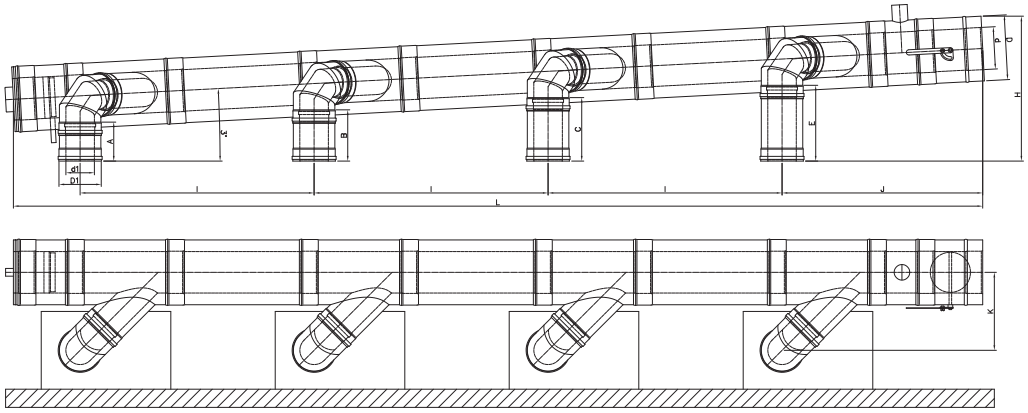
Kaskadowy System Kominowy WADEX (ze sterownikiem) dla 2 kotłów



Kaskadowy System Kominowy WADEX (ze sterownikiem) dla 3 kotłów



Kaskadowy System Kominowy WADEX (ze sterownikiem) dla 4 kotłów



	Indeks	d/D	d1/D1	A	B	C	E	H	I	J	K	L
DLA DWÓCH KOTŁÓW	782 120 200 2	125/200	2x 80/125	200	245	-	-	475	880	740	255	1885
	782 120 200 5	125/200	2x 110/160	195	245	-	-	495	980	820	280	2085
	782 120 250 2	125/250	2x 80/125	200	245	-	-	500	880	740	280	1885
	782 120 250 5	125/250	2x 110/160	195	245	-	-	520	980	820	305	2085
	782 150 225 5	150/225	2x 110/160	195	245	-	-	510	980	820	290	2085
	782 150 250 5	150/250	2x 110/160	195	245	-	-	520	980	820	305	2085
	782 160 225 2	160/225	2x 80/125	200	245	-	-	485	855	725	265	1835
	782 160 225 5	160/225	2x 110/160	195	245	-	-	510	955	800	290	2035
	782 160 250 5	160/250	2x 110/160	145	195	-	-	470	955	800	305	2035
	782 160 300 5	160/300	2x 110/160	145	195	-	-	495	955	800	330	2035
	782 180 250 5	180/250	2x 110/160	145	195	-	-	470	955	800	305	2035
	782 180 300 5	180/300	2x 110/160	145	195	-	-	495	955	800	330	2035
	782 180 350 5	180/350	2x 110/160	145	195	-	-	520	955	815	355	2035
	782 200 300 5	200/300	2x 110/160	145	195	-	-	495	955	800	330	2035
	782 200 350 5	200/350	2x 110/160	145	195	-	-	520	955	800	355	2035
DLA TRZECH KOTŁÓW	783 160 250 5	160/250	3x 110/160	145	195	245	-	520	955	800	305	2990
	783 160 300 5	160/300	3x 110/160	145	195	245	-	545	955	800	330	2990
	783 180 250 5	180/250	3x 110/160	145	195	245	-	520	955	800	305	2990
	783 180 300 5	180/300	3x 110/160	145	195	245	-	545	955	800	330	2990
	783 180 350 5	180/350	3x 110/160	145	195	245	-	570	955	815	355	2990
	783 200 300 5	200/300	3x 110/160	145	195	245	-	545	955	800	330	2990
	783 200 350 5	200/350	3x 110/160	145	195	245	-	570	955	800	355	2990
	783 220 350 5	225/350	3x 110/160	145	195	245	-	570	955	800	355	2990
	783 220 400 5	225/400	3x 110/160	195	245	295	-	645	955	820	380	2990
	783 250 350 5	250/350	3x 110/160	145	195	245	-	570	955	800	355	2990
	783 250 400 5	250/400	3x 110/160	195	245	295	-	645	955	800	380	2990
DLA CZTERECH KOTŁÓW	784 200 300 5	200/300	4x 110/160	145	195	245	295	595	955	800	330	3945
	784 200 350 5	200/350	4x 110/160	145	195	245	295	620	955	800	355	3945
	784 220 350 5	225/350	4x 110/160	145	195	245	295	620	955	800	355	3945
	784 220 400 5	225/400	4x 110/160	195	245	295	345	695	955	820	380	3945
	784 250 350 5	250/350	4x 110/160	145	195	245	295	620	955	800	355	3945
	784 250 400 5	250/400	4x 110/160	195	245	295	345	695	955	800	380	3945
	784 300 400 5	300/400	4x 110/160	195	245	295	345	700	955	850	380	3995
	784 300 450 5	300/450	4x 110/160	195	245	295	345	725	955	850	405	3995

3.17. Moduły kaskadowe HydroFixx do kaskady kotłów WGB 50-110i kW

Rozróżniamy następujące rodzaje ram kaskadowych:

■ HydroFixx 2-3HK 120/120
Moduł kaskadowy (max. 150 KW) dla 2-3 kotłów grzewczych.
Składa sie z połączonego rozdzielacza zasilania i powrotu ze zintegrowanym sprzęgłem hydraulicznym.
Przyłącza po stronie instalacji DN65/PN6 wraz z przeciwkołnierzami (oraz śrubami i uszczelkami) jak również 4 mufy ½˝ dla czujników i termometru, 2x mufy 1˝ dla świecy magnetycznej lub opcjonalnie wkładu magnetycznego Reflex Exferro wraz z izolacją z PUR wg. EnEV.
Zakres pracy: max. Temp.: 110°C, max. ciśnienie: 6 bar.
Wraz z mufą dla odpowietrzenia, spustu oraz mufą 1/2˝ dla osłony termometrycznej.
Kotłowe grupy przyłączeniowe nie zawierają się w zestawie.

■ HydroFixx 2-3HK 160/160
Moduł kaskadowy (max. 250 KW) dla 2-3 kotłów grzewczych.
Składa sie z połączonego rozdzielacza zasilania i powrotu ze zintegrowanym sprzęgłem hydraulicznym.
Przyłącza po stronie instalacji DN80/PN6 wraz z przeciwkołnierzami (oraz śrubami i uszczelkami) jak również 4 mufy ½˝ dla czujników i termometru, 2x mufy 1˝ dla świecy magnetycznej lub opcjonalnie wkładu magnetycznego Reflex Exferro wraz z izolacją z PUR wg. EnEV.
Zakres pracy: max. Temp.: 110°C, max. ciśnienie: 6 bar.
Wraz z mufą dla odpowietrzenia, spustu oraz mufą 1/2˝ dla osłony termometrycznej.
Kotłowe grupy przyłączeniowe nie zawierają się w zestawie.

■ HydroFixx 3-5HK 200/200
Moduł kaskadowy (max. 600 KW) dla 3-5 kotłów grzewczych.
Składa sie z połączonego rozdzielacza zasilania i powrotu ze zintegrowanym sprzęgłem hydraulicznym.
Przyłącza po stronie instalacji DN125/PN6 wraz z przeciwkołnierzami (oraz śrubami i uszczelkami) jak również 4 mufy ½˝ dla czujników i termometru, 2x mufy 1˝ dla świecy magnetycznej lub opcjonalnie wkładu magnetycznego Reflex Exferro wraz z izolacją z PUR wg. EnEV.
Zakres pracy: max. Temp.: 110°C, max. ciśnienie: 6 bar.
Wraz z mufą dla odpowietrzenia, spustu oraz mufą 1/2˝ dla osłony termometrycznej.
Kotłowe grupy przyłączeniowe nie zawierają się w zestawie.

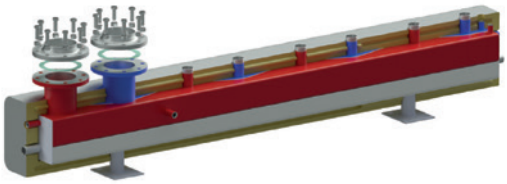
■ Kotłowa grupa przyłączeniowa
Składa się z rury falistej, zaworu kulowego, zaworu zwrotnego i trójnika.

Stelaż montażowy do zawieszenia 2 kotłów grzewczych.
Stelaż montażowy do zawieszenia 3 kotłów grzewczych.

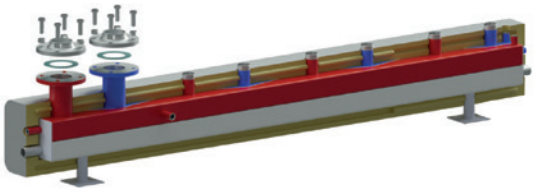
Poniżej przedstawiono poglądowe rysunki.

■ Przegląd zestawów kaskadowych

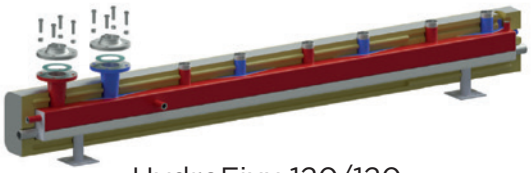
Technologia HydroFixx



HydroFixx 200/200



HydroFixx 160/160



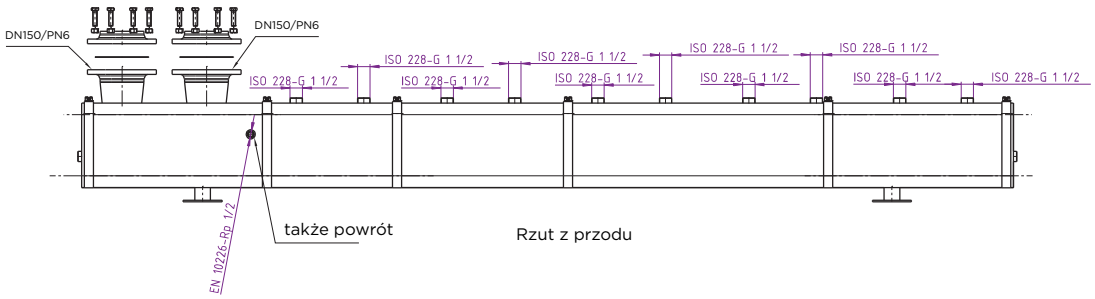
HydroFixx 120/120

HydroFixx	120/120		160/160		200/200		
Moc przy ΔT = 15	150kW		250kW		600kW		
Ilość kotłów	2	3	2	3	3	4	5
Nr art.	2HK120	3HK120	2HK160	3HK160	3HK200	4HK200	5HK200

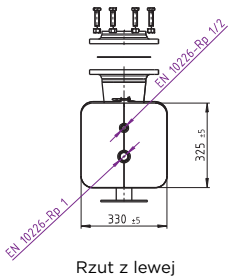
Pasuje do wszystkich kotłów Brötje serii WGB: 50i, 70i, 90i, 110i

Większa ilość kotłów / większe moce - na zapytanie.

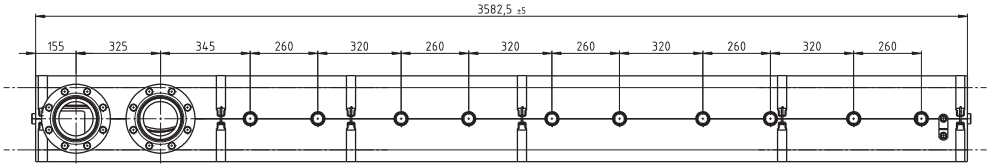
■ Rysunek techniczny HydroFixx 200/200 5HK z izolacją



Rzut z przodu



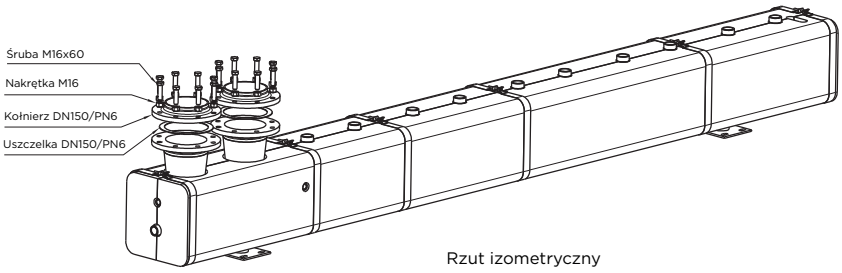
Rzut z lewej



Rzut z góry

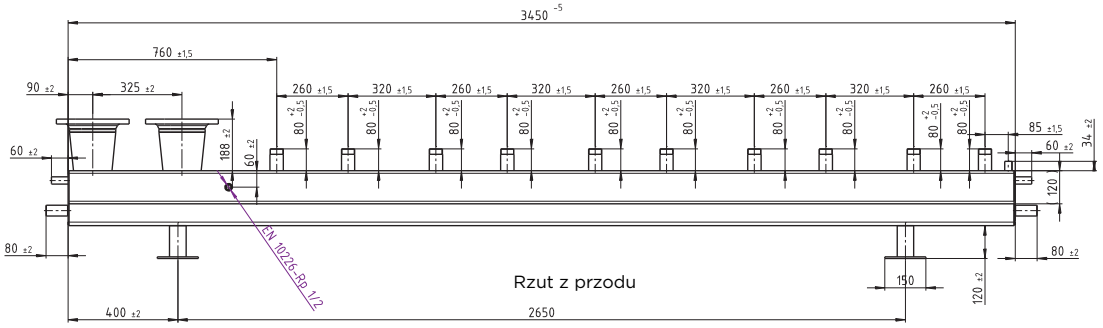
Zakres dostawy:

1x HydroFixx 200/200 5HK
1x izolacja HydroFixx 200/200 5HK
2x kołnierz DN150/PN6
2x uszczelka DN150/PN6
16x śruba M16x60
16x nakrętka M16

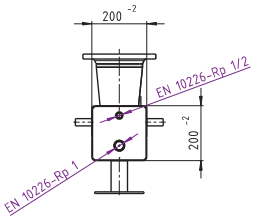


Rzut izometryczny

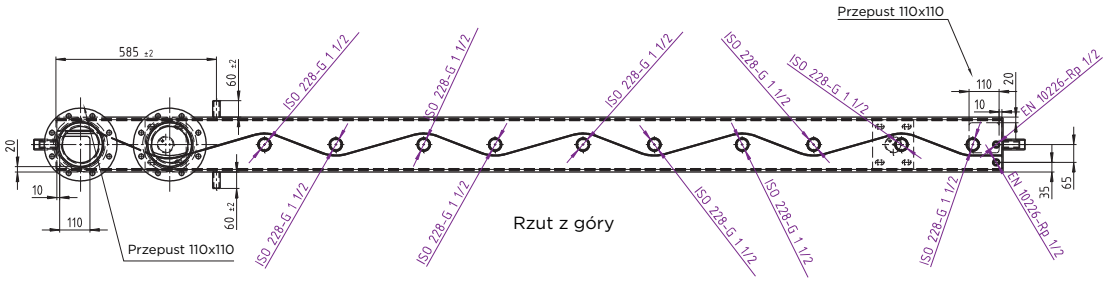
■ Rysunek techniczny HydroFixx 200/200 5HK bez izolacji



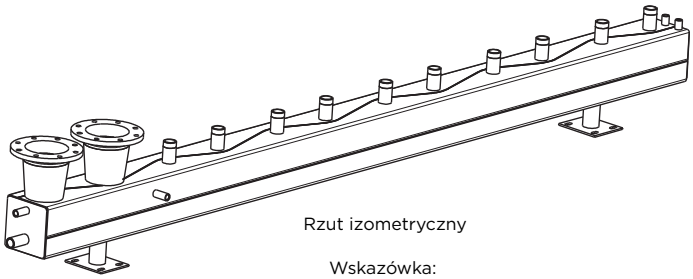
Rzut z przodu



Rzut z lewej



Rzut z góry



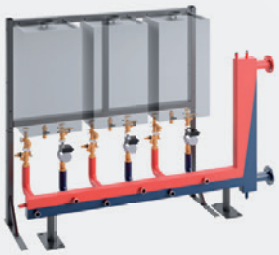
Rzut izometryczny

Wskazówka:
przedstawiono HydroFixx 200/200 5HK
bez izolacji i osprzętu

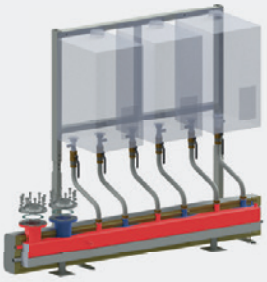
Technologia HydroFixx

Przegląd zestawów kaskadowych

Kaskady standardowe



Kaskady HydroFixx



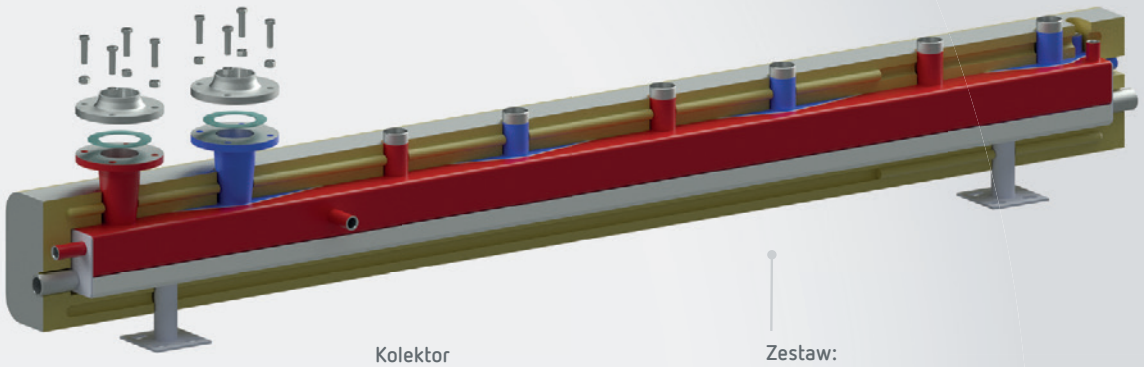
TECHNOLOGIA HYDROFIXX



Komora powrotna kolektora

Komora zasilająca kolektora

Sprzęgło hydrauliczne zintegrowane



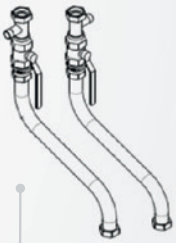
Kolektor

Zestaw:
HydroFixx - kolektor ze zintegrowanym sprzęgłem + izolacja + przeciwkołnierze z uszczelkami i śrubami

KOMPONENTY DODATKOWE, OPCJONALNE



Filtracyjny wkład magnetyczny



Grupa przyłączeniowa kotła
Nr art: SIB467017

Stelaż montażowy dla 2 lub 3 kotłów
Nr art.: 2HKRM
3HKRM



3.18. Odprowadzanie skroplin z kotłów kondensacyjnych

3.18.1. Wprowadzenie

Wykraplanie się pary wodnej ze spalin występuje na ściankach wymiennika ciepła w komorze spalania, szczególnie po jego chłodniejszej stronie, i na ściankach przewodu spalinowego. Celem zintensyfikowania zjawiska wykraplania pary wodnej ze spalin wskazanym jest, aby kotły kondensacyjne podłączać do przewodów powietrzno – spalinowych tj. współosiowych przewodów, z których wewnętrzny odprowadza spaliny, a zewnętrzny dostarcza do kotła powietrze potrzebne do procesu spalania, i jednocześnie wychładza przewód spalinowy. Skropliny zbierają się w dolnej części komory spalania, skąd przez zamknięcie syfonowe odprowadzane są na zewnątrz kotła.

Jednostkowy strumień skroplin (dm^3/kWh) odprowadzanych z kotłów kondensacyjnych zależy od stosunku węgla do wodoru zawartych w paliwie. Dla gazu ziemnego wartość ta nie przekracza najczęściej 0,16 dm^3/kWh (dla kotła o mocy 25 kW wynosi więc: 25 x 0,16 = 4 dm^3/h), dla gazu płynnego (propanu) wynosi ona 0,13 dm^3/kWh, a dla oleju opałowego tylko 0,09 dm^3/kWh. Na ilość skroplin mają także wpływ: temperatura spalin, współczynnik nadmiaru powietrza i obciążenie kotła. Rzeczywista ilość skroplin jest oceniana jako 50-60% ilości ustalonej w warunkach obliczeniowych.

Strumień skroplin z kotłów kondensacyjnych, stosowanych w budownictwie mieszkaniowym, stanowi zaledwie kilka procent ogólnej ilości odprowadzanych ścieków bytowych. Skropliny z kotłów kondensacyjnych są więc mocno rozcieńczone (szczególnie w czasie dnia) i nie wpływają w istotny sposób na obniżenie zalecanej wartości pH ścieków (6,5 ÷ 9). Dodatkowo ścieki z gospodarstw domowych są lekko zasadowe co neutralizuje skropliny odprowadzane z kotłów kondensacyjnych.

Sytuacja zmienia się w nocy ponieważ znacząco zmienia się ilość odprowadzanych ścieków bytowych.
W związku z tym zaleca się stosowanie neutralizatora!

Skropliny z kotłów kondensacyjnych zasilanych gazem są lekko kwaśne o pH (3,5 ÷ 5,5pH) podobnym do wody deszczowej na obszarach zabudowanych. Skropliny z kotłów olejowych są bardziej kwaśne 1,8 ÷ 3,5pH) z powodu zawartości siarki w oleju. Nie zawsze potrzebna jest neutralizacja skroplin z kondensacyjnych kotłów gazowych. Natomiast w olejowych kotłach kondensacyjnych, należy zawsze neutralizować skropliny (dodatkowo stosując filtry z koksu aktywowanego). W Polsce nie ma jeszcze przepisów szczegółowych odprowadzania skroplin z kotłów kondensacyjnych. Jednakże instalacja kanalizacyjna, na odprowadzeniu skroplin, powinna być wykonana z materiałów odpornych na podwyższoną kwasowość ścieków (np. PE, PP, PVC). Jeżeli istniejące przewody kanalizacyjne nie są odporne na działanie kondensatu, wówczas neutralizacja kondensatu jest konieczna. Niedopuszczalne jest podłączenie odpływu z kotła kondensacyjnego do rynien deszczowych.

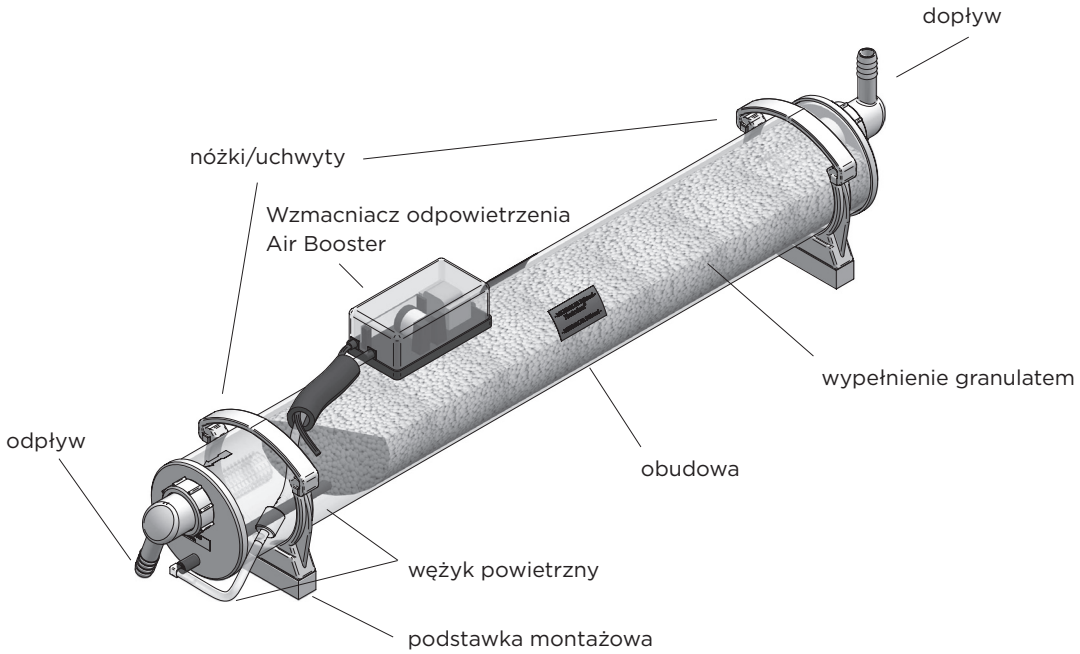
W przypadku odprowadzania ścieków z wewnętrznych instalacji kanalizacyjnych do sieci zewnętrznej stanowiącej mienie komunalne obowiązuje ustawa z dnia 7 czerwca 2001 o zbiorowym zaopatrzeniu w wodę i zbiorowym odprowadzeniem ścieków Dz.U 2001 nr 72 poz. 747 (tekst jednolity Dz.U. 2023 poz. 537), w którym art. 9 ust. 2 p. 4 stanowi: „*zabrania się wprowadzania do urządzeń kanalizacyjnych substancji żrących i toksycznych, a w szczególności mocnych kwasów i zasad, formaliny, siarczków, cyjanków oraz roztworów amoniaku, siarkowodoru i cyjankowodoru*”.

Urządzenia do neutralizacji skroplin są zazwyczaj dostarczane przez producenta kotła. Skropliny z kotła i z instalacji spalinowej mogą być neutralizowane oddzielnie lub we wspólnym urządzeniu. Urządzenia do neutralizacji wykonywane są najczęściej jako naczynia przepływowe wypełnione granulatami neutralizującymi (np. z kamienia wapiennego, dolomitu, specjalnych mieszanek). Pojemność użytkowa, tych stosunkowo niewielkich naczyń, pozwala na rzadką wymianę granulatu (np. raz w roku). Wartość pH odpływu może być okresowo sprawdzana za pomocą papierka wskaźnikowego.

3.18.2. Urządzenia do neutralizacji kondensatu

Do neutralizacji kondensatu można wykorzystać urządzenie z przepływem swobodnym (grawitacyjnym) NEOP firmy Brötje (rys. 3.60) lub jeżeli nie jest możliwy bezpośredni odpływ kondensatu, to można zastosować dostępne w handlu pompy kondensatu podłączywszy je do urządzenia NEOP.

Neutralizatory skroplin muszą być sprawdzane przynajmniej raz w roku. Jednak ze względu na to, że po rozruchu instalacji grzewczej ilość skroplin może być bardzo różna w zależności od warunków instalacji, to w okresie początkowym zaleca się przeprowadzanie kontroli w krótszych odstępach czasu. Zużycie granulatu wynosi ok. 0,04 g na litr skroplin. Skuteczność działania granulatu można skontrolować za pomocą wskaźnika pH (dostępnego w aptekach lub drogeriach), który zanurzony w przepływających skroplinach pozwala na odczyt wartości pH. Ścieki powinny mieć wartość pH co najmniej 6,0. Wartość poniżej 6,0 wskazuje na wyczerpanie się zdolności neutralizacyjnych granulatu. Wymaga to ponownego napełnienia urządzenia granulatem, który stanowi element wyposażenia dodatkowego.
Granulat do neutralizacji HYDRALIT składa się z tlenku magnezu. Jest to materiał ekologiczny i może być stosowany jako nawóz. Zarówno pozostałości, jak i niewykorzystany materiał mogą być odprowadzone razem z odpadami domowymi lub budowlanymi.



Rys. 3.60. Urządzenie do neutralizacji z przepływem swobodnym (bez pompy) NEOP 70, 300, 600.

Własności		Neutralizuje kondensat z gazowych kotłów grzewczych
Paliwo		Gaz
Wymiary przyłącza		DN 40 lub wąż 20 mm
Wysokość dopływu	mm	120 mm (min. 97 mm)
Wysokość odpływu	mm	97 mm
Wymiary	mm	Z booster'em: L1000 – B150 – H208 bez booster'a: L1000 – B150 – H160
Środek do neutralizacji / ilość wsadu		MgO/MgOH, 12 kg
Maks. temperatura	°C	60
Częstotliwość przeglądów		raz w roku
Odczyn dopływającego kondensatu	pH	min. pH 6,0

3.19. Wymagania co do jakości wody w instalacjach kotłowych

3.19.1. Omówienie

Trwałość każdego źródła ciepła, a także całej instalacji grzewczej jest uzależniona od jakości wody. O jakość wody należy zadbać już na etapie napełniania. Przed napełnieniem układu należy instalację przepłukać, by usunąć z niej zanieczyszczenia, pozostałości materiałów uszczelniających, smarów, itp. Woda, którą napełniania będzie instalacja powinna być odpowiedniej czystości i jakości. W procesach grzewczych, znajdujące się w wodzie substancje rozpuszczone przyczyniają się do powstawania dwóch kategorii szkód, prowadzących w konsekwencji do zniszczenia instalacji:

- osadów czyli wytrącenia się z wody substancji rozpuszczonych, mających formę stałą (kamień kotłowy);
- korozji czyli stopniowego rozpuszczania (niszczenia rozpoczynającego się od powierzchni i postępującego w głąb) substancji, z których wykonana jest instalacja – proces ten dotyczy metali i ich stopów, jak również materiałów ceramicznych i tworzyw sztucznych.

Powstawanie osadów jest procesem bardzo niebezpiecznym ze względu na szybkość jego zachodzenia, może trwać od kilku, przez kilkanaście, kilkadziesiąt do kilkuset godzin. Przyczyniając się do powstawania kamienia niesie on ze sobą niebezpieczeństwa związane z brakiem przenikania ciepła w instalacji, powodując w konsekwencji stratę energii, niszczenie i pękanie materiałów. Korozja jest natomiast procesem przebiegającym w sposób wolniejszy, może on trwać kilka, kilkanaście, kilkadziesiąt do kilkuset miesięcy. Zasadnicze niebezpieczeństwo wynika tu jednak, obok oczywistych zagrożeń płynących ze strony niszczonej przez korozje instalacji (powstawanie perforacji, niszczenie materiałów, osłabienie instalacji), z faktu zachodzącej podczas tego procesu zmiany właściwości wody.
Wśród przyczyn korozji można wymienić takie czynniki jak: rozpuszczone w wodzie gazy (głównie tlen) i związana z nimi kawitacja, niewłaściwa wartość pH, przewodnictwo elektryczne (mające wpływ na szybkość korozji), różnica ekwipotencjalna wynikająca ze stosowania w instalacji różnych materiałów (korozja galwaniczna), gromadzące się osady (tzw. korozja podosadowa), zanieczyszczenia krążące w wodzie (erozja), substancje chemiczne i zanieczyszczenia mikrobiologiczne.

W zależności od rodzaju zniszczenia korozyjnego w procesach grzewczych rozróżnia się m.in.:

- korozję ogólną,
- korozję wżerową,
- korozję galwaniczną (elektrochemiczną).

W kotłowniach wodnych szczególnego znaczenia nabiera zagrożenie wywołane korozją galwaniczną, gdyż bardzo często dochodzi do użycia w tej samej instalacji elementów wykonanych ze stali czarnej, miedzi, aluminium i stali nierdzewnej.

Należy pamiętać, że korozja jest procesem ciągłym! Raz rozpoczęta może zostać zahamowana. Jednak każdorazowej uzupełnienie instalacji wodą niewłaściwej jakości, z dużą ilością tlenu, wywoła ponowny start i spotęgowanie procesów korozyjnych.

Wymagania co do jakości wody sprecyzowane w PN-C-04607:1993P „Woda w instalacjach ogrzewania. Wymagania i badania dotyczące jakości wody" [2.16] dotyczą instalacji z kotłami o mocy cieplnej powyżej 25 kW.

Połączenie instalacji centralnego ogrzewania z instalacją wodociągową można wykonać jedynie w sposób zgodny z przepisami i normami, a w szczególności w sposób zgodny z wymaganiami normy PN-EN 1717:2003P [2.2] w zakresie zabezpieczeń przed wtórnym zanieczyszczeniem wody wodociągowej.
Ilość wody zużywanej do napełnienia instalacji centralnego ogrzewania i uzupełniania ubytków w instalacji należy mierzyć za pomocą wodomierza.

Uwaga:
Zakłada się, że w całym okresie trwałości użytkowej kotła instalacja zostanie uzupełniona maksymalnie dwukrotnością pojemności

3.19.2. Napełnianie i uzupełnianie wodą instalacji z kotłami kondensacyjnymi z wymiennikiem aluminiowo-krzemowym firmy Brötje

3.19.2.1. Wymagania ogólne

Kotły muszą być zainstalowane w układzie zamkniętym. Wymaga się zamontowania filtra magnetycznego lub odmulacza na przewodzie powrotnym do kotła. Instalacja przed napełnieniem wodą i uruchomieniem musi być gruntownie przepłukana i pozbawiona wszelkich zanieczyszczeń, odpowietrzona i zabezpieczona przed przenikaniem tlenu. Zgodnie z normą PN-C-04607:1993 powołaną w WT straty wody w ciągu roku nie powinny przekraczać 5% objętości zładu. Uzupełnianie wody rejestrowane zamontowanym wodomierzem.

3.19.2.2. Wymagania jakościowe wody do napełniania i uzupełniania instalacji

Jakość wody powinna odpowiadać polskiej normie PN-C-04607:1993 P „Woda w instalacjach ogrzewania. Wymagania i badania dotyczące jakości wody" i wytycznych producenta.
Ponieważ jakość wody pitnej z uwagi na jej twardość całkowitą, odczyn pH oraz zawartość tlenu nie nadaje się do napełniania instalacji, producent określił graniczne wartości, kluczowych parametrów wody do napełniania i uzupełniania instalacji. Wartości te są różne w zależności od zastosowanej metody uzdatniania wody.

3.19.2.2.1. Zalecana metoda

Przez zastosowanie wody zdemineralizowanej, dla której po ustabilizowaniu się trwającym ok. 8-12 tygodni od napełnienia zładu, parametry wody grzewczej powinny wynosić:

Odczyn pH (przy 25° C)		8,2 – 9,0
Przewodność elektrolityczna (przy 25° C)	[µS/cm]	≤ 100*

* wartość przewodności elektrolitycznej przy założeniu, że nie zastosowano preparatów chemicznych. W przypadku zastosowania dopuszczonych preparatów należy się spodziewać, że wartość ta będzie większa niż 100 µS/cm.

W przypadku przekroczenia granicznej wartości pH należy zastosować dopuszczony przez Brötje chemiczny stabilizator wartości pH, Sentinel X100 (Art. nr: GC1SENX100) lub SoluTECH Zabezpieczenie firmy BWT (Art. nr: SOLUTZAB05) ściśle wg instrukcji producenta. Kolejne kontrole wartości pH powinny następować przynajmniej raz w roku podczas rocznego przeglądu kotła.

3.19.2.2.2. Dopuszczalna metoda

Przez zastosowanie urządzeń do częściowego zmiękczania wody, zatwierdzonych przez firmę Brötje wraz z chemicznym stabilizatorem wartości pH. Metoda dopuszczalna gdy twardość całkowita wody pitnej jest mniejsza niż 20 °n.

Po zastosowaniu tej metody, parametry wody grzewczej, po ustabilizowaniu się trwającym ok. 8- 12 tygodni od napełnienia zładu, powinny wynosić:

Odczyn pH (przy 25° C)		8,2 – 9,0*
Przewodność elektrolityczna (przy 25° C)	[µS/cm]	≤ 700
Twardość całkowita	[°n]	wg. poniższej tabeli

Całkowita moc grzewcza [kW]	Całkowita twardość w °n w zależności od jednostkowej pojemności instalacji		
	< 20 l/kW	≥ 20 l/kW i < 50 l/kW	≥ 50 l/kW
≤ 50	≤ 16,8	≤ 11,2	< 0,11
>50 do ≤ 200	≤ 11,2	≤ 8,4	< 0,11
>200 do ≤ 600	≤ 8,4	< 0,11	< 0,11
> 600	< 0,11	< 0,11	< 0,11

* wartość pH należy skontrolować po ok. 8-12 tygodniach od napełnienia instalacji. Przy przekroczeniu granicznej wartości pH należy zastosować dopuszczony przez Brötje chemiczny stabilizator wartości pH, ściśle wg instrukcji producenta. Kolejne kontrole wartości pH przynajmniej raz w roku podczas rocznego przeglądu kotła.

Jeżeli twardość całkowita wody do napełniania i uzupełniania jest większa lub równa 20 °n należy zastosować wodę zdemineralizowaną (pkt. 3.19.2.2.1.).

UWAGA !

W przypadkach szczególnych, w których spełnienie powyższych wymagań jakościowych wody jest niemożliwe (stare, rozległe instalacje) lub gdy w trakcie eksploatacji w instalacji może dochodzić do strat wody przekraczających 5% objętości zładu rocznie lub wielokrotnych wymian (budownictwo wielorodzinne), wymaga się zastosowania wymiennika separującego obieg pierwotny kotła od obiegu wtórnego instalacji.

■ Instrukcja stosowania stabilizatora wartości pH typ Sentinel X100.
Sentinel X100 jest preparatem stosowanym w proporcjach 1:100 w stosunku do wielkości złądu. Nie dopuszcza się mniejszego stężenia. Po ok. 2 tygodniach od zastosowania, dokonać pomiaru stężenia przy pomocy zestawu o nazwie Test X100TQT (art. nr GC1SENTEST1). W tym celu należy napełnić fiolkę z zestawu wodą ze złądu i rozpuścić dołączone tabletki a następnie porównać kolor wody z kolorem próbnika. Jeśli są one porównywalne stężenie należy uznać za właściwe. Jeśli kolor wody jest jednoznacznie jaśniejszy należy dolać inhibitora w ilości do 10 %, a po następnych 2 tygodniach dokonać ponownego pomiaru. Nadmierne stężenie Inhibitora X100 nie grozi żadnymi niepożądanymi konsekwencjami. Pomiaru stężenia X100 i jego ewentualnego uzupełnienia należy dokonywać po każdym dopełnieniu złądu i w trakcie przeglądów sezonowych.

■ Instrukcja stosowania stabilizatora wartości pH typ SoluTECH Zabezpieczenie.
Preparat SoluTech Zabezpieczenie jest gotowym roztworem do użycia. Do skutecznego zabezpieczenia złądu o wielkości 100 l wystarcza 0,5 litra produktu.
Należy kontrolować prawidłowe działanie preparatu na obecność czynników aktywnych za pomocą zestawu analitycznego Tester SoluTech (Art. nr SOLUT1TEST). Tester bada PH wody oraz zawartość środków aktywnych, badanie przeprowadza się jest za pomocą fiolki oraz reagenta do rozpuszczania w badanej wodzie. Następnie należy porównać barwę otrzymanego roztworu na załączonej skali. Tester SoluTech zawiera instrukcję obsługi. Pomiar stężenia należy wykonać przynajmniej raz w roku. Nie zaleca się stosowania mniejszych dawek niż 0,5 l/100 l złądu, jednak przedawkowanie preparatu nie jest szkodliwe dla układu oraz środowiska.

■ Wytyczne asortymentowe.
Demineralizacja (firm BWT i SYR)

Producent	KBN	Nazwa	Opis	Uwagi
OBJĘTOŚĆ ZŁADU PONIŻEJ 600 L				
BWT	BWATHESN	AQA THERM HES	Stacja jonowymienna bez wkładu z wyświetlaczem , wyposażona w zawór probierczy i wodomierz	
BWT	BWATWSRC	AQA THERM SRC	Wkład do redukcji soli (demineralizacja)	
BWT	BWATWSRCXL	AQA THERM SRC-XL	Wkład do redukcji soli (demineralizacja) duży	
BWT	BWATHFB	AQA THERM HFB	Grzewczy blok napełniający, przerywacz strugi typu BA, mosiężny. Wyposażony w reduktor ciśnienia, zawór odcinający, manometr wskazań ciśnienia na przewodzie napełniającym	zalecany do montażu przed stacją jonowymienną Aqa Therm HES+SRC

Producent	KBN	Nazwa	Opis	Uwagi
OBJĘTOŚĆ ZŁADU POWYŻEJ 600 L				
URZĄDZENIA DO NAPEŁNIENIA INSTALACJI				
BWT	BWATHBA	AQA THERM HBA	Urządzenie do napełniania instalacji 10	do pierwszego uzupełnienia złądu
BWT	BWATHBAL25	AQA THERM HBA-L	Urządzenie do napełniania instalacji 25	do pierwszego uzupełnienia złądu
BWT	BWATWHBA	WKŁAD AQA THERM HBA	Złoże demineralizujące HBA 10 l	
URZĄDZENIA DO UZUPEŁNIEŃ ZŁADU				
BWT	BWATHESN	AQA THERM HES	Stacja jonowymienna bez wkładu z wyświetlaczem, wyposażona w zawór probierczy i wodomierz	do montażu w celu uzupełniania złądu
BWT	BWATWSRC	AQA THERM SRC	Wkład do redukcji soli (demineralizacja)	
BWT	BWATWSRCXL	AQA THERM SRC-XL	Wkład do redukcji soli (demineralizacja) duży	
BWT	BWATHFB	AQA THERM HFB	Grzewczy blok napełniający, przerywacz strugi typu BA, mosiężny. Wyposażony w reduktor ciśnienia, zawór odcinający, manometr wskazań ciśnienia na przewodzie napełniającym	zalecany do montażu przed stacją jonowymienną Aqa Therm HES+SRC

Dopuszczane są produkty firmy SYR:

Producent	KBN	Nazwa	Opis	Uwagi
DOBIERANE W ZALEZNOŚCI OD TWARDOŚCI POCZĄTKOWEJ				
SYR	FM3200N	Flansza	FLANSZA MONTAŻOWA 3200	zawiera miernik przepływu, zawór odcinający na wyjściu, zawór serwisowo-spustowy, krócce manometru, uchwyt montażowy, tester twardości wody, czujnik przewodności
SYR	BGD04	DEMINERALIZATOR	BUTLA Z GRANULATEM 4 L DEMINERALIZUJĄCYM WODĘ GRZEWCZĄ SYR	
SYR	BGD07	DEMINERALIZATOR	BUTLA Z GRANULATEM 7 L DEMINERALIZUJĄCYM WODĘ GRZEWCZĄ SYR	
SYR	BGD14	DEMINERALIZATOR	BUTLA Z GRANULATEM 14 L DEMINERALIZUJĄCYM WODĘ GRZEWCZĄ SYR	

wkłady:

Producent	KBN	Nazwa	Opis	Uwagi
SYR	WWD04	Wkład	WKŁAD WYMIENNY 4 L GRANULAT	
SYR	WWD06	Wkład	WKŁAD WYMIENNY 6 L GRANULAT	
SYR	WWD07	Wkład	WKŁAD WYMIENNY 7 L GRANULAT	
SYR	WWD14	Wkład	WKŁAD WYMIENNY 14 L GRANULAT	
SYR	WWD30	Wkład	WKŁAD WYMIENNY 30 L GRANULAT	

Dostępne są również wkłady wymienne z granulatem demineralizującym w wielkościach 50, 75 i 93 litry. Szczegóły należy skonsultować z Działem Doradztwa Technicznego firmy BIMs PLUS.

■ Częściowe zmiękczanie

Filtry i zmiękczacze serii domowej Trinnity lub filtry, zmiękczacze i stacje dozujące takich producentów jak EPURO, BWT i JUDO. Przykłady :

Producent	KBN	Nazwa	Opis	Uwagi
KOTŁOWNIE WODNE DO 500 KW				
BOXMET	TRUFCLEAR20	FILTR	Filtr do wody zimnej TRINNITY clear 3/4˝	
ECOWATER	TRUZMBOX	ZMIĘKCZACZ	Zmiękczacz wody trinnity box	
CIECH	SOL1	SÓL	Sól pastylkowa w workach 25 kg	Min 1 worek do pierwszego uruchomienia

Uwaga! W przypadku konieczności uzdatniania wody do celów i grzewczych i bytowo-gospodarczych możliwe jest stosowanie równoległe zmiękczacza i urządzeń do przygotowywania wody grzewczej.

■ Akcesoria, testery, paski

Producent	KBN	Nazwa	Opis	Uwagi
AKCESORIA, TESTERY, PASKI PH				
BWT	BWTTWO	TESTER	Tester twardości ogólnej Aquaset	
ECOWATER	TRUZMOTTH	TESTER	Test twardości th TRINNITY	
VWR International	VWRPPH610	PAPIERKI LAKMUSOWE	Pasek PH-FIX 6.0-10.0 (100 SZT)	
BWT	BWAQA	AQA THERM	Zestaw do analizy wody	zawiera elektroniczny miernik przewodności, elektroniczny miernik wartości pH, tester twardości całkowitej

■ Odpowiedzialność

Niewłaściwe przygotowanie instalacji oraz nieodpowiednia jakość wody do napełniania i uzupełniania, mogą być przyczyną niewłaściwej pracy kotła powodując jego uszkodzenie. W takich przypadkach firma Brötje ma prawo odmówić wszelkich roszczeń gwarancyjnych.

3.19.2.3. Zastosowanie i zakres działania inhibitorów w instalacji c.o.

■ Opis zagrożeń

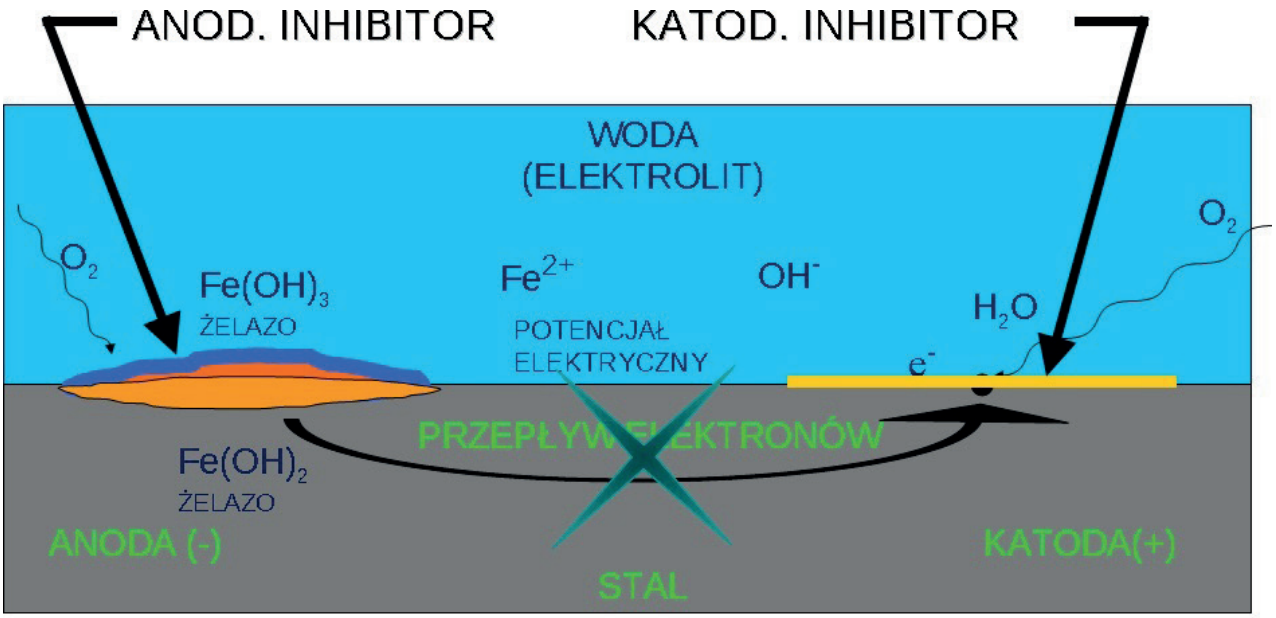
Konieczność zastosowania inhibitora związana jest z naturalnymi, bądź wywołanymi sztucznie, właściwościami wody wypełniającej zład i powstałymi w związku z nimi zagrożeniami korozją chemiczną.
Może również wynikać z rodzaju użytych materiałów przy wykonywaniu instalacji – zagrożenia korozją fizykochemiczną.

1. W wypadku wykorzystania do napełnienia instalacji wody uzdatnionej przy pomocy zmiękczacza jonowymiennego bądź całkowicie zdemineralizowanej, należy liczyć się z możliwością nabrania przez taką wodę właściwości skutkujących intensywną korozją instalacji, szczególnie wymienników. Efektem tego jest powstanie wymogu zabezpieczenia chemicznego instalacji przed negatywnymi skutkami, do uszkodzenia wymiennika włącznie.
   Przy zmiękczaniu jonowymiennym silne zmiękczenie (np. o 8 dH) zawsze skutkuje powstaniem środowiska sprzyjającego korozji. Zagrożenie będzie tym większe, im silniejsze jest zmiękczenie i im większy jest przy tym zład.

2. W przypadku wody zdemineralizowanej zawsze ulega ona częściowej remineralizacji i zakwaszeniu , tym silniejszemu, im więcej czasu upłynęło od napełnienia nią instalacji. W tym wypadku również skutkuje to powstaniem warunków sprzyjających korozji ze wszystkimi możliwymi jej skutkami.
   W obydwu wypadkach stan chemiczny takiej wody można wstępnie określić mierząc jej twardość, pH i przewodność. Stosownie do odczytów i wynikających z tego zaleceń producenta należy dokonać zabezpieczenia instalacji inhibitorem Sentiel X100 w ilości 1 litr/100 l zładu, który przerywa procesy korozyjne, stabilizuje odczyn w określonym przedziale (rozdz. 3.19.2.3.1) i prowadzić bieżący dozór kotłowni w tym zakresie, zgodny z tymi zaleceniami.

3. Stosowanie inhibitora Sentinel X100 blokuje odkładanie się kamienia w naturalny sposób wytrącającego się z wody o wysokiej twardości lub szlamu będącego produktem procesów korozyjnych. Należy podkreślić, że inhibitor nie wchodzi w reakacje chemiczne i nie tworzy żadnych związków rozpuszczalnych. Jego działanie polega na wykorzystaniu dyspergatorów zapobiegających łączeniu się cząsteczek potencjalnych osadów w coraz większe jednostki i ich osadzaniu na powierzchni instalacji.

4. W obrębie pracującej instalacji mogą niekiedy samoczynnie tworzyć się ogniska korozji wżerowej będące w istocie ogniwami galwanicznymi. Jest to związane z nieuniknionym używaniem w instalacjach c.o. elementów wykonanych z metali o różnych potencjałach standardowych i różnych pozycjach w szeregu napięciowym . Aby zapobiec temu zjawisku inhibitor buduje na powierzchni tworzących się samoczynnie w tym układzie anody i katody warstwę izolującą.

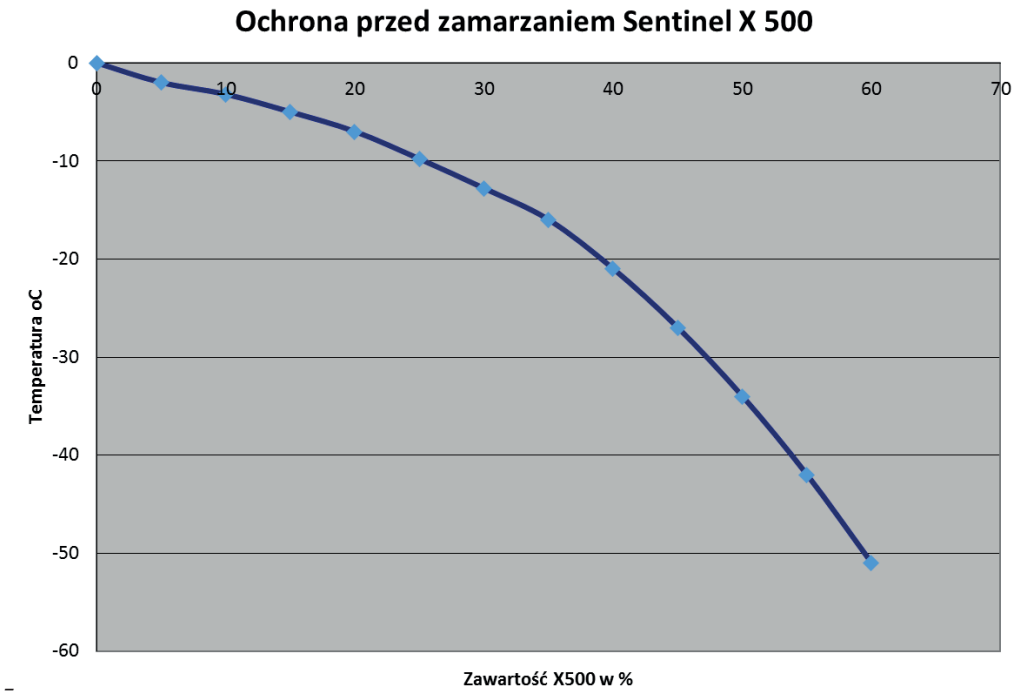


Błony izolujące mają tą dodatkową właściwość, że w wypadku lokalnego uszkodzenia ulegają samoczynnemu odbudowaniu. Zapobiega to tworzeniu się w tych miejscach ogniw o bardzo dużej gęstości prądu anodowego a co za tym idzie silnej korozji punktowej.
Należy pamiętać, że opisane powyżej działanie inhibitora wymaga wolnej od zanieczyszczeń mechanicznych i chemicznych powierzchni wewnętrznej instalacji. Do tego celu, w zależności od jej stanu, zaleca się użycie biodegradowalnych produktów Sentinel X300 lub Sentinel X400.

3.19.2.3.1. Instrukcja stosowania stabilizatora wartości pH typ Sentinel X100/X500

Sentinel X100 jest preparatem stosowanym w proporcjach 1:100 w stosunku do wielkości załadu. Nie dopuszcza się mniejszego stężenia. Po ok. 2 tygodniach od zastosowania, należy dokonać pomiaru stężenia przy pomocy zestawu o nazwie Test X100TQT (art. nr GC1SENTEST1). W tym celu należy napełnić fiolkę z zestawu wodą ze załadu i rozpuścić dołączone tabletki a następnie porównać kolor wody z kolorem próbnika. Jeśli są one porównywalne stężenie należy uznać za właściwe. Jeśli kolor wody jest jednoznacznie jaśniejszy należy dolać inhibitora w ilości do 10 %, a po następnych 2 tygodniach dokonać ponownego pomiaru. Nadmierne stężenie inhibitora X100 nie grozi żadnymi niepożądanymi konsekwencjami. Pomiaru stężenia X100 i jego ewentualnego uzupełnienia należy dokonywać po każdym dopełnieniu załadu i w trakcie przeglądów sezonowych.

Analogiczne działanie do inhibitora Sentinel X100 ma produkt Sentinel X500. Oprócz działania identycznego jak X100, czyli zabezpieczania przed korozją i kamieniem dodatkowo zabezpiecza instalację przed przemarzaniem, czego Sentinel X100 nie spełnia. Jego wymagane stężenie jest jednak zdecydowanie wyższe i zależne od oczekiwanej skutecznej temperatury przemarzania. Obrazuje to poniższy diagram.



Choć Sentinel X500 można stosować dla każdej kotłowni, to zaleca się stosowanie go tam, gdzie istnieje ryzyko przemarznięcia i przez to uszkodzenia instalacji. W zwykłych przypadkach należy stosować Sentinel X100 analogiczny pod względem składu i możliwości usuwania innych zagrożeń.

3.19.2.4. Sposób postępowania w przypadku instalacji gazowego kotła kondensacyjnego firmy Brötje

Nowe budownictwo	Modernizacja	Sposób postępowania	Co należy zrobić?	Wskazówki
		Ustalenie typu kotła i mocy (QN)	W zależności od zapotrzebowania na ciepło do c.o. i podgrzewanie c.w.u.	Przy pojemności wodnej kotła mniejszej niż 0,3 l/kW mówimy o przepływowym podgrzewaczu wody
		Ustalenie pojemności instalacji (V)	Wykres, obliczenia, pomiary	Uwaga: uwzględniać tylko ilość wody do napełniania
		Analiza wody (°dH)	Kontakt z Wodociągami, wskazówka na rachunku za wodę	1 mol/m^3 = 5,6°dH
		Czyszczenie instalacji	Napełnić instalację środkiem czyszczącym	
			Pozostawić w działaniu przez 1 tydzień	W zależności od stopnia zakamienienia
			Spuścić wodę z instalacji	Uważać na agresywne działanie środka
		Płukanie instalacji	Płukać, aż woda będzie klarowna	Wymiennik ciepła w kotle nie powinien być przepłukiwany
		Konserwacja armatury	Wyczyścić filtr i osadnik zanieczyszczeń	
		Napełnienie instalacji	Zdecydować, czy napełnić wodą bieżącą, czy częściowo zmiękczoną	Maks. poziom zmiękczenia 6 do 8°dH
		Dostosowanie wody w instalacji do wymagań	Zdecydować, czy uzdatnianie wody jest konieczne	Ew. zastosować środek do pełnej ochrony instalacji
			Ew. dodać środek dl a pełnej ochrony instalacji z wodą grzewczą	Uruchomić pompę bez palnika
		Rozruch kotła	Sprawdzić ciśnienie i nastawić	Istniejące naczynia wzbiorcze często mają nieprawidłowo ustawione ciśnienie wstępne
			Odpowietrzyć instalację	Istniejące odpowietrzniki automatyczne mogą nie działać => sprawdzić i w razie potrzeby wymienić
			Zanotować nastawy	W książce serwisowej wypełnić protokół rozruchu (odnotować także zastosowanie środka dla pełnej ochrony instalacji)
		Po ok. 1 roku przeprowadzić przegląd	Sprawdzić wartość pH	Wartość pH musi być zawarta pomiędzy 8,2 a 9,0
			Ew. zmierzyć stężenie środka dla pełnej ochrony instalacji	Ew. uzupełnić ilość środka dla pełnej ochrony instalacji
			Sprawdzić, czy występują czynniki sprzyjające tworzeniu się kamienia w kotle	Odgłosy świadczące o wrzeniu wody
				Różnica temperatur VL/VR (zasilanie/powrót)zbyt mała
				Szumy związane z przepływem
				Niedrożne zawory termostatyczne lub filtry

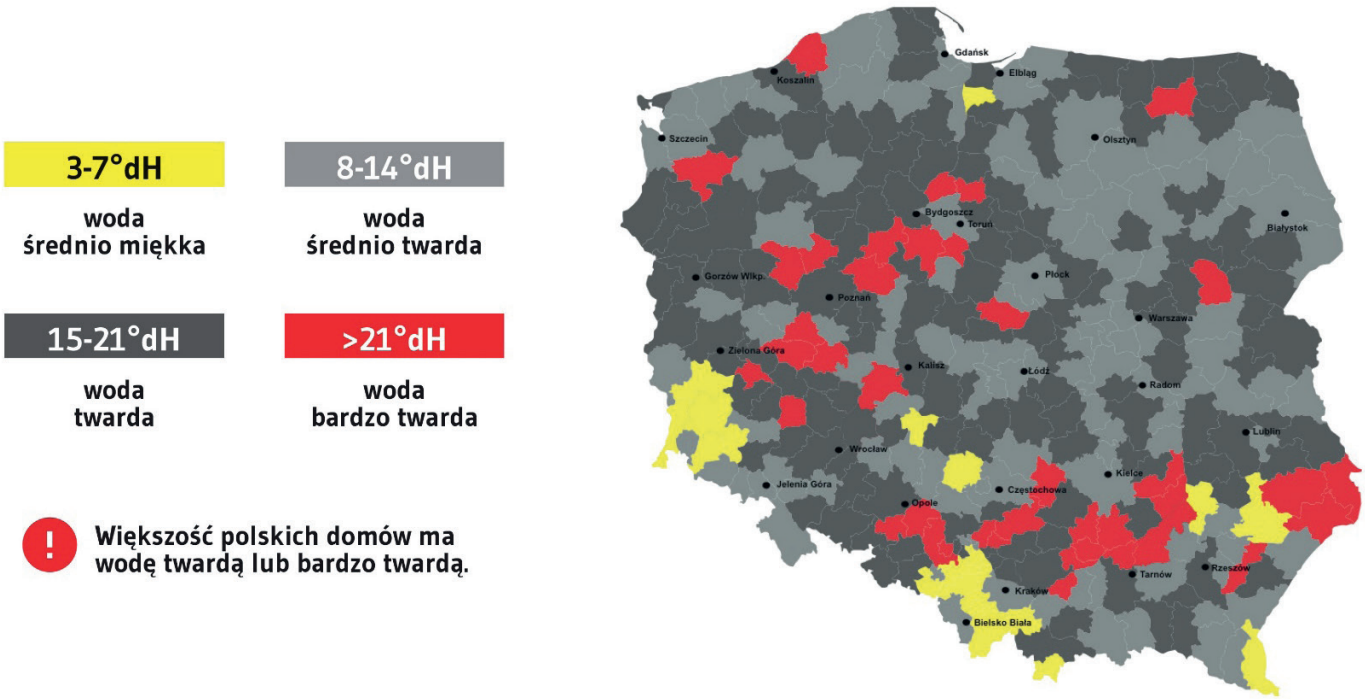
3.19.3. Przykładowy schemat uzdatniania wody kotłowej i wody użytkowej

Na rysunku 3.66. przedstawiono przykład stacji uzdatniania wody kotłowej oraz wody użytkowej.

■ Uzdatnianie wody wodociągowej – na przykładzie stacji Trinnity

Woda dostarczana i wstępnie przystosowana do picia przez przedsiębiorstwa wodociągowe powinna spełniać warunki określone w rozporządzeniu Ministra Zdrowia z dnia 7 grudnia 2017 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi - Dz.U. 2017 poz. 2294. Taką wodę, ze względu na dużą rozpiętość instalacji wodociągowych oraz dla bezpieczeństwa i długotrwałości instalowanych armatur zaleca się, aby uzdatniać w pierwszej fazie za pomocą filtrów wstępnych (mechanicznych) np. Trinnity Clear.
Woda surowa przepływa przez filtr, na którym następuje zatrzymanie większych, stałych zanieczyszczeń mechanicznych, płynących w wodzie. Tak przygotowaną wodę zaleca się, w zależności od potrzeb i lokalnych właściwości chemicznych, poddać dalszej fazie uzdatniania. Największym problemem w instalacjach wody pitnej jest pojawianie się osadów na zainstalowanych urządzeniach AGD i punktach czerpalnych, a także tworzących się w instalacjach grzewczych. Odpowiada za to twardość wody.
Twardość wody do picia w myśl rozporządzenia Ministra Zdrowia z 7 grudnia 2017 roku powinna mieścić się w przedziale 60 – 500 mg/dm^3 $CaCO_3$, odpowiada to zakresowi 3.37 – 28.1 °dH (stopni niemieckich).
Poniższa mapa obrazuje rozkład twardości wody wodociągowej w poszczególnych regionach Polski.

MAPA TWARDOŚCI WODY



Rys. 3.61. Mapa twardości wody wodociągowej w Polsce. Źródło - trinnity.pl, „Zmiękczacze wody i filtry Trinnity".

W instalacjach wody pitnej do regulacji i obniżania poziomu twardości wody, służą takie urządzenia jak zmiękczacze wody. Zaleca się, aby woda w instalacjach była wodą miękką, o twardości mieszczącej się w zakresie 3 – 8 °dH. W firmie BIMs Plus, rozpiętość oferowanych zmiękczaczy z serii Trinnity umożliwia zawsze optymalny dobór urządzenia do wymagań instalacji:

- Trinnity Mini
- Trinnity Box
- Trinnity Slim
- Trinnity Home 2.0
- Trinnity Exclusive 2.0
- Trinnity Hybrid 2.0
- Trinnity Plus 2.0



Rys. 3.62. Zmiękczacze wody i filtry Trinnity.

Dobór urządzenia uzależniony jest od wielkości zapotrzebowania chwilowego (natężenia przepływu w m^3/h) i miesięcznego zużycia wody na danej inwestycji. Orientacyjnie przy wyborze modelu mamy możliwość kierowania się podaną poniżej tabelą:

Model	**MINI**[1)]	**BOX**[1)]	**SLIM**	**HOME 2.0**	**EXCLUSIVE 2.0**	**HYBRID 2.0**
Przeznaczenie	Mieszkanie, kotłownia do ok. 250kW, gastronomia	Apartament, domek jednorodzinny, kotłownia powyżej 250kW	Apartament, szeregowiec, dom jednorodzinny	Dom jednorodzinny	Dom jednorodzinny	Dom jednorodzinny
Orientacyjny dobór	1 łazienka, do 2 osób	1-2 łazienki, do 4 osób	2 łazienki, do 6 osób	2 łazienki, do 6 osób	4 łazienki, do 8 osób	4 łazienki, do 8 osób
Źródło wody	Woda wodociągowa	Woda wodociągowa	Woda wodociągowa	Woda wodociągowa	Woda wodociągowa	Woda wodociągowa
Wymiary (wys./szer./gł.)	548/318/372	835/318/372	1080/318/372	1213/419/502	1213/419/502	1213/419/502
Wyposażenie	By – pass z zaworem mieszającym, transformatorem, wąż do odprowadzania popłuczyn					
Maks. natężenie przepływu	0,9 m^3/h	1,2 m^3/h	2,0 m^3/h	2,0 m^3/h	3 m^3/h	3,1 m^3/h
Zakres ciśnienia	1,3 – 8,0 bar	1,3 – 8,0 bar	1,3 – 8,0 bar	1,3 – 8,0 bar	1,3 – 8,0 bar	1,3 – 8,0 bar
Objętość złoża	9 l	15 l	20 l	22 l	34 l	35,5 l (w tym 7,5l węgla aktywnego)
Średnica przyłącza	1 cal	1 cal	1 cal	1 cal	1 1/4 cal	1 1/4 cal
Maks. pojemność jonowymienna	26 m^3 x °dH	61 m^3 x °dH	95 m^3 x °dH	97 m^3 x °dH	130 m^3 x °dH	113 m^3 x °dH
Maks. ilość wody pomiędzy regeneracjami przy twardości 18 °dH[2)]	1444 l	3389 l	5278 l	5389 l	7222 l	6278 l
Orientacyjne zużycie soli na regenerację	1,3 kg	2,5 kg	3,6 kg	3,6 kg	4,5 kg	3,6 kg
Orientacyjne zużycie wody na regenerację	45 – 65 l	75 – 90 l	100 – 120 l	95 – 115 l	150 – 180 l	125 – 200 l

W przypadku większych rozbiorów wody użytkowej należy użyć zmiękczaczy przemysłowych, które nie występują w serii Trinnity, występują one jednak w ofercie firmy BIMs Plus. Dobór takiego urządzenia należy skonsultować z Działem Doradztwa Technicznego firmy BIMs Plus.
Kolejnym etapem uzdatniania wody może być poprawa jej właściwości smakowych i zapachu. Do tego celu służy filtr Trinnity Carbon. Jest to kompaktowy filtr ze złożem wielofunkcyjnym dla apartamentów i domów jednorodzinnych (maks. 2 łazienki, 5 osób). Urządzenie zawiera kompozycję złóż – węgiel aktywny oraz żwir i piasek filtracyjny. Urządzenie to zabezpiecza instalację wody pitnej przed pozostałościami chloru, pojawiającymi się w sieci wodociągowej.

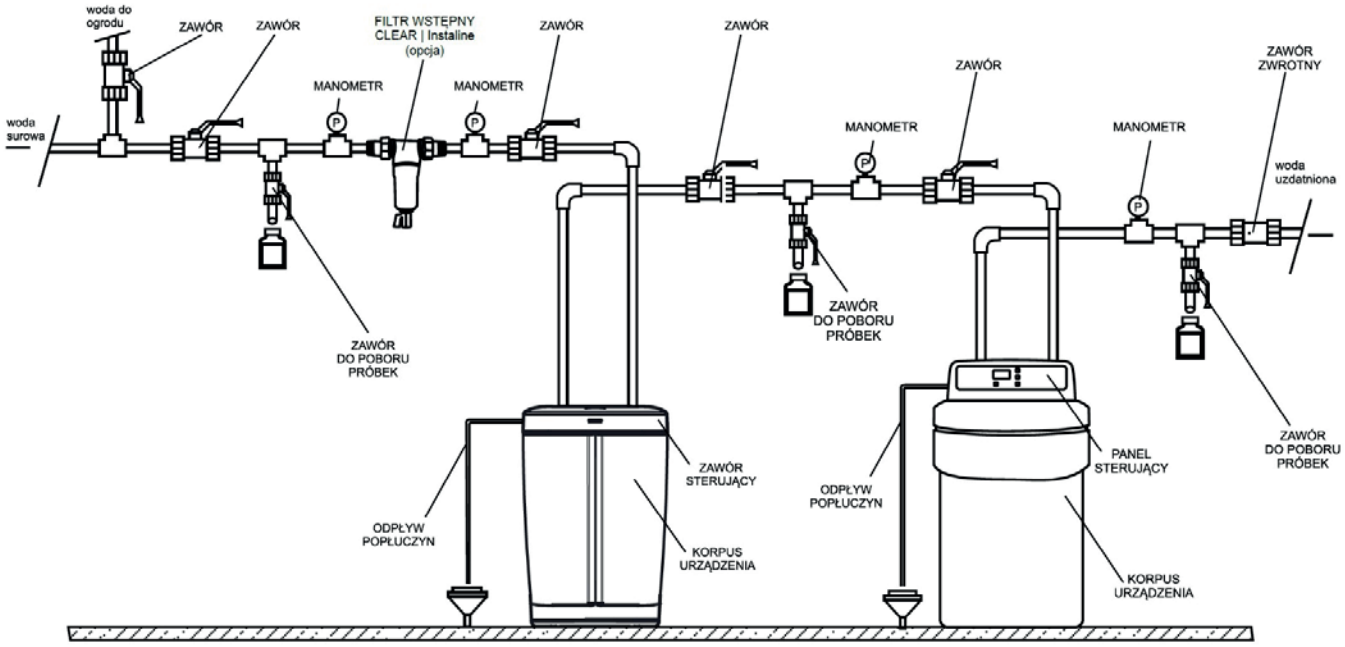
Model	**Carbon**
Wymiary (wys./szer./gł.)	890/343/301
Maks. natężenie przepływu	2,5 m^3/h
Zakres ciśnienia	2,0 – 8,0 bar
Objętość złoża	15 l
Średnica przyłącza	1 cal
Orientacyjne zużycie wody na regenerację	40 l
Natężenie przepływu wody potrzebnej do płukania	0,8 m^3/h



1) Zmiękczacz nie jest wyposażone w zawór antyskażeniowy typu BA. W związku z tym, zgodnie z normą PN EN 1717, nie może być trwale podłączony z instalacją centralnego ogrzewania. Połączenie z instalacją wody dopełniającej powinno być wykonane przy pomocy węża giętkiego. Po napełnieniu lub dopełnieniu instalacji połączenie wężem należy usunąć.
2) Nie oznacza częstotliwości regeneracji.

W przypadku konieczności zabezpieczenia instalacji filtrem węglowym, bardzo dobrym rozwiązaniem jest zastosowanie modelu Trinnity Hybrid. Jest to urządzenie łączące w sobie w zasadzie dwa produkty: zmiękczacz i filtr węglowy.

Optymalny układ proponowanych urządzeń obrazuje poniższy schemat.



Rys. 3.63. Schemat podłączenia filtra Trinnity Carbon i zmiękczacza serii Trinnity.

■ Uzdatnianie wody z własnego ujęcia (studni)

W przypadku inwestycji, w których wykorzystywana jest woda z własnego ujęcia (studni), niezbędne jest wykonanie badań fizyko-chemicznych wody. Dobór technologii uzdatniania jest uzależniony od wyników tych badań i stężeń związków zawartych w wodzie. Odpowiednie urządzenie dla danej inwestycji należy skonsultować z Działem Doradztwa Technicznego firmy BIMs Pl

■ Uzdatnianie wody kotłowej - na przykładzie SYR 3200

Przykładowy uzdatniacz SYR 3200 to moduł (zespół przyłączeniowy) pozwalający na zamontowanie specjalnych wkładów, dzięki którym możemy napełniać instalację grzewczą wodą miękką lub demineralizowaną. Zespół przyłączeniowy dla urządzenia uzdatniania wody 3200 może być używany z butlą wypełnioną dwoma różnymi typami granulatu. Jeden z nich umożliwia zmiękczanie wody (chroniąc przed osadzaniem się kamienia kotłowego), a drugi całkowitą demineralizację wody (usunięcie wszystkich jonów i obniżenie przewodności wody).

Zawartość żywicy umożliwia uzdatnienie określonej ilości wody. Ilość ta jest zależna od ilości i rodzaju żywicy jonowymiennej, jakości wody na zasilaniu oraz nastawy urządzenia. Po przepływie określonej ilości wody (należy posługiwać się wskazaniami licznika wody, wbudowanego w zespół 3200) należy wymienić żywicę w zbiorniku.

Dostępne są kompletne urządzenia z butlami z granulatem zmiękczającym o objętości: 4, 7, 14 i 30 litrów oraz z butlami z granulatem demineralizującym o objętości: 4, 7, 14, 30, 50, 75 i 93 litry.

W skład armatury wchodzi: elektroniczny miernik przepływu, zawór odcinający na wyjściu, zawór serwisowo-spustowy, króćce manometru, uchwyt montażowy, tester twardości wody, czujnik przewodności (dla kompletnych demineralizatorów).

Tabela 3.30. Tabela wydajności zmiękczacza/demineralizatora SYR 3200 w zależności od wielkości złóż

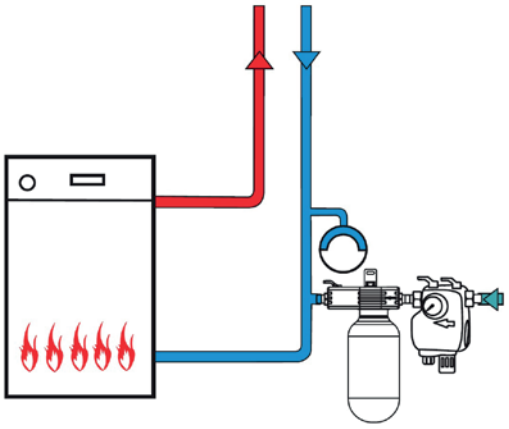
Wielkość butli	Wydatek dla granulatu zmiękczającego	Wydatek dla granulatu demineralizującego
4 litry	14 000 litrów / 1 °dH	5 000 litrów / 1 °dH
7 litrów	24 500 litrów / 1 °dH	8 750 litrów / 1 °dH
14 litrów	49 000 litrów / 1 °dH	17 500 litrów / 1 °dH
30 litrów	105 000 litrów / 1 °dH	37 500 litrów / 1 °dH
50 litrów	-	62 500 litrów / 1 °dH
75 litrów	-	93 750 litrów / 1 °dH
93 litry	-	116 250 litrów / 1 °dH

Jeden stopień niemiecki 1 °dH = 1,786 °fH stopnia francuskiego = 17,86 mg CaCO3 w 1 litrze wody.

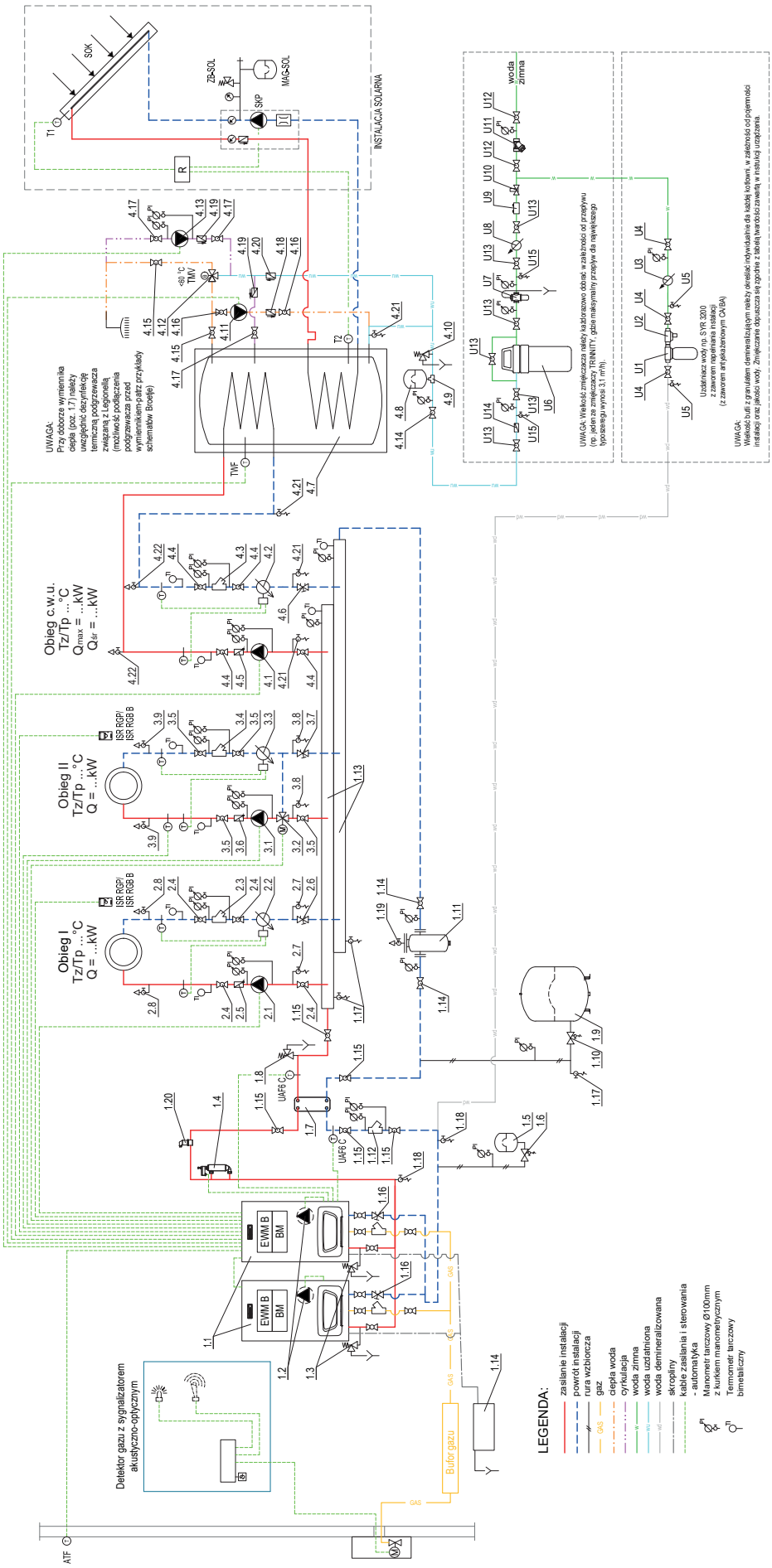
Zgodnie z normą PN EN 1717 przed armaturą 3200 należy zamontować zawór antyskażeniowy typu BA, aby zapobiec przepływowi zwrotnym z instalacji grzewczej do instalacji wody pitnej. W tym celu zalecamy zawór napełniania instalacji SYR typ BA 6630 lub BA 6628 Plus, który automatycznie napełnia/dopełnia instalację, zapewniając optymalne przyłączenie do instalacji grzewczej zmiękczacza/demineralizatora wody typu 3200.



Rys. 3.64. Uzdatniacz SYR 3200 - urządzenia kompletne [3.76.]



Rys. 3.65. Przykładowe podłączenie uzdatniacza SYR 3200 w instalacji z kotłem wiszącym. Przy trwałym połączeniu instalacji CO z instalacją wody użytkowej należy zastosować zawór antyskażeniowy [3.76.]



Rys. 3.66. Schemat hydrauliczny kotłowni gazowej z przykładem uzdatniania wody kotłowej oraz wody użytkowej.

L.p.	URZĄDZENIE	Ilość	L.p.	URZĄDZENIE	Ilość
1.1	Gazowy kocioł kondensacyjny WGB		4.1	Pompa obiegu ładowania podgrzewacza c.w.u.	
	Regulatory i czujniki dodatkowe		4.2	Licznik ciepła	
EWM B	Regulator obiegu c.o. z mieszaczem. Zawiera 1 czujnik przylgowy		4.3	Filtr siatkowy z wkładem magnetycznym	
EWM B	Moduł rozszerzający do sterowania pompą dezynfekcji termicznej		4.4	Zawór odcinający DN	
BM	Moduł BUS		4.5	Zawór zwrotny DN	
UAF6 C	Uniwersalny przylgowy czujnik temperatury		4.6	Zawór równoważący z funkcją odcięcia DN	
TWF	Czujnik ciepłej wody użytkowej WWF		4.7	Podgrzewacz zasobnikowy	
ADH 25/40	Zestaw zaworów odcinających: 1" zawór gazowy, 1 1/2" zawór c.o. zasilanie/powrót		4.8	Naczynie wzbiorcze	
			4.9	Złącze odcinające	
ISR RGP	Regulator pokojowy Premium - wielofunkcyjny przewodowy regulator pokojowy do zdalnych odczytów i zmiany parametrów urządzeń-opcja.		4.10	Zawór bezpieczeństwa	
			4.11	Pompa mieszająca zawartość podgrzewacza c.w.u.	
ISR RGB B	Regulator pokojowy Basic - przewodowy regulator pokojowy do zdalnej regulacji kotła, z przyciskiem obecności i przełącznikiem trybu pracy - opcja.		4.12	Termostatyczny zawór mieszający (TMV)	
			4.13	Pompa cyrkulacyjna	
			4.14	Zawór odcinający DN	
1.2	Pompa kotłowa HEP 25-180-10 PWM		4.15	Zawór odcinający DN	
1.3	Zawór bezpieczeństwa		4.16	Zawór odcinający DN	
1.4	Zabezpieczenie stanu wody *)		4.17	Zawór odcinający DN	
1.5	Naczynie wzbiorcze		4.18	Zawór zwrotny DN	
1.6	Złącze odcinające		4.19	Zawór zwrotny DN	
1.7	Wymiennik ciepła (patrz UWAGA przy podgrzewaczu)		4.20	Zawór zwrotny DN	
1.8	Zawór bezpieczeństwa		4.21	Zawór odcinający ze złączką do węża DN	
1.9	Naczynie wzbiorcze		4.22	Odpowietrznik automatyczny/separator powietrza	
1.10	Złącze odcinające		U1	Uzdatniacz wody np. SYR 3200 z butlą z granulatem zmiękczającym	
1.11	Filtroodmulnik magnetyczny		U2	Zawór napełniania instalacji np. SYR 6827 CA lub 6628 Plus BA	
1.12	Filtr siatkowy z wkładem magnetycznym		U3	Wodomierz skrzydełkowy JS do wody zimnej	
1.13	Rozdzielacz instalacyjny		U4	Zawór odcinający DN	
1.14	Neutralizator skroplin NEOP300 dla kotłów do 300kW		U5	Zawór odcinający ze złączką do węża DN	
1.15	Zawór odcinający DN		U6	Zmiękczacz wody	
1.16	Zawór równoważący z funkcją odcięcia DN		U7	Filtr mechaniczny z płukaniem zwrotnym	
1.17	Zawór odcinający ze złączką do węża DN		U8	Wodomierz skrzydełkowy JS do wody zimnej	
1.18	Zawór odcinający ze złączką do węża DN		U9	Zawór antyskażeniowy	
1.19	Odpowietrznik automatyczny		U10	Reduktor ciśnienia	
1.20	Odpowietrznik automatyczny/separator powietrza		U11	Filtr siatkowy z wkładem magnetycznym	
2.1	Pompa obiegu grzewczego		U12	Zawór odcinający DN	
2.2	Licznik ciepła		U13	Zawór odcinający DN	
2.3	Filtr siatkowy		U14	Zawór zwrotny DN	
2.4	Zawór odcinający DN		U15	Zawór odcinający ze złączką do węża DN	
2.5	Zawór zwrotny DN			Manometr tarczowy z kurkiem manometrycznym	
2.6	Zawór równoważący z funkcją odcięcia DN			Termometr tarczowy bimetaliczny	
2.7	Zawór odcinający ze złączką do węża DN		*)	należy stosować w przypadku kotłowni dachowych lub na ostatniej kondygnacji	
2.8	Odpowietrznik automatyczny/separator powietrza				
3.1	Pompa obiegu grzewczego z zaworem mieszającym			INSTALCJA SOLARNA (należy wykonać zgodnie z wytycznymi producenta kolektorów)	
3.2	Zawór trójdrogowy mieszający z siłownikiem				
3.3	Licznik ciepła		SOK	Kolektor słoneczny	
3.4	Filtr siatkowy		T1	Czujnik temperatury w kolektorze	
3.5	Zawór odcinający DN		T2	Czujnik temperatury w podgrzewaczu	
3.6	Zawór zwrotny DN		SKP	Grupa pompowa	
3.7	Zawór równoważący z funkcją odcięcia DN		MAG-SOL	Naczynie wzbiorcze instalacji solarnej	
3.8	Zawór odcinający ze złączką do węża DN		ZB-SOL	Naczynie wzbiorcze instalacji solarnej	
3.9	Odpowietrznik automatyczny/separator powietrza				

3.20. Wymagania przeciwpożarowe

3.20.1. Pomieszczenie kotłowni i magazyn paliwa

WT [1.1] stanowi co następuje;

§ 220

1. *Ściany wewnętrzne i stropy wydzielające kotłownie, składy paliwa stałego, żużlownie i magazyny oleju opałowego, a także zamknięcia otworów w tych elementach, powinny mieć klasę odporności ogniowej nie mniejszą niż określona w tabeli:*

Rodzaj pomieszczenia	*Klasa odporności ogniowej*		
	ścian wewnętrznych	*stropów*	*drzwi lub innych zamknięć*
Kotłownia z kotłami na paliwo stałe, o łącznej mocy cieplnej powyżej 25 kW	*E I 60*	*RE I 60*	*E I 30*
Kotłownia z kotłami na olej opałowy, o łącznej mocy cieplnej powyżej 30 kW	*E I 60*	*RE I 60*	*E I 30*
Kotłownia z kotłami na paliwo gazowe, o łącznej mocy cieplnej powyżej 30 kW: *w budynku niskim (N) i średniowysokim (SW)* *w budynku wysokim (W) i wysokościowym (WW)*	 *E I 60* *E I 120*	 *RE I 60* *RE I 120*	 *E I 30* *E I 60*
Skład paliwa stałego i żużlownia	*E I 120*)*	*RE I 120*)*	*E I 60*)*
Magazyn oleju opałowego	*E I 120*	*RE I 120*	*E I 60*

**) Wymagania nie dotyczą budynków mieszkalnych jednorodzinnych, budynków mieszkalnych w zabudowie zagrodowej oraz budynków rekreacji indywidualnej.*

2. *Dla pomieszczeń, o których mowa w ust.1, klasę odporności ogniowej ścian zewnętrznych należy przyjmować zgodnie z § 216.*
3. *Nie stawia się wymagań w zakresie klasy odporności ogniowej dla przegród zewnętrznych kotłowni z kotłami na paliwo gazowe, zlokalizowanej ponad dachem budynku, przy zachowaniu warunku, iż przegrody powinny być wykonane z materiałów niepalnych.*

Uwaga:
W § 216 określona została klasa odporności ogniowej elementów budynku w tym ścian zewnętrznych. Klasa odporności ścian zewnętrznych, zawarta w poniższych tabelach, dotyczy pasa międzykondygnacyjnego wraz z ich połączeniem ze stropem:

Klasa odporności pożarowej budynku	A	B	C	D	E
Klasa odporności ogniowej ściany zewnętrznej	E I 120	E I 60	E I 30	E I 30	(—)
	(o↔i)	(o↔i)	(o↔i)	(o↔i)	

Jeżeli ściana zewnętrzna jest częścią głównej konstrukcji nośnej powinna spełniać także kryteria nośności ogniowej, co podano w tabeli:

Klasa odporności pożarowej budynku	A	B	C	D	E
Nośność ogniowa	R 240	R 120	R 60	R 30	(—)

Oznaczenia w tabeli:
R - nośność ogniowa (w minutach), określona zgodnie z Polską Normą dotyczącą zasad ustalania klas odporności ogniowej elementów budynku
E - szczelność ogniowa (w minutach), określona jw.
I - izolacyjność ogniowa (w minutach), określona jw.
(–) - nie stawia się wymagań
(o↔i) - kryteria szczelności ogniowej (E) oraz izolacyjności ogniowej (I) muszą być spełnione przy oddziaływaniu ognia od wewnątrz (i) i od zewnątrz (o)

3.20.2. Przewody spalinowe

§ 266.

1. *Przewody spalinowe i dymowe powinny być wykonane z wyrobów niepalnych.*
2. *Przewody lub obudowa przewodów spalinowych i dymowych powinny spełniać wymagania określone w Polskiej Normie dotyczącej badań ogniowych małych kominów[1)].*
3. *Dopuszcza się wykonanie obudowy, o której mowa w ust.2, z cegły pełnej o grubości 12 cm, murowanej na zaprawie cementowo wapiennej, z zewnętrznym tynkiem lub spoinowaniem.*
4. *Między wylotem przewodu spalinowego i dymowego a najbliższym skrajem korony drzew dorosłych należy zapewnić zachowanie odległości co najmniej 6m, z zastrzeżeniem § 271 ust.8[2)].*

3.21. Ochrona przed hałasem i drganiami

WT [1.1] w oprawie ochrony przed hałasem i drganiami stanowi co następuje:

§ 326 (w Poradniku opuszczone zostały ust. 4 i ust. 5)

1. *Poziom hałasu oraz drgań przenikających do pomieszczeń w budynkach mieszkalnych, budynkach zamieszkania zbiorowego i budynkach użyteczności publicznej, z wyłączeniem budynków, dla których konieczne jest spełnienie szczególnych wymagań ochrony przed hałasem, nie może przekraczać wartości dopuszczalnych, określonych w Polskich Normach, dotyczących ochrony przed hałasem pomieszczeń w budynkach oraz oceny wpływu drgań na ludzi w budynkach wyznaczonych zgodnie z Polskimi Normami dotyczącymi metody pomiaru poziomu dźwięku A w pomieszczeniach oraz oceny wpływu drgań na ludzi w budynkach[3)].*
2. *W budynkach, o których mowa w ust. 1, przegrody zewnętrzne i wewnętrzne oraz ich elementy powinny mieć izolacyjność akustyczną nie mniejszą od podanej w Polskiej Normie dotyczącej wymaganej izolacyjności akustycznej elementów budowlanych, wyznaczonej zgodnie z Polskimi Normami określającymi metody pomiaru izolacyjności akustycznej elementów budowlanych i izolacyjności akustycznej w budynkach. Wymagania odnoszą się do izolacyjności:*
   1) *ścian zewnętrznych, stropodachów, ścian wewnętrznych, okien w przegrodach zewnętrznych i wewnętrznych oraz drzwi w przegrodach wewnętrznych - od dźwięków powietrznych (...);*
   2) *stropów i podłóg - od dźwięków powietrznych i uderzeniowych;*
   3) *podestów i biegów klatek schodowych w obrębie lokali mieszkalnych - od dźwięków uderzeniowych[4)].*
3. *Prowadzone w budynku przewody i kanały instalacyjne (w tym kanały wentylacyjne) nie mogą powodować pogorszenia izolacyjności akustycznej między pomieszczeniami poniżej wartości wynikających z wymagań zawartych w Polskiej Normie dotyczącej izolacyjności akustycznej przegród w budynkach oraz izolacyjności akustycznej elementów budowlanych[5)].*

§ 327

1. *Zabrania się sytuowanie przy pomieszczeniach mieszkalnych pomieszczeń technicznych o szczególnej uciążliwości, takich jak szyby i maszynownie dźwigowe lub zsypy śmieciowe. Wymaganie to nie dotyczy przypadków, o których mowa w § 196 ust. 2 oraz w § 197 ust. 2– przy nadbudowie lub adaptacji strychu na cele mieszkalne.*
2. *Instalacje i urządzenia, stanowiące techniczne wyposażenie budynku mieszkalnego, zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej, nie mogą powodować powstawania nadmiernych hałasów i drgań, utrudniających eksploatację lub uniemożliwiających ochronę użytkowników pomieszczeń przed ich oddziaływaniem.*
3. *Sposób posadowienia urządzeń, o których mowa w ust. 1, oraz sposób ich połączenia z przewodami i elementami konstrukcyjnymi budynku, jak również sposób połączenia poszczególnych odcinków przewodów między sobą i z elementami konstrukcyjnymi budynku, powinien zapobiegać powstawaniu i rozchodzeniu się hałasów i drgań do pomieszczeń podlegających ochronie lub do otoczenia budynku.*
4. *Ściany i stropy oraz inne elementy budowlane pomieszczeń technicznych i garaży w budynkach mieszkalnych wielorodzinnych i zamieszkania zbiorowego powinny mieć konstrukcję uniemożliwiającą przenikanie z tych pomieszczeń hałasów i drgań do pomieszczeń wymagających ochrony.Przed przystąpieniem do projektowania kotłowni gazowo-olejowych oraz aranżacji pomieszczenia kotłowni należy brać zawsze pod uwagę zapewnienie możliwości tłumienia hałasu emitowanego przez urządzenia. Dotyczy to zwłaszcza kotłowni lokalizowanych na osiedlach mieszkaniowych i w budynkach mieszkalnych.*

Często poważnym źródłem emisji hałasu jest zespół palnik, kocioł, komin. Jeżeli zachodzi potrzeba tłumienia hałasu to należy przewidzieć miejsce zapewniając możliwość wstawienia tłumika, najlepiej w czopuchach. Do tłumienia tego typu emisji nadają się głównie tłumiki refleksyjne, ma to związek z częstotliwością emitowanego hałasu.
Długość tłumików refleksyjnych jest ok. 4 razy większa od średnicy komina, a średnica ok. 2,5 razy większa. Wielkość i wymiary tłumika są ustalane indywidualnie w zależności od widma hałasu.

1) PN-B-02870:1993 Badania ogniowe. Małe kominy. Badania w podwyższonych temperaturach (całość normy).
2) § 271 ust. 8 Najmniejszą odległość budynków ZL, PM, IN od granicy (konturu) lasu, rozumianego jako grunt leśny (Ls) określony na mapie ewidencyjnej lub teren przeznaczony w miejscowym planie zagospodarowania przestrzennego jako leśny, przyjmuje się jako odległość ścian tych budynków od ściany budynku ZL z przekryciem dachu rozprzestrzeniającym ogień.
3) PN-B-02151-2:2018-01; PN-EN ISO 10052:2007 Akustyka - Pomiary terenowe izolacyjności od dźwięków powietrznych i uderzeniowych oraz hałasu od urządzeń wyposażenia technicznego; PN-EN ISO 16032:2006 Akustyka - pomiar poziomu ciśnienia akustycznego od urządzeń wyposażenia technicznego w budynkach - Metoda dokładna; PN-B-02171-06 Ocena wpływu drgań na ludzi w budynkach.
4) wykaz norm wg załącznika nr 1 do WT [1.1]
5) PN-B-02151-3:2015-10 Akustyka budowlana - Ochrona przed hałasem w budynkach - Część 3: Wymagania dotyczące izolacyjności akustycznej przegród w budynkach i elementów budowlanych

Przy projektowaniu i realizacji pomieszczeń kotłowni należy uwzględnić wymagania akustyczne zawarte w normie PN-B-02151-2 [2.3] oraz PN-B-02151-3 [2.4], obejmujące między innymi:

- wartość maksymalnego poziomu dźwięku w pomieszczeniach chronionych w zależności od rodzaju budynku;
- wymagania dotyczące izolacyjności akustycznej w budynkach oraz izolacyjności akustycznej elementów budowlanych;
- dopuszczalne poziomy dźwięków przenikających do pomieszczeń chronionych w budynkach o różnym przeznaczeniu.

4. Sprężarkowe, elektryczne pompy ciepła

4.1. Rynek pomp ciepła

Pomimo zaangażowania dużych środków finansowych, inicjatyw legislacyjnych, wsparcia władz polskich i Unii Europejskiej, jako Polska nadal jesteśmy na początku transformacji energetycznej w budownictwie. Założenia władz Unii Europejskiej są bardzo ambitne. Zgodnie z dyrektywą EPDB:

- do 2025 roku dostępne będą dotacje na samodzielne urządzenia grzewcze na paliwa kopalne;
- od 2028 roku wszystkie nowe budynki publiczne w krajach UE muszą być zeroemisyjne;
- od 2030 roku wszystkie pozostałe nowe budynki (poza pewnymi wyjątkami) w krajach UE muszą być zeroemisyjne;
- do 2040 roku na całym terytorium UE nastąpić ma całkowite odejście od wykorzystania paliw kopalnych do ogrzewania i chłodzenia budynków;
- do 2050 roku wszystkie istniejące budynki na terenie UE mają być zeroemisyjne.

Należy wyjaśnić, iż zeroemisyjność (zgodnie ze standardem ZEB) oznacza całkowite wyeliminowanie emisji dwutlenku węgla, który stanowi podstawowy produkt spalania paliw kopalnych.

Ogrzewanie i chłodzenie budynków będą musiały od 2040 roku być w całości oparte na elektryczności i sieciach cieplnych. Sieci cieplne równolegle muszą przejść ewolucję z zapewnieniem ograniczenia emisji dwutlenku węgla, magazynowania i dwukierunkowego przepływu ciepła.

W całym procesie przemiany energetycznej kluczową rolę już odgrywają, a będą jeszcze większą odgrywać odnawialne źródła ciepła, a szczególnie pompy ciepła. W związku z tym kluczowe staje się polityczne i gospodarcze wsparcie obranego kierunku zmian.

Wobec powyższych założeń i przyjętego kierunku przemian ciepłownictwa zaskakujący może być gwałtowny spadek sprzedaży pomp ciepła w Polsce w roku 2023. Zgodnie z informacją przekazaną przez PORT PC [4.38] spadek sprzedaży w grupie produktowej pomp ciepła powietrze/woda wyniósł około 30% w stosunku do sprzedaży w roku 2022. W przypadku pomp gruntowych zanotowano wzrost sprzedaży na poziomie 23%, przy czym udział pomp gruntowych w rynku jest wielokrotnie niższy aniżeli pomp powietrze/ /woda. Ogólnie można zatem wywnioskować, iż rynek pomp ciepła przeżył w roku 2023 załamanie sprzedaży, co jest zupełnie sprzeczne z obranym kierunkiem przemian energetycznych w Unii Europejskiej.

Na obniżenie sprzedaży pomp ciepła w roku 2023 (w stosunku do 2022) miało wpływ wiele czynników, z których warto wymienić:

- spowolnienie rynku budownictwa w Polsce w roku 2023;
- wysokie ceny energii elektrycznej w relacji do cen innych paliw, a szczególnie gazu ziemnego – wg [4.39] budownictwo w Polsce wpadło w tzw. „pułapkę gazową", którą widać porównując koszty inwestycyjne oraz eksploatacyjne źródeł ciepła na paliwo gazowe i pomp ciepła; opłacalność finansowa dla przeciętnego właściciela budynku mieszkalnego jednorodzinnego znacznie przechyla się na korzyść tych pierwszych;
- wprowadzenie na rynek mikroinstalacji fotowoltaicznych nowego sposobu rozliczania (net – billing) w sposób wyraźny obniżyło opłacalność produkcji energii elektrycznej przez właścicieli budynków mieszkalnych jednorodzinnych, a tym samym opłacalność stosowania do ogrzewania pomp ciepła;
- ograniczenia sieci energetycznych (przekroczenie napięcia) do przejęcia produkowanej przez mikroinstalacje fotowoltaiczne, szczególnie w okresie letnim, powoduje marnotrawstwo energetyczne i straty finansowe dla prosumentów;
- pojawiające się negatywne opinie użytkowników na temat pomp ciepła – podstawa negatywnych ocen jest wielopłaszczyznowa i wynika między innymi z niskiej jakości części firm doradczych, instalacyjnych, które między innymi wykorzystywały w niewłaściwy sposób cenne inicjatywy, jak np. program „Czyste Powietrze";
- duży popyt na rynku pomp ciepła w latach poprzednich oraz relatywnie wysoka cena certyfikowanych urządzeń spowodował, iż nieuczciwe firmy doradcze i instalacyjne oferowały Inwestorom urządzenia o niskiej jakości technicznej, pracujące z niską efektywnością, co również stało się podstawą zaniku zaufania części Inwestorów do zastosowania pomp ciepła;
- brak wiedzy z zakresu funkcjonowania pomp ciepła i współpracujących z nimi instalacjami grzewczymi wpływa na niepotrzebny wzrost kosztów eksploatacyjnych.

Spadek sprzedaży i montażu pomp ciepła w budynkach, a także negatywne czynniki, które zostały wyżej opisane, są zauważalne przez decydentów i należy mieć nadzieję na szybkie wprowadzenie działań poprawiających atrakcyjność stosowania pomp ciepła. Niewątpliwie kluczowym czynnikiem jest relacja cen nośników energii, który wymaga kompleksowego działania na poziomie unijnym

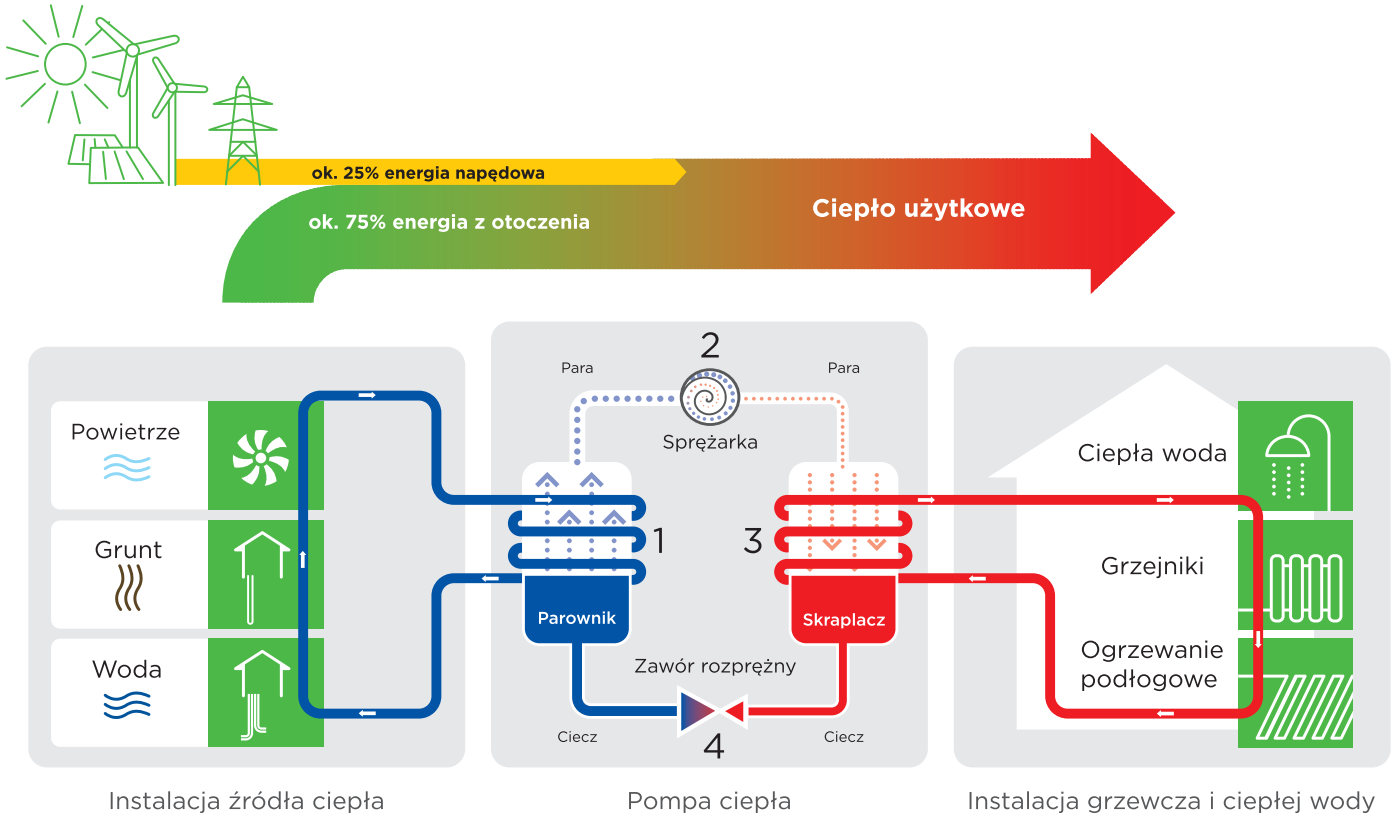
i krajowym. Szybkość podjęcia tych działań jest konieczna. Chcąc wypełnić założenia dyrektywy EPDB w Polsce powinniśmy do 2030 roku zamontować około 2 mln pomp ciepła, a przeliczając na lata, które pozostały, wymaga to zamontowania rocznie około 260 tysięcy pomp ciepła w nowych i istniejących budynkach.
Przed nami, projektantami i instalatorami, ogromne wyzwanie, na które musimy być przygotowani głównie merytorycznie, w czym ma pomóc niniejszy poradnik, który oddajemy w Państwa ręce.

4.2. Zasada działania, podział oraz wydajność sprężarkowych pomp ciepła

4.2.1. Opis działania

Sercem pompy ciepła jest zamknięty obieg chłodniczy, składający się z czterech głównych części: parownika, sprężarki, skraplacza i zaworu rozprężnego. Czynnik chłodniczy, nazywany również czynnikiem roboczym, przepływając po kolei przez elementy pompy ciepła, w nieodwracalnym, lewobieżnym obiegu zamkniętym Lindego, poddawany jest następującym procesom termodynamicznym: izobarycznemu parowaniu (1), izentropowemu sprężaniu (2), izobarycznemu skraplaniu (3), izentalpowemu dławieniu (4).

Poniższy rysunek obrazuje zasadę działania pompy ciepła.



Rys. 4.1. Zasada działania pompy ciepła [4.1]

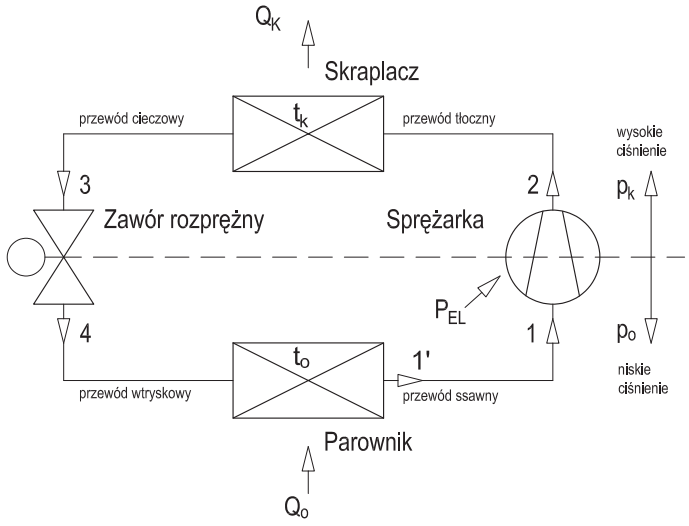
Jak wskazuje nazwa, urządzenie „pompuje" ciepło z ciała o temperaturze niższej do ciała o temperaturze wyższej[1]. Zgodnie z II zasadą termodynamiki przepływ ciepła jest możliwy dzięki włożonej pracy (sprężarka zasilana silnikiem elektrycznym).

Zasada działania pompy ciepła wykorzystuje kilka praw termodynamiki:

- parujące ciecze pochłaniają ciepło (ciepło przemiany fazowej – parowania), a podczas skraplania (kondensacji) to ciepło oddają (ciepło skraplania);
- im wyższe ciśnienie, tym wyższa temperatura, w której gaz się skrapla, im niższe ciśnienie, tym niższa temperatura, w której ciecz paruje;
- gdy gaz się spręża, to wraz ze wzrostem ciśnienia zawsze związany jest wzrost temperatury.

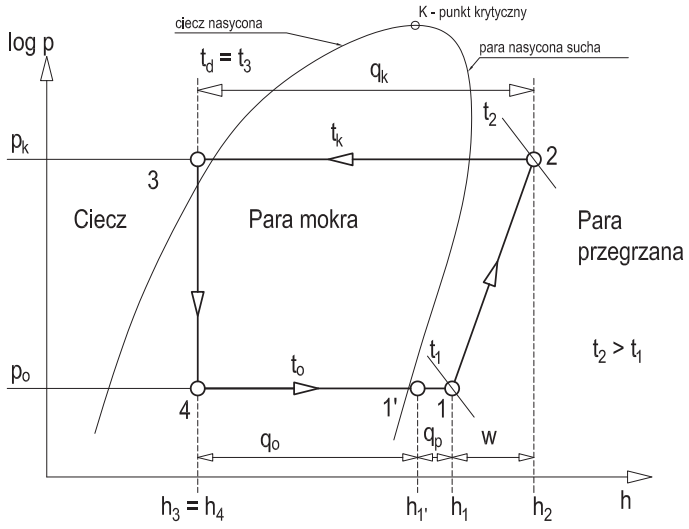
[1] *Sformułowanie II zasady termodynamiki wg R. Clausiusa: „Ciepło nie może samorzutnie przejść z ciała o temperaturze niższej do ciała o temperaturze wyższej" [4.2].*

Rysunek 4.2. przedstawia schemat obiegu chłodniczego, a wykres 4.1. przemiany termodynamiczne czynnika chłodniczego w układzie log p-h, zachodzące w obiegu. Punkty charakterystyczne na rysunku odpowiadają punktom z wykresu.



t_k – temperatura skraplania [°C]
t_o – temperatura parowania [°C]
p_k – ciśnienie skraplania [Pa]
p_o – ciśnienie parowania [Pa]
Q_o – moc chłodnicza (ciepło pobrane z otoczenia) [W]
Q_K – moc grzewcza (ciepło oddane przez pompę ciepła) [W]
P_{EL} – moc elektryczna napędu sprężarki [W]

Rys. 4.2. Schemat obiegu chłodniczego



t_k – temperatura skraplania [°C]
t_o – temperatura parowania [°C]
p_k – ciśnienie skraplania [Pa]
p_o – ciśnienie parowania [Pa]
q_o – jednostkowe ciepło parowania czynnika [kJ/kg]
q_p – jednostkowe ciepło przegrzania czynnika [kJ/kg]
w – teoretyczna praca sprężania [kJ/kg]
q_k – jednostkowe ciepło skraplania czynnika [kJ/kg]
h – entalpia czynnika [kJ/kg]
t_d – temperatura dochłodzenia czynnika chłodniczego [°C]

Wykres 4.1. Przemiany termodynamiczne czynnika chłodniczego odniesione do 1 kg czynnika chłodniczego

Czynnik chłodniczy odparowuje w niskiej temperaturze i przy niskim ciśnieniu (przemiana izobaryczna), pod wpływem ciepła parowania ($q_o = h_{1'} - h_3$) pobranego z otoczenia (np. powietrza). Osiąga w ten sposób stan pary w punkcie 1'. Dodatkowo na przewodzie ssawnym i w sprężarce pobiera ciepło przegrzania ($q_p = h_1 - h_{1'}$), wydzielane przez silnik sprężarki do obudowy. Następnie jest sprężany od ciśnienia parowania p_o i temperatury t_1 do ciśnienia skraplania p_k i temperatury t_2 (przemiana izentropowa). Aby osiągnąć ten stan niezbędna jest praca sprężania ($w = h_2 - h_1$). W skraplaczu płyn chłodzący (np. woda w instalacji c.o.) odbiera ciepło skraplania ($q_k = h_2 - h_3$), które składa się z ciepła przegrzania sprężonych par, ciepła skraplania właściwego oraz ciepła dochłodzenia (przemiana izobaryczna). Ciekły już teraz czynnik chłodniczy osiąga stan w punkcie 3 o temperaturze dochłodzenia $t_3 = t_d$, niższej od temperatury skraplania. Następnie czynnik dopływa przewodem cieczowym do zaworu rozprężnego (dławiącego), w którym na skutek spadku ciśnienia osiąga ciśnienie parowania p_o i temperaturę parowania (punkt 4). Zdławienie przebiega przy stałej entalpii $h_3 = h_4$ (przemiana izentalpowa).

4.2.2. Podział pomp ciepła

4.2.2.1. Ze względu na konstrukcję

Typu split – pompa ciepła składa się z dwóch elementów - dolnego (jednostki zewnętrznej, w której realizowane są procesy: parowania, sprężania i dławienia) oraz górnego źródła ciepła (jednostki wewnętrznej, w której realizowany jest proces skraplania), oba elementy połączone są instalacją z czynnikiem chłodniczym.

Typu monoblok – układ chłodniczy znajduje się w jednym urządzeniu montowanym na zewnątrz budynku lub wewnątrz (np. powietrzne pompy ciepła z doprowadzeniem i odprowadzeniem powietrza za pomocą kanałów, czerpni i wyrzutni).

4.2.2.2. Ze względu na nośnik – dolne źródło energii cieplnej

- gruntowe - wykorzystujące energię zgromadzoną w gruncie za pomocą pionowych lub poziomych gruntowych wymienników ciepła;
- powietrzne - wykorzystujące energię zgromadzoną w powietrzu otoczenia lub powietrzu wyrzutowym;
- wodne - wykorzystujące energię zgromadzoną w wodach gruntowych, powierzchniowych lub morskich.

Pozyskana energia cieplna może być rozprowadzana przez systemy powietrzne lub wodne.

4.2.2.3. Ze względu na temperaturę zasilania

- niskotemperaturowe - które maksymalną wydajność osiągają przy temperaturze zasilania ok. 35°C (współpraca zazwyczaj z ogrzewaniem podłogowym);
- średniotemperaturowe - osiągające deklarowaną moc przy temperaturze zasilania 55°C;
- wysokotemperaturowe - które najwydajniej pracują przy temperaturze zasilania rzędu 65°C.

W ofercie firmy Brötje znajdują się pompy typu powietrze – woda.

Powietrzne pompy ciepła wykorzystują energię zgromadzoną w powietrzu. Może być to powietrze zewnętrzne lub powietrze wyrzutowe (powietrze odprowadzone z instalacji wentylacji mechanicznej lub rekuperacji).

Ciepło uzyskane z powietrza może być wykorzystane do ogrzewania lub/i przygotowania ciepłej wody użytkowej.

4.2.3. Wskaźniki i podstawowe pojęcia

4.2.3.1. COP - Coefficient of Performance - współczynnik wydajności lub efektywności grzewczej

Współczynnik ten określa „stosunek ciepła użytecznego, oddawanego w określonych warunkach do energii elektrycznej, użytej do napędu sprężarki i zasilania napędów pomocniczych" [4.3].

Współczynnik określa wzór:

$$COP = \frac{Q_K}{P}\,[\text{-}] \qquad [4.1]$$

Q_K – ciepło użyteczne oddawane np. do instalacji grzewczej [W]

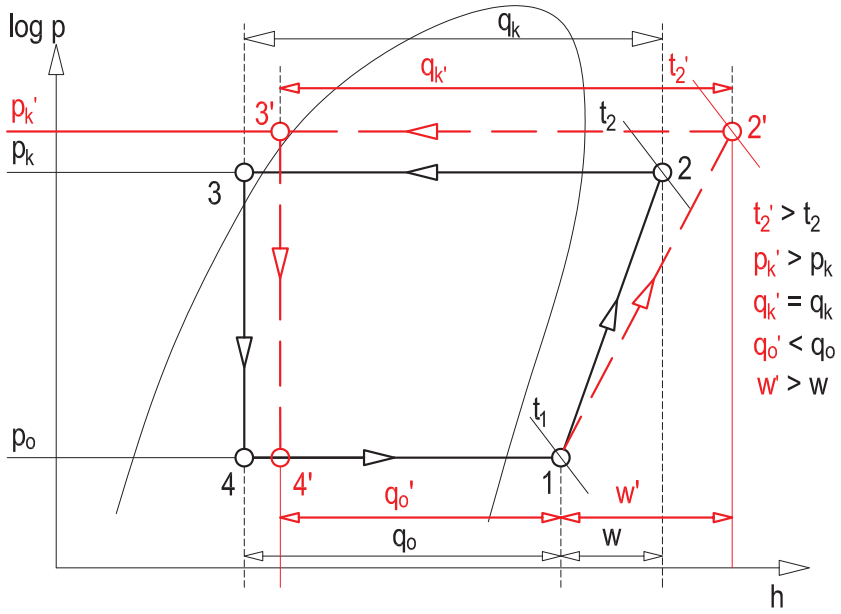
P – moc elektryczna użyta do napędu sprężarki (w) i zasilania napędów pomocniczych (np. wentylatorów, pomp obiegowych) [W]

Im wyższa jest wartość współczynnika COP, tym więcej ciepła można wytworzyć przy zużyciu tej samej ilości energii dostarczonej (elektrycznej) i tym samym pompa jest tańsza w eksploatacji.

Współczynnik COP odnosi się do źródła górnego - instalacji grzewczej, umożliwiającej przekazanie ciepła z czynnika chłodniczego do pomieszczenia.

COP jest bardzo praktycznym współczynnikiem, pozwala określić zapotrzebowanie na moc elektryczną na podstawie znajomości mocy grzewczej pompy ciepła. Ta znajomość jest pomocna szczególnie przy szacowaniu zapotrzebowania na energię elektryczną na etapie prac koncepcyjnych.

Wykres 4.2. przedstawia teoretyczny przebieg przemian termodynamicznych na wykresie log p-h dla dwóch różnych stanów pracy. Linia czarna ciągła obrazuje zmiany w obiegu chłodniczym, niezbędne dla uzyskania odpowiedniej temperatury zasilania dla instalacji c.o. niskotemperaturowej – np. ogrzewania płaszczyznowego, natomiast linia czerwona przerywana dla instalacji wysokotemperaturowej – np. grzejnikowej.



Wykres 4.2. Przemiany termodynamiczne czynnika chłodniczego odniesione do 1 kg czynnika dla instalacji c.o. niskotemperaturowej (linia czarna ciągła) i instalacji c.o. wysokotemperaturowej

Aby uzyskać wyższą temperaturę zasilania instalacji grzewczej, sprężarka pompy ciepła musi sprężyć pary czynnika chłodniczego do wyższych ciśnień, tak aby osiągnąć odpowiednio wysoką temperaturę na skraplaczu: $t_{2'} > t_2$ i $p_{k'} > p_k$.

Porównując oba stany pracy obiegu chłodniczego można wyciągnąć następujące wnioski:

- im wyższa temperatura zasilania instalacji c.o., tym większy jest nakład pracy sprężarki w' > w oraz wyższa moc pobierana do napędu sprężarki;
- im większy jest nakład pracy sprężarki, tym mniej energii pozyskanej ze źródła odnawialnego $q_{o'} < q_o$;
- im wyższa temperatura zasilania instalacji c.o., tym niższa efektywność energetyczna pompy ciepła (zysk jest porównywalny $q_k \approx q_{k'}$, ale nakład żeby ten zysk uzyskać jest większy);
- przy wyższych temperaturach instalacji grzewczej ciśnienie skraplania i końcowa temperatura sprężania wzrastają, a wraz z tym rośnie obciążenie i zużycie sprężarki.

Na podstawie powyższych wniosków można obrazowo porównać COP dla obu stanów pracy:

$$COP' < COP$$

$$\frac{Q_{K'}}{P'} < \frac{Q_K}{\mathrm{P}}$$

$$\frac{q_k{}'}{\mathrm{w}'} < \frac{q_k}{\mathrm{w}}$$

$$\frac{q_o{}' + w'}{\mathrm{w}'} < \frac{q_o + w}{\mathrm{w}}$$

4.2.3.2. Określenie wartości COP

Współczynnik wydajności COP wyznacza się wg norm:

- PN-EN 14511 – pompy ciepła ze sprężarkami o napędzie elektrycznym do ogrzewania i/lub chłodzenia pomieszczeń;
- PN-EN 16147 – pompy ciepła ze sprężarkami o napędzie elektrycznym do przygotowania ciepłej wody użytkowej;
- PN-EN 15879-1 – pompy ciepła ze sprężarkami o napędzie elektrycznym, z gruntem jako dolnym źródłem ciepła, do ogrzewania i/ lub chłodzenia pomieszczeń.

W celu porównania wartości COP różnych pomp ciepła należy zwrócić uwagę:

- według jakiej normy został podany;
- dla jakich parametrów dolnego i górnego źródła ciepła został określony;
- czy została uwzględniona moc elektryczna potrzebna do napędu urządzeń pomocniczych (wentylatory, pompy obiegowe itd.).

4.2.3.3. Charakterystyczne parametry określające wydajność cieplną pompy ciepła

Wydajności cieplne pomp ciepła są zmienne i zależne od wartości temperatur dolnego i górnego źródła ciepła. Aby określić wartości mocy grzewczej należy odnieść się do konkretnych wartości temperaturowych. W opisie parametrów określa się:

$$\frac{\text{(rodzaj źródła dolnego) (temperatura źródła dolnego)}}{\text{(rodzaj źródła górnego) (temperatura źródła górnego)}}$$

Rozróżnia się źródła ciepła:

A – powietrze (air)
B – solanka (brine)
W – woda (water)

Przykłady opisu parametrów pracy pomp ciepła:

- powietrze/woda: A2/W35 – czyli temperatura powietrza na wlocie A (Air) = 2°C, temperatura wody grzewczej na wylocie W (Water) = 35°C;
- solanka/woda: B0/W35 temperatura solanki na wlocie B (Brine) = 0°C, temperatura wody grzewczej na wylocie W = 35°C;
- woda/woda: W10/ W35 temperatura wody na wlocie W = 10°C, temperatura wody grzewczej na wylocie W = 35°C.

Porównując moce różnych pomp ciepła należy zwrócić uwagę na tożsamość parametrów charakterystycznych, dla których określone są wartości tychże mocy.

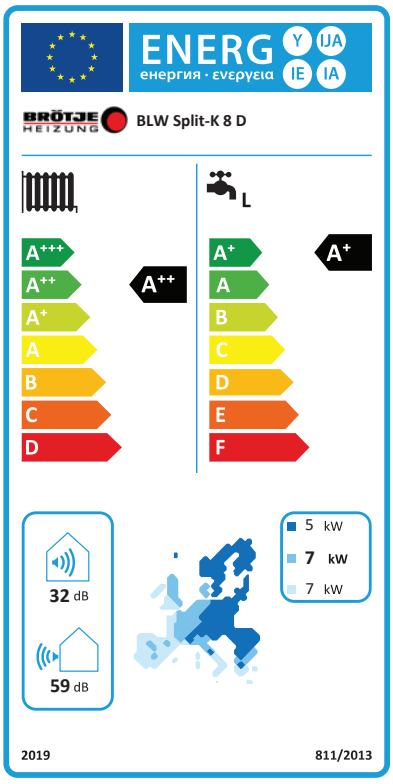
4.2.3.4. Klasy efektywności energetycznej pomp ciepła

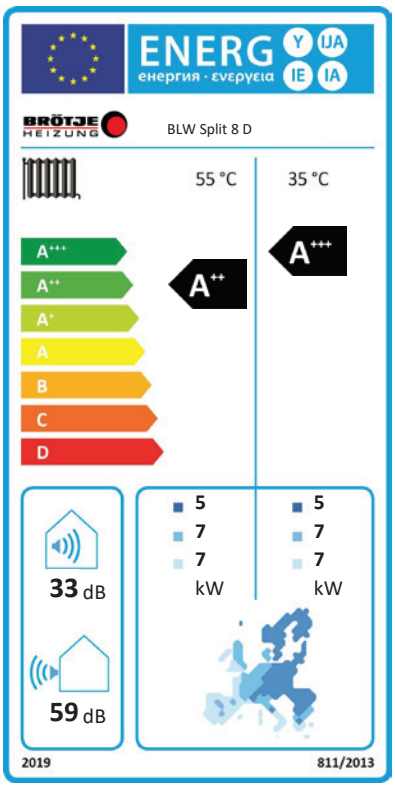
Zgodnie z Dyrektywą 2009/125/WE (ErP) wszystkie urządzenia zużywające energię elektryczną muszą spełniać wymagania ekoprojektu oraz zgodnie z Dyrektywą 2010/30/UE urządzenia te muszą posiadać etykiety energetyczne. Wymagania te dotyczą również pomp ciepła.

Przykład karty produktu i etykiety energetycznej dla pompy ciepła przedstawiony jest poniżej [3.1]:

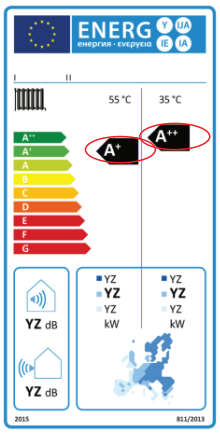
(a)	Nazwa dostawcy lub znak handlowy	BRÖTJE					
(b)	Identyfikacja modelu dostawcy	BLW Split-K 8 D					
(c)	Ogrzewanie pomieszczeń: zastosowanie średniotemperaturowe	tak	Ogrzewanie pomieszczeń: zastosowanie niskotemperaturowe				nie
	Podgrzewanie wody: deklarowany profil obciążenia	L					
(d)	Klasa sezonowej efektywności energetycznej ogrzewania pomieszczeń (klimat umiarkowany), (*)	A++	Klasa efektywności energetycznej podgrzewania wody				A+
(e)	Znamionowa moc cieplna, włącznie ze znamionową mocą cieplną ogrzewacza dodatkowego (klimat umiarkowany)	7	kW				
(f)	Ogrzewanie pomieszczeń: roczne zużycie energii (klimat umiarkowany)	4 504	kWh		i/lub	0	*GJ*
	Podgrzewanie wody: roczne zużycie energii elektrycznej i/lub paliwa (klimat umiarkowany)	818	kWh		i/lub	0	*GJ*
(g)	Sezonowa efektywność energetyczna ogrzewania pomieszczeń (klimat umiarkowany) η_s	125	%	efektywność energetyczna podgrzewania wody (klimat umiarkowany) η_{wh}		125	%
(h)	Poziom mocy akustycznej, w pomieszczeniu	32	dB(A)				
(i)	Ogrzewacz wielofunkcyjny może pracować tylko w godzinach pozaszczytowych	nie					

(*) przy zastosowaniu średniotemperaturowym



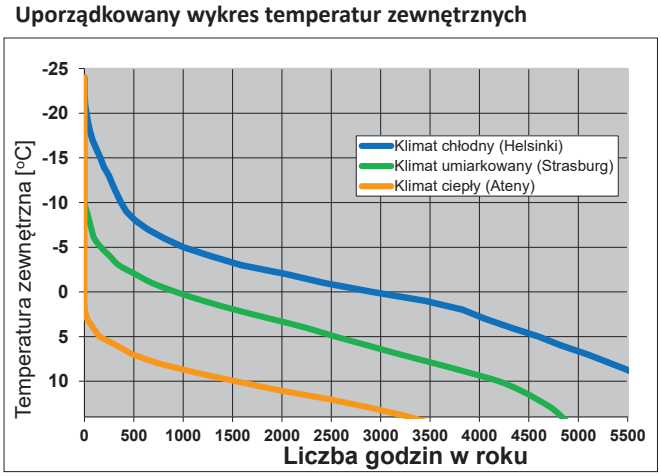


Klasy energetyczne i współczynniki sezonowej efektywności energetycznej (η_s; η_{wh}) określane są dla trzech stref klimatycznych.





Klasy energetyczne i wsp. η_s pomp ciepła podawane są zawsze tylko **dla klimatu umiarkowanego**



Rys. 4.3. Podział Europy na trzy strefy klimatyczne [4.4]

4.2.3.5. SCOP - Seasonal Coefficient of Performance – sezonowy współczynnik wydajności lub efektywności grzewczej

Sezonowy współczynnik wydajności lub efektywności SCOP określa stosunek pozyskanego w określonych warunkach, przez sezon (rok), ciepła użytecznego do zużytej przez ten okres energii elektrycznej potrzebnej do napędu sprężarki i urządzeń pomocniczych.

Współczynnik można wyrazić wzorem:

$$SCOP = \frac{Q_{KS}}{P_S} [-] \qquad [4.2]$$

Q_{KS} – ilość ciepła użytecznego oddawanego w sezonie np. do instalacji grzewczej [kWh]
P_S – energia elektryczna użyta w sezonie do napędu sprężarki (w) i zasilania napędów pomocniczych (np. wentylatorów, pomp obiegowych) [kWh]

Sezonowy współczynnik efektywności energetycznej wyznacza się zgodnie z normą PN-EN 14825 z uwzględnieniem warunków pracy pompy ciepła w jednej z trzech stref klimatycznych.

SCOP można również wyznaczyć w oparciu o współczynnik η_S podany w karcie produktu.

SCOP ≈ η_s x 2,5

Pompa ciepła typu solanka/woda

$$SCOP_{PN\ 14825} = (\eta_S + 8\%) \times 2{,}5$$

Pompa ciepła typu powietrze/woda

$$SCOP_{PN\ 14825} = (\eta_S + 3\%) \times 2{,}5$$



Rys. 4.4. Wyznaczenie SCOP w oparciu o dane zawarte w karcie produktu [4.4]

4.2.3.6. SPF - Seasonal Performance Factor – zmierzony sezonowy współczynnik wydajności lub efektywności grzewczej

SPF to wskaźnik określający w warunkach rzeczywistych efektywność pompy ciepła w ciągu całego roku, z uwzględnieniem zmiany temperatur zewnętrznych oraz przy określonych ustawieniach i sposobie eksploatacji urządzenia w konkretnym budynku.

Niemieckim i austriackim odpowiednikiem SPF jest wskaźnik JAZ (Jahresarbeitszahl).

Warto zwrócić uwagę, iż SCOP jest współczynnikiem szacowanym, natomiast SPF określa wartość rzeczywistą, określoną dla konkretnej pompy ciepła, w określonym budynku w określonych warunkach pracy.

4.2.3.7. EER - Energy Efficiency Ratio – współczynnik wydajności lub efektywności chłodniczej

Współczynnik wydajności chłodniczej zdefiniowany zgodnie z PN-EN 14511 jako stosunek użytecznej mocy chłodniczej do poboru mocy elektrycznej napędowej:

$$EER = \frac{Q_O}{P}\,[\text{-}] \qquad [4.3]$$

Q_O – użyteczna moc chłodnicza urządzenia [W];
P – moc elektryczna dostarczona do urządzenia [W].

4.2.3.8. SEER - Seasonal Energy Efficiency Rating – sezonowy współczynnik wydajności lub efektywności chłodniczej

Urządzenia w sezonie chłodzenia pracują z pełnym obciążeniem w krótkim czasie, dlatego wprowadzono SEER - sezonowy współczynnik efektywności energetycznej w trybie chłodzenia.

SEER jest to stosunek ilości chłodu wytworzonego w trakcie sezonu do ilości energii elektrycznej zużytej w tym czasie przez wytwornicę chłodu.

4.3. Bilans cieplny i c.w.u.

Podstawą zwymiarowania źródła ciepła jest określenie wymaganego strumienia ciepła, które należy dostarczyć do budynku, aby zapewnić ogrzewanie, wymianę powietrza w budynku, przygotowanie ciepłej wody użytkowej. Projektowe obciążenie cieplne budynku wyznaczane jest dla założonych parametrów wyjściowych, którymi są przede wszystkim:

- projektowa (obliczeniowa) temperatura powietrza zewnętrznego „t_e" wyznaczana na podstawie normy PN-B-02403:1982 [4.10];
- projektowe (obliczeniowe) temperatury powietrza wewnętrznego „t_i", które są określone w tabeli przywołanej w § 134.2 Warunków Technicznych [1.1];
- strumienie powietrza wentylacyjnego, określone dla budynków mieszkalnych, zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej w normie PN-B-03430:1983 + Az3:2000 [4.11];
- rodzaj przeznaczenia budynku, jego architektura, izolacyjność termiczna, założony sposób ogrzewania oraz wentylacji;
- charakter poboru ciepłej wody użytkowej, który zależy głównie od charakterystyki użytkowania i przeznaczenia budynku.

Moc źródła ($Q_{ŹC}$) ciepła można zapisać jako sumę projektowego zapotrzebowania na cele ogrzewania i wentylacji ($Q_{c.o.}$) przygotowania ciepłej wody użytkowej ($Q_{c.w.u.}$). W bardziej rozbudowanych obiektach może pojawić się dodatkowe zapotrzebowanie na ciepło – ciepło technologiczne, na przykład związane z ogrzewaniem wody basenowej ($Q_{c.t.}$). Można zapisać:

$$Q_{ŹC} = Q_{c.o.} + Q_{c.w.u.} + Q_{c.t.}\ [W] \qquad [4.4]$$

4.3.1. Projektowa strata ciepła na potrzeby ogrzewania ($Q_{c.o.}$)

Metodykę wymiarowania $Q_{c.o.}$ przedstawia norma PN-EN 12831, która uwzględnia straty ciepła przez przenikanie, infiltrację, wentylację (naturalną, mechaniczną nawiewno – wywiewną lub wywiewną).

W materiałach technicznych (również firmy Brötje [4.13] – tabela poniżej) podawane są szacunkowe metody z podaniem obciążenia cieplnego w odniesieniu do powierzchni mieszkalnej A [m^2]. Dane te jednak należy stosować z ograniczonym zaufaniem (parametry wskaźnikowe):

Typ budynku	**Obciążenie cieplne**
Dom niskoenergetyczny:	30 – 35 W/m^2
Nowy budynek wybudowany zgodnie z obecnie obowiązującymi przepisami i normami:	45 – 55 W/m^2
Dom mieszkalny (stare budownictwo, izolowany):	80 W/m^2
Dom mieszkalny (stare budownictwo, bez izolacji):	100 – 120 W/m^2

4.3.2. Projektowe zapotrzebowanie na ciepło na przygotowanie ciepłej wody użytkowej ($Q_{c.w.u.}$)

Przygotowaniu c.w.u. poświęcony jest rozdział 3.12. trzeciej części poradnika. W wymiarowaniu urządzeń do przygotowania c.w.u. można wykorzystać ogólnodostępne wytyczne.

Do wyznaczenia zapotrzebowania na ciepło w budynkach mieszkalnych najczęściej wykorzystuje się wytyczne z normy niemieckiej DIN 4708 część 2. Alternatywną wytyczną przedstawia norma PN-EN 15450:2007 „Instalacje ogrzewcze w budynkach - Projektowanie instalacji centralnego ogrzewania z pompami ciepła".

Procedurę wyznaczenia zapotrzebowania na ciepło, na podstawie normy PN-EN 15450:2007 przedstawia opracowanie „Poradnik do przygotowania ciepłej wody", opracowany przez BWP i wydany PORT PC, który jest dostępny na stronie:

www.portpc.pl/pdf/5kongres/COR3__2016_10_Leitfaden_Warmwasser_PL_w6.pdf



Na podstawie poradnika [4.14] można przyjąć w przybliżeniu zapotrzebowanie dzienne na przygotowanie c.w.u. dla budynku mieszkalnego około 1,45 kWh na jedną osobę, przy założeniu zużycia 25 dm^3/osobę wody o temperaturze 60°C.

Poradnik [4.15] w punkcie 9.5.2 zaleca zwiększenie tego zapotrzebowania do wartości (1,45 ÷ 2,32) kWh/osobę, przy założeniu zużycia (25 ÷ 40) litrów wody o temperaturze +60°C na osobę na dobę.

4.3.3. Projektowe zapotrzebowanie na ciepło technologiczne ($Q_{c.t.}$)

W budynkach, również mieszkalnych, mogą pojawić się dodatkowe odbiorniki ciepła. Dobrym przykładem są baseny odkryte i kryte. To zapotrzebowanie na ciepło również należy uwzględnić w bilansie cieplnym, niemniej zwracając uwagę na okres wystąpienia tego zapotrzebowania. Materiały informacyjne firmy Brötje [4.13] podają w tym zakresie następujące wytyczne:

Szacunkowe obciążenie cieplne dla basenu odkrytego:

	Temperatura wody w niecce basenowej		
	20°C	**24°C**	**28°C**
Z pokrywą	100 W/m^2	150 W/m^2	200 W/m^2
Bez pokrywy, normalne warunki	300 W/m^2	500 W/m^2	700 W/m^2
Bez pokrywy, w warunkach silnego wiatru	450 W/m^2	800 W/m^2	1000 W/m^2

Przy czym obciążenie cieplne zależy w dużym stopniu od warunków klimatycznych, wpływu wiatru na basen, sposobu wykorzystania basenu oraz od tego, czy jest on przykrywany w okresach przerw w użytkowaniu.

Szacunkowe obciążenie cieplne dla basenu krytego:

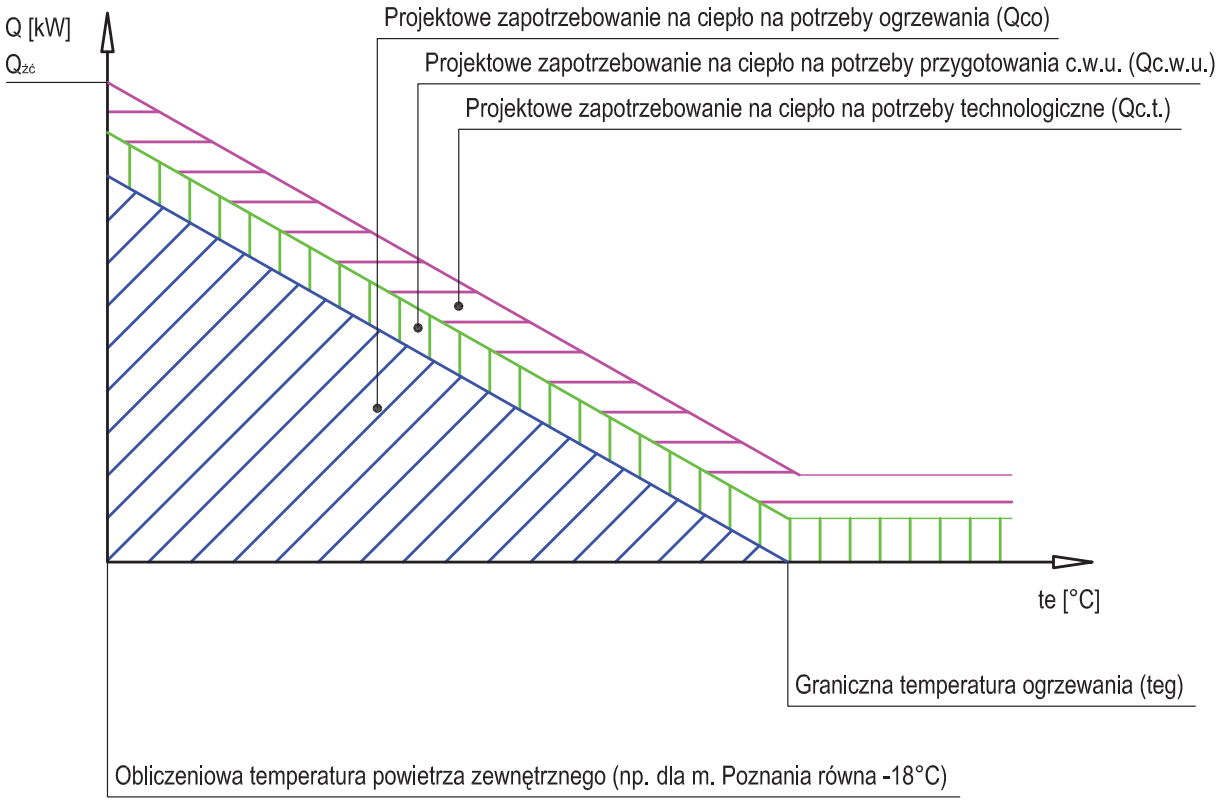
Podgrzewanie wody w basenie zależy od temperatury wody w basenie i różnicy w stosunku do temperatury w pomieszczeniu. **Obciążenie cieplne na potrzeby podgrzewania wody w basenie należy obliczyć osobno.** Dla szacunkowego ustalenia obciążenia cieplnego można posłużyć się poniższą tabelą.

Temperatura w pomieszczeniu	**Temperatura wody w niecce basenowej**		
	20°C	**24°C**	**28°C**
23°C	90 W/m^2	165 W/m^2	265 W/m^2
25°C	65 W/m^2	140 W/m^2	240 W/m^2
28°C	20 W/m^2	100 W/m^2	195 W/m^2

W przypadku basenów z przykryciem, wykorzystywanych dziennie przez maks. 2h, podane wartości mogą być mniejsze nawet o 50%. Do pierwszego podgrzania wody w basenie potrzeba około 12 kWh/m^3 jego pojemności. W związku z tym podgrzewanie wody może trwać nawet dłużej niż 3 dni. Pierwszy raz woda w basenie nie powinna być podgrzewana w okresie grzewczym.

4.3.4. Całkowite projektowe zapotrzebowanie na ciepło

Całkowite projektowe zapotrzebowanie na ciepło jest sumą poszczególnych zapotrzebowań i stanowi wartość, którą musi zapewnić źródło ciepła. Niemniej zapotrzebowanie na ciepło jest zależne od temperatury powietrza zewnętrznego i zależność tą można przedstawić za pomocą wykresu:



Temperatura t_{eg} jest wartością graniczną stosowania ogrzewania. To wartość, dla której straty ciepła zrównują się z wewnętrznymi zyskami ciepła (ludzie, wyposażenie, oświetlenie). W opracowaniu [4.15] przyjęto teg = +15°C.

4.4. Dobór pompy ciepła jako źródło ciepła

4.4.1. Strefy klimatyczne w Polsce i temperatury obliczeniowe powietrza zewnętrznego

Właściwy dobór pompy ciepła (szczególnie typu powietrze/woda) wymaga zrozumienia charakteru występowania i zmienności temperatury zewnętrznej w okresie zimowym.

Źródła ciepła dla budynków wymiarowane są na moc grzewczą, przy której wyznaczaniu **obligatoryjnie** należy przyjmować projektowe temperatury zewnętrzne, które z kolei są określone dla pięciu stref klimatycznych okresu zimowego, zgodnie z normą PN-B-02403:1982 [4.10].

Wartości obliczeniowe (projektowe) temperatury powietrza zewnętrznego wynoszą, zgodnie z [4.10]:

Strefa klimatyczna	**I**	**II**	**III**	**IV**	**V**
Temperatura obliczeniowa powietrza na zewnątrz budynków, w °C	-16	-18	-20	-22	-24

Strefy klimatyczne podzielone są w następujący sposób:



Rys. 4.5. Podział Polski na strefy klimatyczne [4.24]

Wartości te określone zostały na podstawie wartości temperatur zewnętrznych występujących przed rokiem opublikowania normy (1982 r.). **Dzisiaj można uznać, że dane te są nieaktualne, a temperatury powietrza zewnętrznego w okresie zimowym są znacząco wyższe[1].**

[1] *Badania nad określeniem aktualnych obliczeniowych (projektowych) temperatur zewnętrznych dla Polski realizuje dr inż. Piotr Narowski (Politechnika Warszawska). W swoich opracowaniach przedstawia wyniki badań i wskazuje zmiany temperatur obliczeniowych oraz propozycję zmian obszarów stref klimatycznych (dane można pobrać ze strony: https://fizyka-budowli.pl/).*

Warto podać parę przykładów w oparciu o [4.16]:

- Łeba, I strefa, zmiana z -16°C na -11,2°C, różnica **30%**
- Zielona Góra, II strefa, zmiana z -18°C na -12,5°C, różnica **31%**
- Łódź, III strefa, zmiana z -20°C na -14,5°C, różnica **28%**
- Warszawa, III strefa, zmiana z -20°C na -15,2°C, różnica **24%**
- Siedlce, IV strefa, zmiana z -22°C na -17,2°C, różnica **22%**
- Zakopane, V strefa, zmiana z -24°C na -16,6°C, różnica **31%**
- Suwałki, V strefa, zmiana z -24°C na -18,8°C, różnica **22%**

Projekty prowadzone przez dr inż. P. Nurowskiego mają spore poparcie środowiska inżynierskiego i należy liczyć, że na ich podstawie nastąpi aktualizacja wartości projektowych temperatur zewnętrznych.

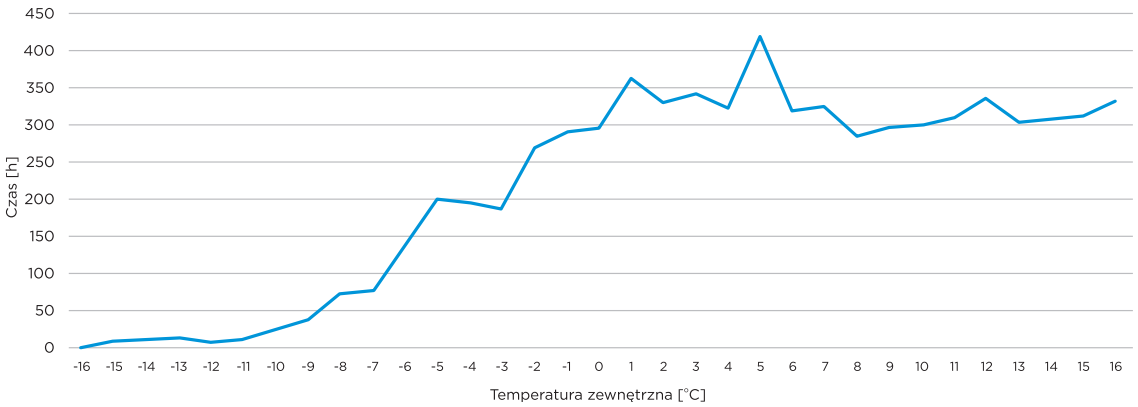
W Polsce źródła ciepła dobierane są na podstawie obliczeń projektowanego zapotrzebowania na ciepło, których podstawą są projektowe (obliczeniowe) temperatury zewnętrzne. Prawdopodobieństwo wystąpienia wartości tych temperatur, w dłuższym czasie, praktycznie jest znikome. **W konsekwencji źródła ciepła, a także instalacje grzewcze, są przewymiarowane, a więc droższe inwestycyjnie.**

4.4.2. Czas występowania temperatur zewnętrznych w sezonie grzewczym

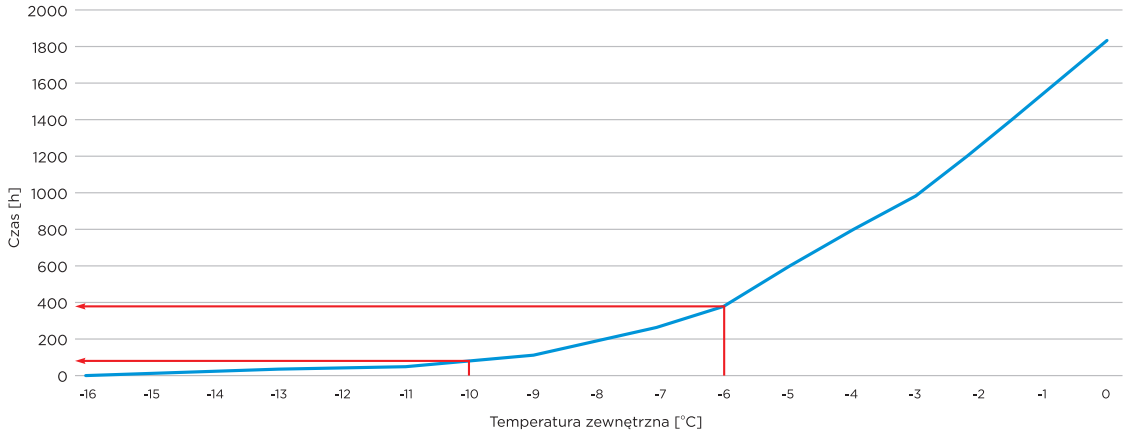
Drugą kwestią jest częstotliwość występowania temperatur zewnętrznych w poszczególnych miejscowościach w okresie zimowym. Tu można posłużyć się danymi typowych lat meteorologicznych, które podaje Ministerstwo Inwestycji i Rozwoju na swojej stronie internetowej [4.17].

Przykładowo, dla miasta Poznania [4.17]:

Ilość godzin w roku występowania temperatury zewnętrznej w sezonie grzewczym
t_e < + 16°C dla miasta Poznania



Suma godzin występowania temperatur zewnętrznych ≤ od wartości wskazanej
- dane dla miasta Poznania



Łączna ilość godzin w roku statystycznym (typowym) wystąpienia temperatury zewnętrznej:

- $t_e \leq (-10)°C$ wynosi 71
- $t_e \leq (-6)°C$ wynosi 394

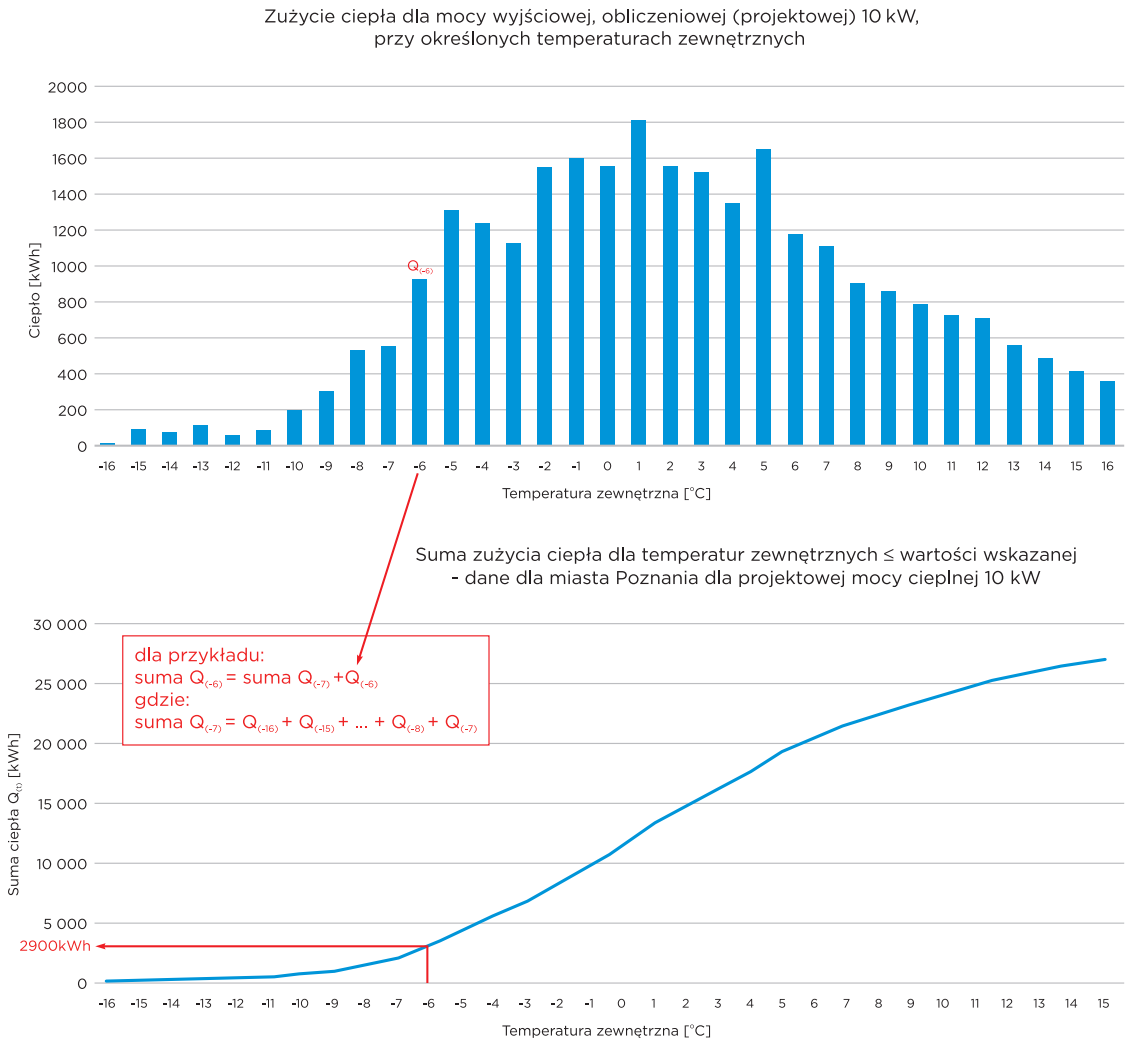
Należy zwrócić uwagę, iż najniższa temperatura zewnętrzna w roku meteorologicznym typowym dla Poznania wynosi t_{emin} = -16°C i pojawia się przez czas 1 godziny/rok. Czas występowania t_e = -15°C to statystycznie 9 godzin/rok.
Przyjmując na podstawie powyższych danych, iż czas ogrzewania budynków w Poznaniu ($t_e \leq +15°C$) wynosi prawie 6.700 godzin /rok, to występowanie temperatur $t_e \leq -6°C$ (394 h) stanowi niecałe 6% całego okresu grzewczego.

4.4.3. Zużycie ciepła w zależności od czasu występowania temperatur zewnętrznych

Trzecią kwestią jest zależność zużycia ciepła od długości okresów z poszczególnymi temperaturami zewnętrznymi. Na poniższych wykresach przedstawiono zużycie ciepła przy poszczególnych temperaturach zewnętrznych oraz sumę ciepła, jaka jest zużywana przez czas trwania temperatury równej lub niższej aniżeli wskazana na wykresie. Na potrzeby analiz przyjęto budynek o obliczeniowym zapotrzebowaniu cieplnym równym 10 kW dla II strefy klimatycznej (t_e = -18°C).

Przykładowo – zużycie ciepła w czasie występowania temperatur niższych aniżeli $t_e \leq (-6)°C$, dla przyjętych powyżej założeń, wynosi 2.900 kWh. W ciągu całego typowego roku zużycie ciepła wyniesie 26.900 kWh. Zatem konsumpcja ciepła budynku w okresach $t_e \leq (-6)°C$ stanowi 10,7%.

Zapotrzebowanie ciepła w okresach o $t_e \leq (-9)°C$ wynosi 900 kWh, co stanowi zaledwie 3,3%.



Zapotrzebowanie na moc cieplną budynku przy ujemnych temperaturach zewnętrznych jest tym większe, im niższa jest temperatura zewnętrzna. Niemniej niskie temperatury zewnętrzne występują w krótkich przedziałach czasowych w całym sezonie grzewczym, zatem zużycie ciepła w tych okresach stanowi zaledwie kilka procent w całym, rocznym zużyciu ciepła.

4.4.4. Charakterystyka pomp ciepła typu powietrze/woda

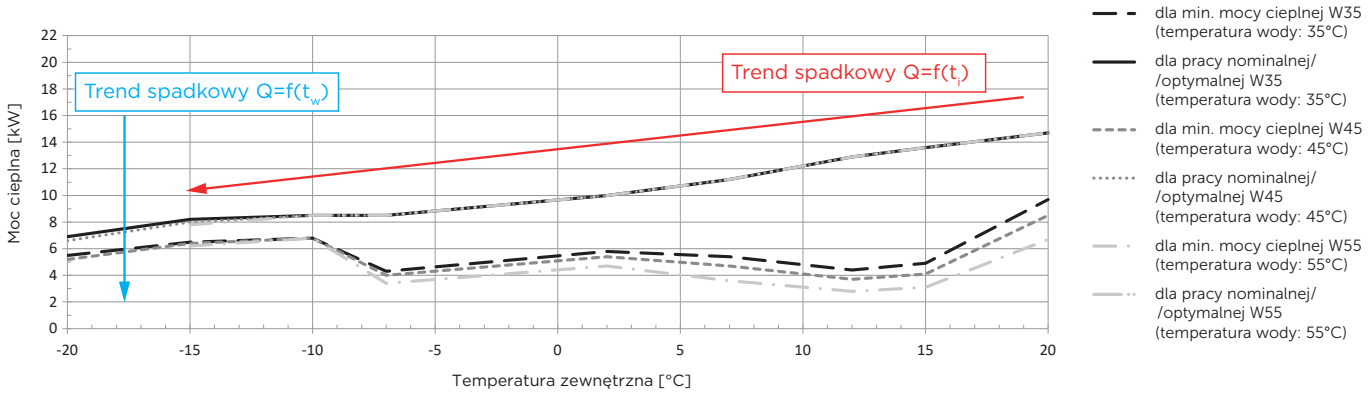
4.4.4.1. Efektywność pomp ciepła

Efektywność pompy ciepła oraz jej moc zależą od:

- wartości temperatury dolnego źródła ciepła; powietrze zewnętrzne jako źródło dolne jest zmienne, a jego wartość energetyczna maleje wraz ze spadkiem temperatury,
- wartości temperatury górnego źródła ciepła (w przypadku pompy ciepła powietrze/woda jest to czynnik grzewczy) - im niższa wartość tego źródła, tym wyższa efektywność i moc pompy ciepła.

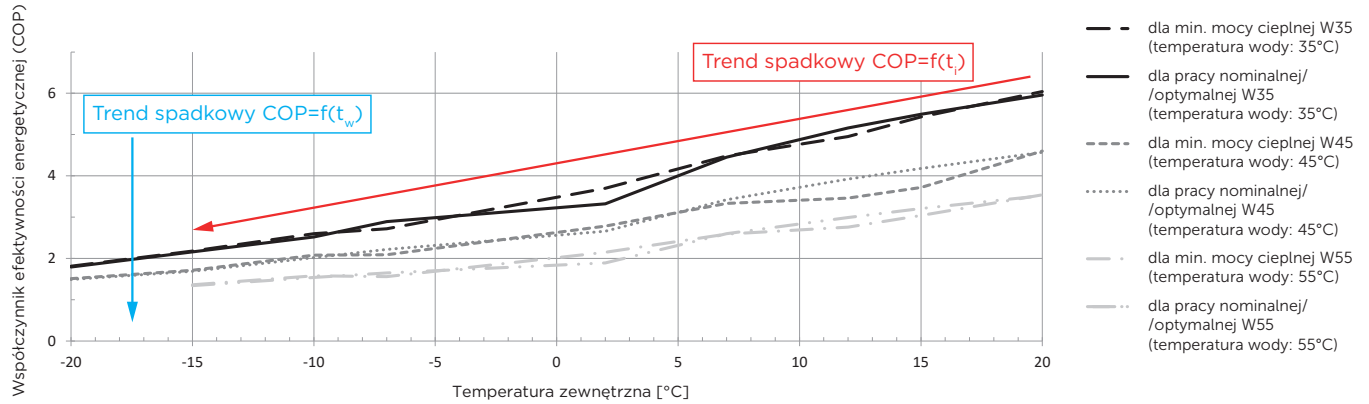
Charakter pracy dobrze obrazują poniższe wykresy przedstawiające:

- zależność mocy cieplnej jednostki zewnętrznej o nominalnej mocy 11 kW w zależności od wartości temperatury zewnętrznej i temperatury wody:



Wykres 4.3. Moc cieplna pompy ciepła BLW Split 11 C [4.13]

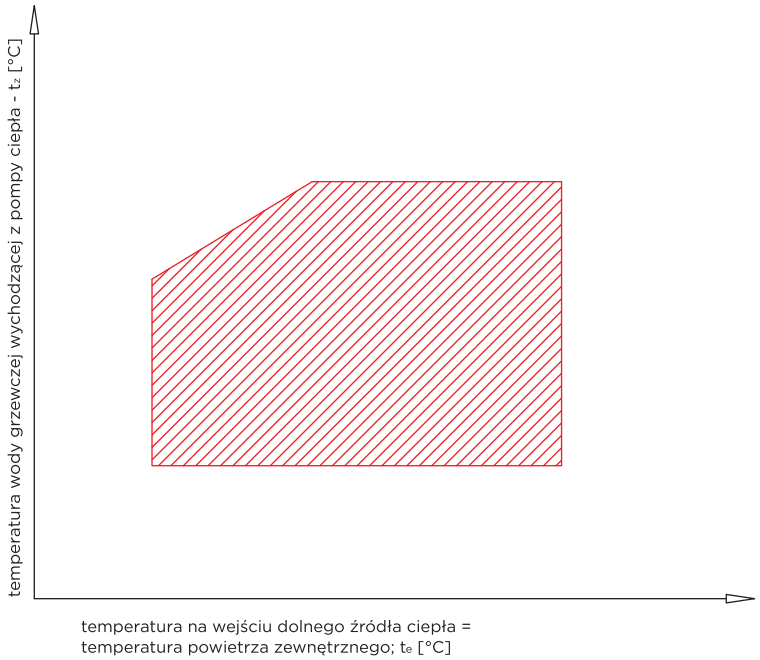
- zależność współczynnika efektywności energetycznej jednostki zewnętrznej o nominalnej mocy 11 kW w zależności od wartości temperatury zewnętrznej i temperatury wody:



Wykres 4.4. Współczynnik COP pompy ciepła BLW Split 11 C [4.13]

4.4.4.2. Koperta pracy pompy ciepła powietrze/woda

Koperta pracy to wykres określający zakres temperaturowy pompy ciepła w funkcji temperatury wejściowej dolnego źródła ciepła. W przypadku pomp ciepła powietrze/woda wartość dolnego źródła ciepła równa jest temperaturze powietrza zewnętrznego. Zazwyczaj pole pracy pompy ciepła przyjmuje poniższy kształt:



Rys. 4.6. Koperta pracy pompy ciepła typu powietrze/woda

Na etapie doboru pompy ciepła należy sprawdzić jakie są możliwe zakresy jej pracy oraz jaki można uzyskać parametr temperaturowy wody grzewczej w zależności od temperatury powietrza zewnętrznego.

Należy zwrócić uwagę, iż pompy ciepła są niskoparametrowymi źródłami ciepła i im niższa wartość temperatury czynnika grzewczego, tym wyższa efektywność pompy ciepła.

Firma Brötje w materiałach technicznych [4.13] zwraca uwagę, iż *temperatura zasilania niższa o 1K → efektywność energetyczna większa o 2,5%*. Zatem wymiarując instalację na możliwie niską temperaturę czynnika grzewczego, można znacząco podnieść jakość pracy pompy ciepła oraz podwyższyć ekonomię jej pracy.

4.4.5. Powietrzna pompa ciepła jako źródło ciepła budynku

4.4.5.1. Punkt biwalentny, punkt wyłączenia i udział mocy

Dobierając pompę ciepła powietrze/woda, określa się przede wszystkim tzw. **punkt biwalentny**, czyli punkt przecięcia się charakterystyki mocy pompy ciepła z charakterystyką obciążenia cieplnego budynku. Temperatura powietrza zewnętrznego, dla której określony został punkt przecięcia, nazywana jest **temperaturą biwalentną (T_{biv})**. Do czasu jej wystąpienia w sezonie grzewczym, pompa ciepła ma wystarczającą moc do pokrycia zapotrzebowania na ciepło budynku, bez wspomagania się żadnym innym źródłem ciepła (źródłem szczytowym). Jej wyznaczenie opiera się na analizie następujących informacji:

- strefy klimatycznej i obliczeniowej temperatury powietrza zewnętrznego dla rozpatrywanej miejscowości;
- parametrów temperaturowych pracy instalacji c.o.;
- krzywej mocy grzewczej pompy ciepła;
- krzywej zapotrzebowania na ciepło budynku.

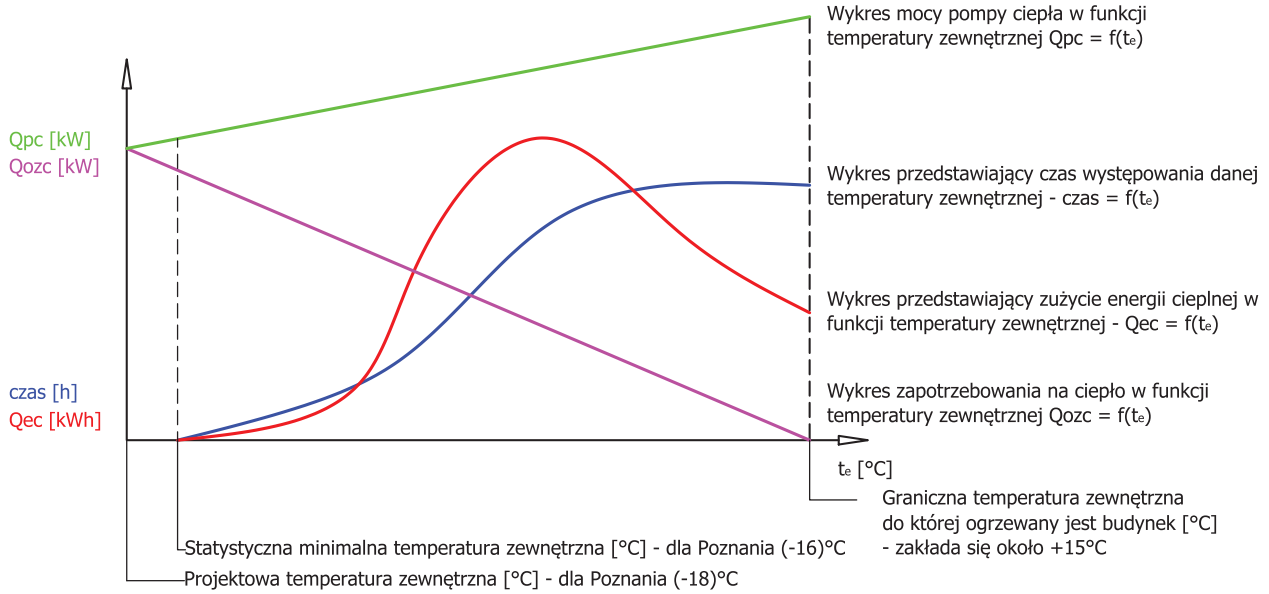
Punkt wyłączenia jest to punkt charakterystyki pracy pompy ciepła, w którym urządzenie osiąga swoją granicę zastosowania i wyłącza się. Po jego przekroczeniu, funkcję pokrycia obciążenia cieplnego budynku całkowicie przejmuje szczytowe źródło ciepła. Punkt

wyłączenia jest charakterystyczny dla alternatywnego i częściowo-równoległego sposobu pracy pompy ciepła, które zostały przedstawione w punkcie 4.4.5.2.

Udział mocy to stosunek mocy grzewczej pompy ciepła w temperaturze projektowej do projektowego obciążenia cieplnego budynku.

4.4.5.2. Sposoby pracy pompy ciepła

a) układ monowalentny



Rys. 4.7. Charakterystyka pracy układu monowalentnego pompy ciepła typu powietrze/woda

W układzie monowalentnym pompa ciepła jest jedynym źródłem ciepła dla budynku. Przy takim rozwiązaniu pompa ciepła musi zapewnić pokrycie szczytowego obciążenia budynku, a w konsekwencji:

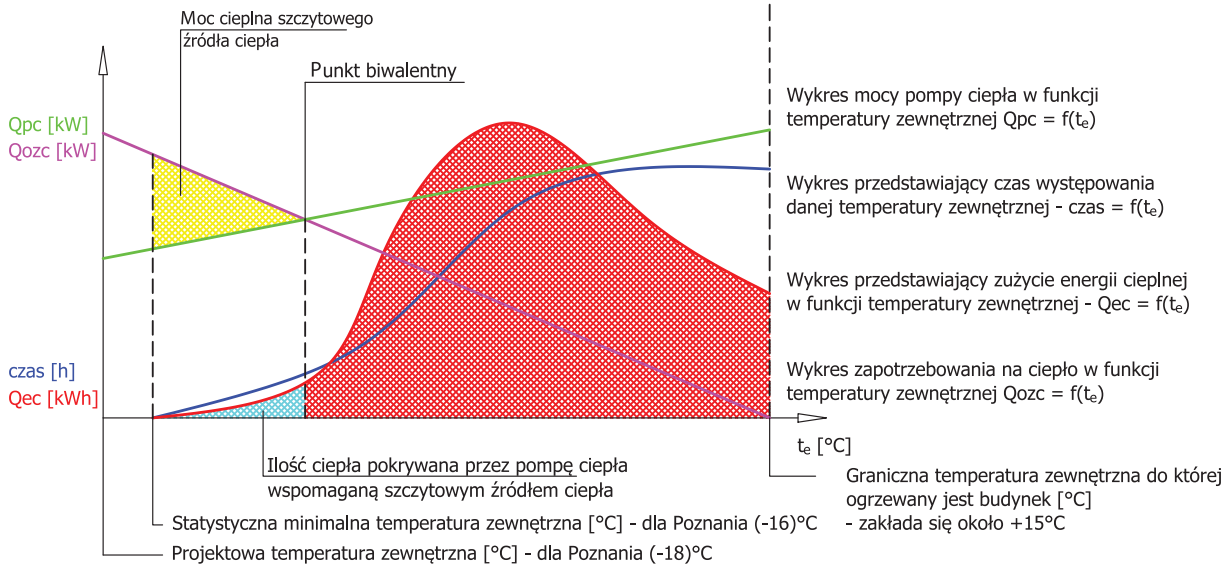
1. Moc pompy ciepła wymiarowana jest na warunki projektowe (obliczeniowe), które praktycznie już nie występują – dla przykładu – w Poznaniu układ jest wymiarowany na występowanie temperatury zewnętrznej (-18)°C, a w statystycznym roku najniższą temperaturą występującą jest (-16)°C.
2. Pompa ciepła przez cały czas użytkowania pracuje z wydajnością grzewczą niższą aniżeli jej moc nominalna, co jest niekorzystne dla urządzenia oraz całego układu (pompy ciepła, układu hydraulicznego, jakości sterowania).

W rezultacie:

1. Układ jest przewymiarowany, a zatem droższy inwestycyjnie.
2. Przez cały czas użytkowania pracuje poniżej swoich nominalnych możliwości, co nie wpływa korzystnie na jego eksploatację i koszty użytkowania.

Takiego rozwiązania nie zaleca się stosować.

b) układ biwalentny równoległy



Rys. 4.8. Charakterystyka pracy układu biwalentnego równoległego pompy ciepła typu powietrze/woda
W układzie biwalentnym równoległym pompa ciepła zapewnia pokrycie zapotrzebowania na ciepło powyżej punktu biwalentnego. Poniżej tego punktu pompa ciepła pracuje, ale równolegle jest wspierana poprzez załączone, drugie źródło ciepła.

Układ biwalentny ma zalety w postaci:

1. Pompa ciepła nie jest dobierana na zapotrzebowanie na ciepło przy skrajnie niskich, rzadko występujących okresach, a więc nie jest przewymiarowana inwestycyjnie oraz eksploatacyjnie;
2. Ilość ciepła produkowana przez źródło szczytowe stanowi parę procent całkowitej produkcji i zużycia ciepła. Na błękitno zaznaczony jest okres jednoczesnej pracy pompy ciepła i źródła szczytowego. Na czerwono ilość ciepła [kWh] produkowana przez pompę ciepła w okresie jej samodzielnej pracy.

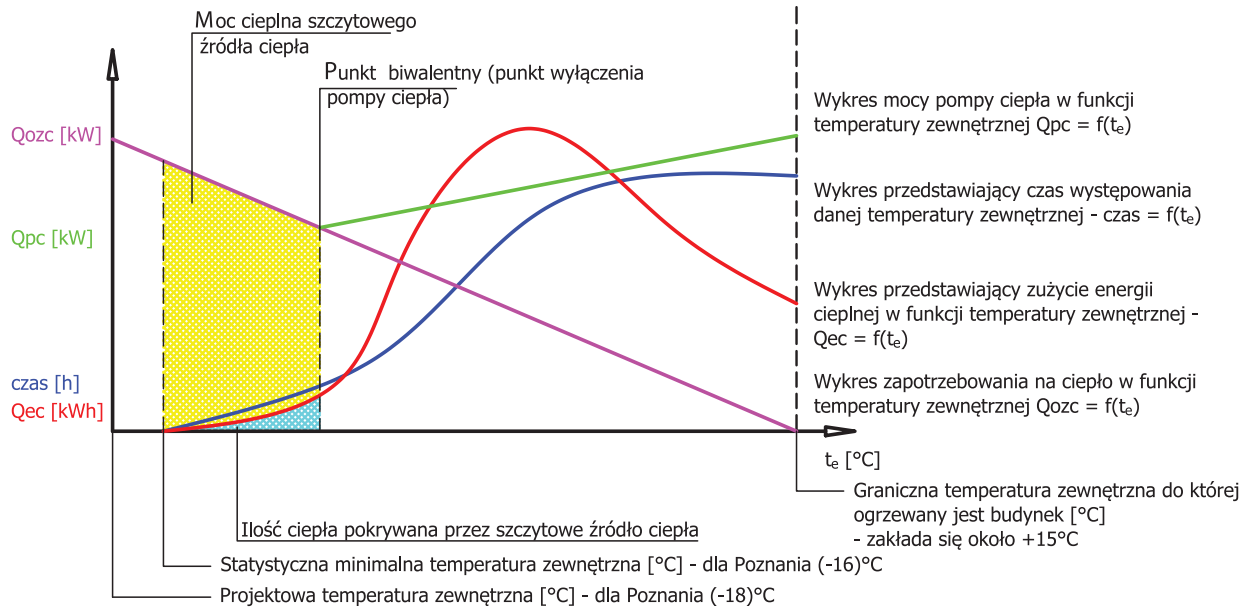
Wybór punktu biwalentnego (temperatury zewnętrznej, przy której konieczne jest załączenie dodatkowego źródła ciepła) jest wartością wypadkową charakterystyki zapotrzebowania na ciepło budynku i charakterystyki pompy ciepła.

Takie rozwiązanie jest powszechnie stosowane w układach niskotemperaturowych i w budynkach o niskim zapotrzebowaniu na ciepło (np. domy jednorodzinne).

c) układ biwalentny alternatywny i częściowo-równoległy

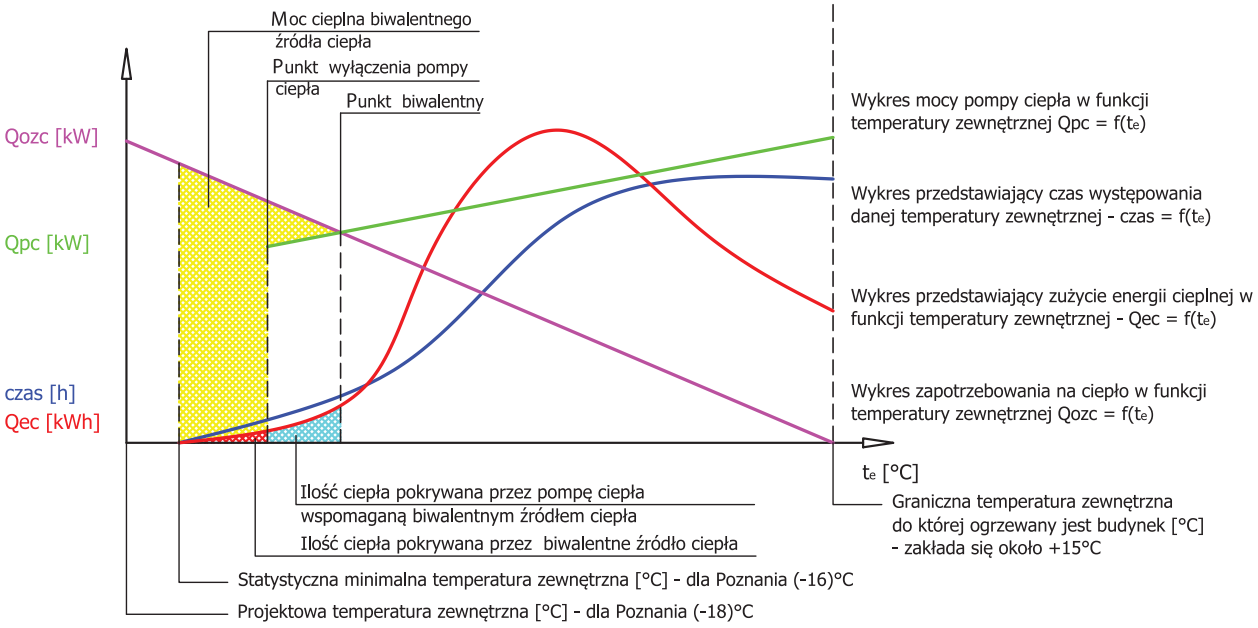
W obu przypadkach powietrzna pompa ciepła pracuje w okresach występowania temperatury zewnętrznej równej lub wyższej aniżeli punktu wyłączenia pompy ciepła (do osiągnięcia granicy zastosowania).

W przypadku układu alternatywnego pompa ciepła i drugie źródło ciepła nigdy nie pracują równocześnie. Pompa ciepła pracuje do punktu przecięcia się charakterystyki mocy pompy ciepła z charakterystyką obciążenia cieplnego budynku. W tym układzie punkt wyłączenia i punkt biwalentny są tożsame. Poniżej tego punktu zapotrzebowanie na ciepło jest pokrywane wyłącznie przez drugie źródło ciepła (np. kocioł gazowy, olejowy, stałopalny). Praca układu została przedstawiona na rysunku 4.9.



Rys. 4.9. Charakterystyka pracy układu biwalentnego alternatywnego pompy ciepła typu powietrze/woda

W układzie częściowo-równoległym (nazywanym mieszanym) oba źródła ciepła pracują równocześnie do temperatury punktu biwalentnego. Poniżej temperatury zewnętrznej, aniżeli punkt wyłączenia pompy ciepła, zapotrzebowanie na ciepło jest w 100% pokrywane przez drugie źródło ciepła. Taki układ został przedstawiony na rysunku 4.10.



Rys. 4.10. Charakterystyka pracy układu biwalentnego częściowo-równoległego pompy ciepła typu powietrze/woda

Takie rozwiązania mają zastosowanie w przypadku instalacji wysokotemperaturowych, w których temperatury zasilania i powrotu z instalacji c.o. przekraczają zakres pracy sprężarki pompy ciepła. W przypadku tych układów szczególną uwagę należy zwrócić na ochronę pompy ciepła przed zbyt wysoką temperaturą powrotu z instalacji, która może doprowadzić do awarii urządzenia.

4.5. Gruntowe pompy ciepła

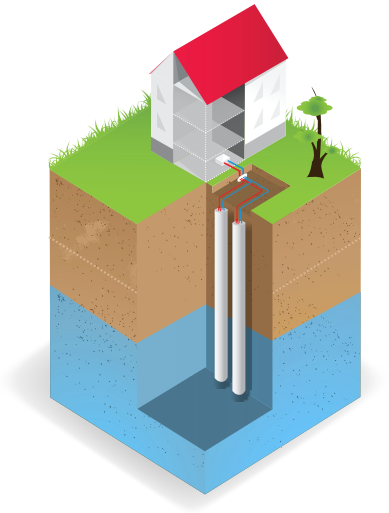
4.5.1. Rodzaje źródeł geotermalnych

Grunt jest bardzo dobrym i chętnie wykorzystywanym dolnym źródła ciepła. Zalety tego źródła zostały opisane w dalszej części rozdziału.

Pobór energii geotermalnej zależy od konstrukcji wymiennika ciepła i może być realizowany co najmniej w poniższych wariantach. Zwyczajowo gruntowe wymienniki ciepła oznacza się jako GWC.

4.5.2. Pionowe gruntowe wymienniki ciepła

Najczęściej wykonywany wymiennik gruntowy, charakteryzujący się wykonaniem pionowych odwiertów i wprowadzeniem w nie systemu zamkniętych sond wypełnionych czynnikiem niezamarzającym (mieszanina wody z glikolem lub solanką – dalej dla uproszczenia czynnik określany będzie słowem „**glikol**"), którego przepływ wymusza pompa obiegowa. Ilość odwiertów zależna jest od wymaganej mocy dolnego źródła ciepła, rodzaju warunków gruntowych, obecności wód gruntowych oraz długości (głębokości) wymiennika. Przy wykonaniu przynajmniej dwóch odwiertów należy pamiętać o zachowaniu minimalnej odległości pomiędzy nimi, ze względu na wychłodzenie gruntu w bezpośrednim sąsiedztwie sond. Orientacyjnie można przyjąć, iż jednostkowa wydajność pionowego GWC wynosi 25 ÷ 80 W/m [4.18].

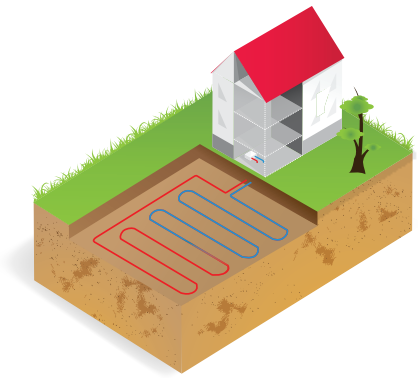


Rys. 4.11. Pionowy gruntowy wymiennik ciepła [4.18]

4.5.3. Poziome gruntowe wymienniki ciepła

Poziomy gruntowy wymiennik ciepła wykorzystuje ciepło magazynowane bezpośrednio poniżej strefy przemarzania, a zatem na głębokości około 1,2 ÷ 1,5 m poniżej poziomu terenu. Zdolność pozyskiwania ciepła tego typu wymiennika jest niższa aniżeli wymiennika pionowego i orientacyjnie jednostkowy strumień ciepła wynosi 8 ÷ 40 W/m^2 [4.18]. Zdolność magazynowania ciepła i przekazania poziomo prowadzonej zamkniętej, pompowej instalacji wodnej (glikol) jest pochodną rodzaju gruntu i jego zdolności przepuszczania wód opadowych i roztopowych. Ten rodzaj pozyskiwania ciepła wymaga znacznych powierzchni terenu, przede wszystkim zielonego i przepuszczalnego wodę. To stanowi mocne ograniczenie w wykorzystaniu tego źródła ciepła.

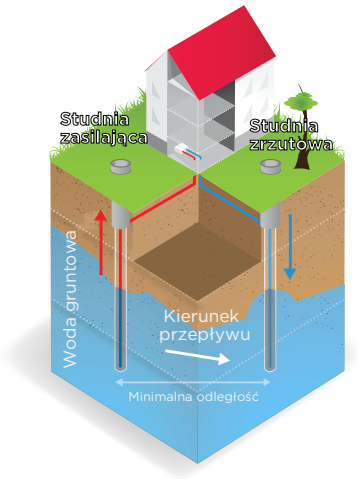
Ze względu na marginalne wykorzystanie poziomych GWC jako dolnego źródła ciepła, temat nie jest rozwijany w niniejszym poradniku.



Rys. 4.12. Poziomy gruntowy wymiennik ciepła [4.18]

4.5.4. Wodne gruntowe wymienniki ciepła

Wodny gruntowy wymiennik ciepła jest układem otwartym, który pobiera wodę gruntową, odbiera od niej ciepło (schładza ją) i ponownie wprowadza do gruntu. Wymagane są zatem dwie studnie – jedna do poboru wody, a druga do oddania jej do gruntu. Stosowanie tego źródła wymaga bardzo dobrego rozeznania gruntowego i hydrologicznego i związane jest z realizacją szeregu procesów administracyjnych (pozwolenie wodnoprawne). Duże znaczenie ma również jakość wody.
Można założyć, iż do uzyskania 1 kW mocy cieplnej należy zapewnić przepływ wody o strumieniu około 0,25 m^3/h [4.18].
Charakter wody gruntowej jako źródła ciepła może się zmieniać, zatem wymaga monitorowania.
Ze względu na marginalne wykorzystanie wód gruntowych jako dolnego źródła ciepła, temat nie jest rozwijany w niniejszym poradniku.

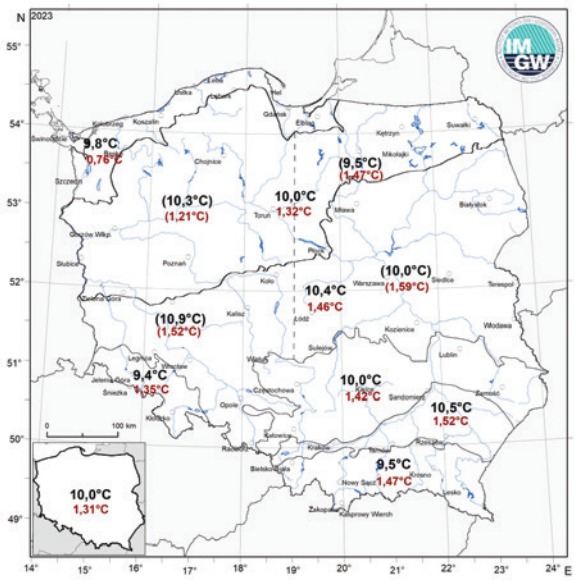


Rys. 4.13. Wodny gruntowy wymiennik ciepła [4.18]

4.5.5. Charakterystyka gruntu jako dolnego źródła ciepła

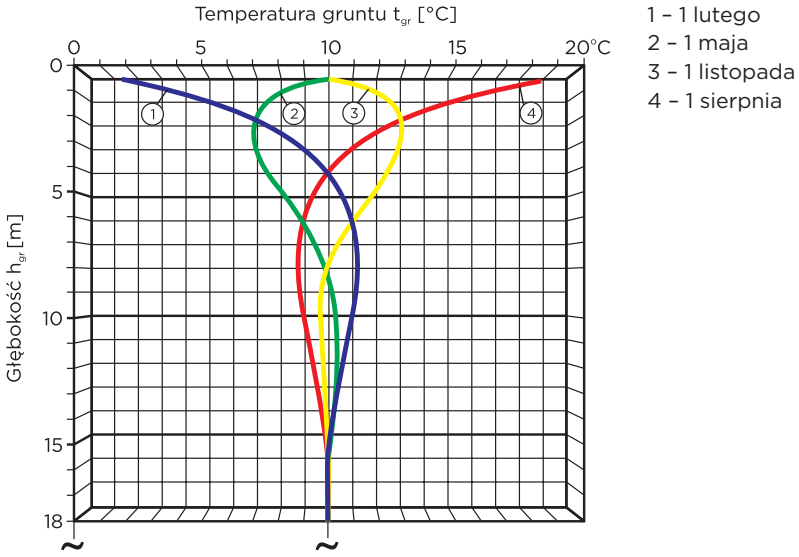
4.5.5.1. Temperatura

Grunt charakteryzuje się ogólną dostępnością oraz wyższą i bardziej stabilną temperaturą od temperatury powietrza atmosferycznego. Na głębokości od 15 do 20 m (warstwa neutralna) temperatura gruntu jest zbliżona do średniej rocznej temperatury powietrza zewnętrznego i wynosi około +(7 ÷ 9)°C (w warunkach polskich). Zgodnie z danymi Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej w roku 2023 średnia obszarowa temperatura powietrza wyniosła 10,0°C i była o 1,3 °C wyższa od średniej rocznej wieloletniej – poniższy rysunek [4.19] przedstawia rozkład średniej rocznej temperatury w poszczególnych regionach Polski w 2023 r. Taką tendencję zwyżkową można również odnieść do temperatury gruntu.



Rys. 4.14. Wartość średniej obszarowej temperatury powietrza (°C) w wyznaczonych regionach w roku 2023 [4.19]

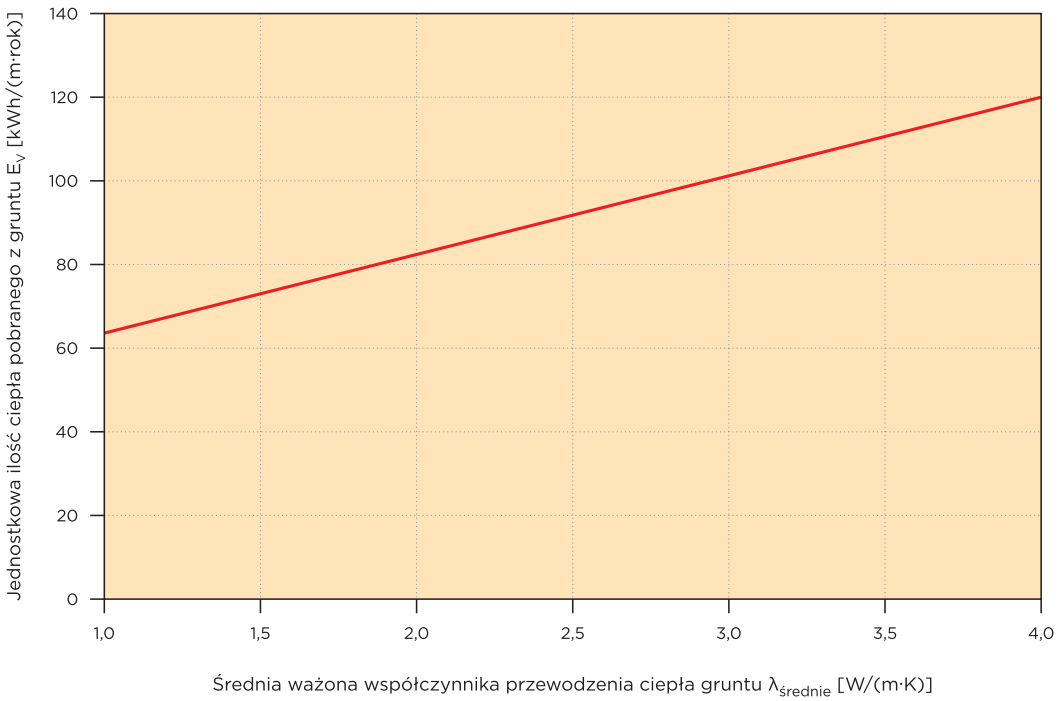
W obszarze warstwy neutralnej gruntu akumulacja ciepła pochodzi w przeważającej części z energii promieniowania słonecznego i przekazywaniu ciepła przez przepływające wody opadowe. Na większych głębokościach rośnie udział energii pochodzącej z ciepła geotermalnego. Przyrost temperatury gruntu na każde 100 m głębokości wynosi ok. +(1,5 ÷ 3)°C w zależności od regionu Polski [4.20]. Poniższy rysunek przedstawia rozkład temperatury w gruncie nieobciążonym cieplnie:



Rys. 4.15. Rozkład temperatury w gruncie nieobciążonym cieplnie [4.9]

4.5.5.2. Wydajność cieplna

Dokładne wyznaczenie jednostkowej wydajności cieplnej gruntu q_{jedn} [W/m] wymaga wykonania badań gruntowych i wodnych. Moc cieplna gruntu oraz intensywność wymiany ciepła zależą bowiem od współczynnika przewodności cieplnej gruntu λ [W/(m·K)], który wyznacza się w zależności od rodzaju gruntu oraz stopnia nasycenia wodą. Oblicza się udział poszczególnych warstw gruntu na całej długości wymiennika i wyznacza średnią ważoną współczynników λ dla danego rozkładu geologicznego warstw gruntu. Znając średnią wartość współczynnika $\lambda_{średnie}$ można skorzystać z wykresu 4.5 [4.20]. Wykres przedstawia zależność ilości ciepła pobranego z gruntu przez pionowy gruntowy wymiennik ciepła (GWC) a średnim współczynnikiem $\lambda_{średnie}$ przy założonym czasie pracy sprężarki pompy ciepła równym **2000 h/rok**.



Wykres 4.5. Zależność maksymalnej rocznej wartości jednostkowej ilości ciepła pobranego z gruntu przez pionowy gruntowy wymiennik ciepła a średnim ważonym współczynnikiem przewodzenia gruntu, przy założonym czasie pracy sprężarki pompy ciepła T = 2000 h/rok [4.20]

Gdy nie jest znany współczynnik przewodzenia gruntu λ, ale znany jest rozkład geologiczny warstw gruntu, wydajność cieplną pionowego GWC można wyznaczyć zgodnie z tabelą zawartą w normie PN-EN 15450:2007 – Instalacje ogrzewcze w budynkach – Projektowanie instalacji centralnego ogrzewania z pompami ciepła.

Współczynnik wydajności cieplnej gruntu, przy założeniu współczynnika **λ = 2,0 W/m·K** wynosi:

- q_{jedn} = 40 W/m – uzysk mocy
- e_{jedn} = 80 kWh/m – uzysk energetyczny

Wartości te odpowiadają rekomendowanemu czasowi pracy sprężarki **2000 h/rok**.

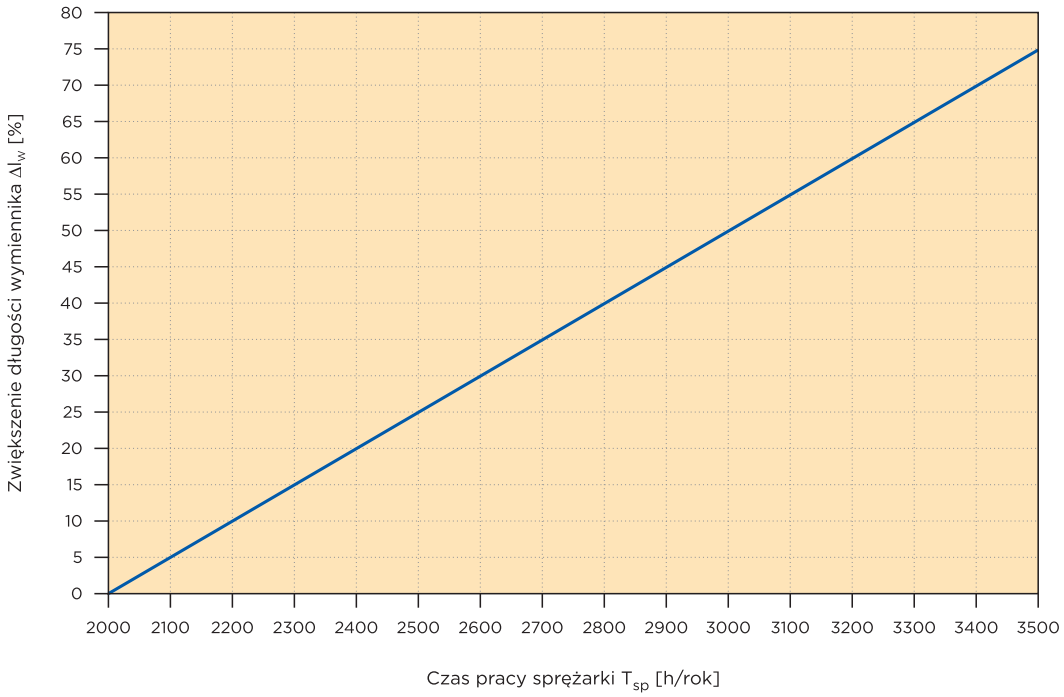
W przypadku pomp ciepła o mocy cieplnej przekraczającej 30 kW, rekomendowane jest wykonanie **testu reakcji termicznej (thermal response test)**. TRT przeprowadza się na gotowym, pilotażowym odwiercie przez kilka dni w kontrolowanych warunkach. Wyniki są wykorzystywane do oceny reakcji termicznej odwiertu, która pozwala wyznaczyć dokładną przewodność cieplną gruntu, temperaturę gruntu i nośnika ciepła (glikolu) oraz jednostkowy efektywny opór cieplny $\mathbf{R_b}$ [K/(W/m)] pionowego GWC.

Wartość jednostkowego efektywnego oporu cieplnego $\mathbf{R_b}$ [K/(W/m)] wpływa na przenikanie ciepła z gruntu do nośnika ciepła (glikolu) lub w przypadku chłodzenia, oddawania ciepła przez glikol do gruntu. Opór cieplny opisuje różnicę temperatury między średnią temperaturą glikolu w GWC (zasilania i powrotu) a średnią temperaturą gruntu przy ścianie otworu wiertniczego na całej jego długości. Na jego wartość składają się opory przejmowania ciepła glikolu, ścian rury wymiennika, wypełnienia (między rurą a górotworem) i sam górotwór.

4.5.5.3. Wpływ czasu pracy sprężarki gruntowej pompy ciepła na wielkość GWC

Wydajność cieplna gruntu zależy również od czasu pracy sprężarki przy pełnym obciążeniu. Przy długotrwałej pracy pompy ciepła z pełnym obciążeniem może dochodzić do znaczącego obniżenia temperatury gruntu w obrębie pionowego GWC, a to z kolei może skutkować:
a) przekroczeniem minimalnej temperatury nośnika ciepła w pompie ciepła (najczęściej (-5)°C – należy tę wartość zweryfikować zgodnie z danymi producenta pompy ciepła) i tym samym wyłączeniem pompy ciepła,
b) obniżeniem temperatury nośnika ciepła w kolejnych sezonach grzewczych z powodu braku odpowiedniej regeneracji gruntu[1],
c) obniżeniem mocy cieplnej uzyskiwanej w układzie pompy ciepła.

Zależność na wykresie 4.5 jest prawdziwa tylko w przypadku, gdy czas pracy sprężarki jest krótszy lub równy 2000 h/rok, ze względu na odpowiednią regenerację gruntu. Gdy czas pracy zostanie przekroczony, należy odpowiednio zwiększyć długość pionowego GWC, zgodnie z zależnością na wykresie 4.6:



Wykres 4.6. Zwiększenie długości pionowego GWC w zależności od czasu pracy sprężarki pompy ciepła [4.20]

Czas pracy sprężarki pompy ciepła z pełnym obciążeniem może być powiększy m.in. z powodów:
- pracy na podgrzanie wody basenowej,
- bardzo dużej ilości ciepłej wody użytkowej,
- pracy pompy ciepła w układzie biwalentym, równoległym; pompa ciepła o mniejszej mocy grzewczej niż obciążenie cieplne budynku w temperaturze projektowej, pracuje większą ilość godzin przy pełnym obciążeniu – w takim przypadku pionowy GWC powinien zostać zaprojektowany zgodnie z obciążeniem cieplnym budynku w temperaturze projektowej, z uwzględnieniem czasu pracy pompy ciepła.

4.5.6. Aspekty prawne

Zgodnie z art. 29 ust. 4 pkt. 3 literą c) ustawy PB [4.21]: *Nie wymaga decyzji o pozwoleniu na budowę oraz zgłoszenia, o którym mowa w art. 30, wykonanie robót budowlanych polegających na instalowaniu pomp ciepła (...) o mocy zainstalowanej elektrycznej nie większej niż 150 kW*[2)]

[1] *Optymalnym sposobem eksploatacji gruntowej pompy ciepła jest wykorzystanie jej również do wspomagania instalacji chłodzenia budynku. W procesie chłodzenia ciepło z budynku przekazywane jest do gruntu, co zwiększa zdolność jego regeneracji przed kolejnym sezonem grzewczym.*
[2] *Warto zwrócić uwagę, iż przepis mówi o zainstalowanej mocy elektrycznej, a nie cieplnej.*

Należy jednak pamiętać, że zgodnie z art. 29 ust. 6 należy uzyskać decyzję o pozwolenie na budowę dla przedsięwzięć wymagających przeprowadzenia oceny oddziaływania na środowisko oraz przedsięwzięć wymagających przeprowadzenia oceny oddziaływania na obszar Natura 2000. Takiej decyzji wymaga również realizacja robót przy obiekcie budowlanym wpisanym do rejestru zabytków (art. 29 ust. 7 pkt. 1). W przypadku wykonywania robót budowlanych na obszarze wpisanym do rejestru zabytków należy dokonać zgłoszenia robót budowlanych. W jednym i drugim przypadku należy uzyskać pozwolenie właściwego wojewódzkiego konserwatora zabytków.

Natomiast rozporządzenie określające wymagania dotyczące szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego [4.22] wskazuje, iż

- **projekt architektoniczno–budowlany musi zawierać:**
  - *[...] analizę technicznych, środowiskowych i ekonomicznych możliwości realizacji wysoce wydajnych systemów alternatywnych zaopatrzenia w energię i ciepło [...]* (§20.1.10);
  - *analizę technicznych i ekonomicznych możliwości wykorzystania urządzeń, które automatycznie regulują temperaturę oddzielnie w poszczególnych pomieszczeniach lub w wyznaczonej strefie ogrzewanej [...]* (§20.1.11);
  - *informacje o zasadniczych elementach wyposażenia budowlano-instalacyjnego, zapewniających użytkowanie obiektu budowlanego zgodnie z przeznaczeniem* (§20.1.12).

- **projekt techniczny musi zawierać:**
  - *rozwiązania niezbędnych elementów wyposażenia budowlano-instalacyjnego, w szczególności instalacji i urządzeń budowlanych: a) ogrzewczych, [...]* (§23.7);
  - *sposób powiązania instalacji i urządzeń budowlanych obiektu budowlanego, o których mowa w pkt. 7, z sieciami zewnętrznymi wraz z punktami pomiarowymi, założeniami przyjętymi do obliczeń instalacji oraz podstawowe wyniki tych obliczeń, z doborem rodzaju i wielkości urządzeń, przy czym należy przedstawić:*

    a) dla instalacji ogrzewczych, wentylacyjnych, klimatyzacyjnych lub chłodniczych – założone parametry klimatu wewnętrznego na podstawie przepisów techniczno-budowlanych oraz przepisów dotyczących racjonalizacji użytkowania energii,

    b) dobór i zwymiarowanie parametrów technicznych podstawowych urządzeń ogrzewczych, wentylacyjnych, klimatyzacyjnych i chłodniczych oraz określenie wartości mocy cieplnej i chłodniczej oraz mocy elektrycznej związanej z tymi urządzeniami" (§23.8).

Zarówno projekt architektoniczno–budowlany, jak i projekt techniczny stanowią integralną część projektu budowlanego, który jest niezbędnym dokumentem do uzyskania decyzji o pozwoleniu na budowę.

Wykonanie GWC reguluje ustawa – **Prawo geologiczne i górnicze** [4.23]. Zgodnie z którą:

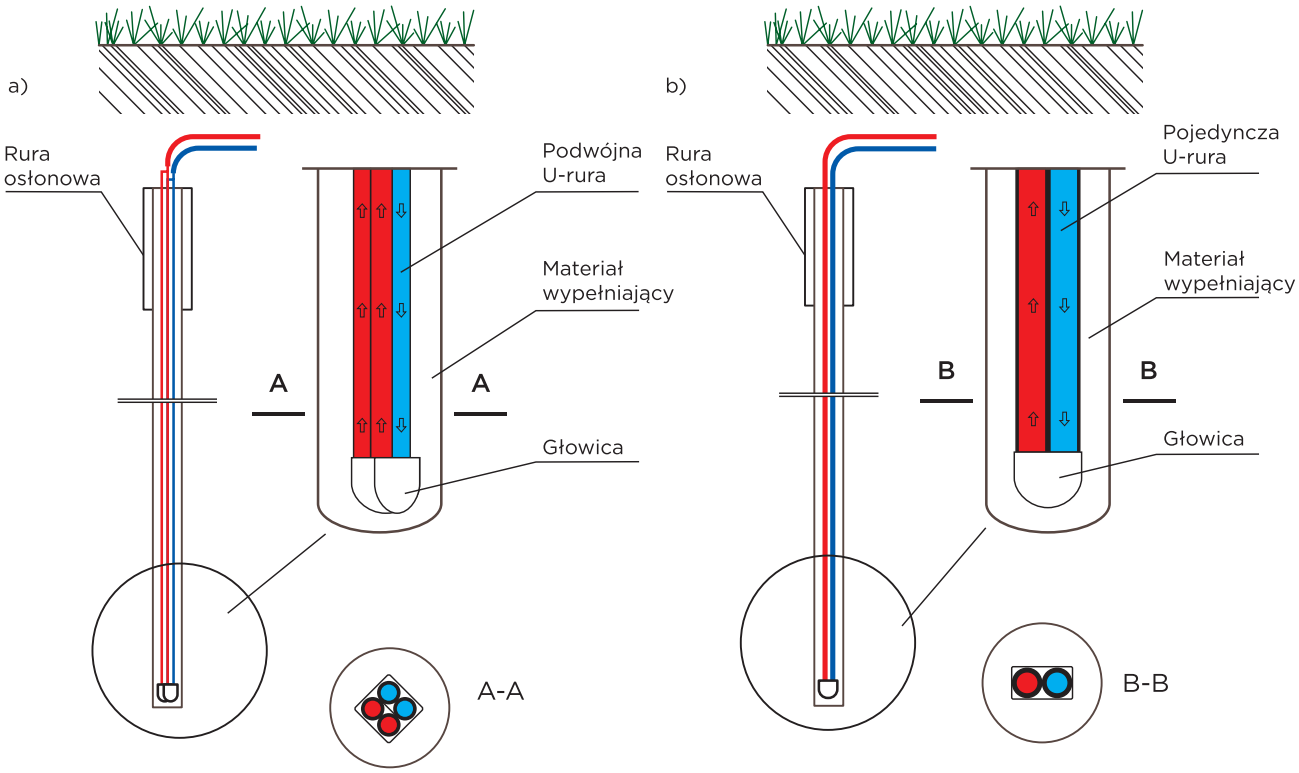
- przepisów ustawy nie stosuje się do: *wykonania wykopów oraz otworów wiertniczych o głębokości do 30 m w celu wykorzystania ciepła Ziemi, poza obszarami górniczymi* (Art. 3 ust. 2);
- projekt robót geologicznych oraz zgłoszenie staroście wymagają roboty geologiczne obejmujące wiercenia w celu wykorzystania ciepła Ziemi (Art. 85 ust. 2);
- roboty geologiczne można rozpocząć jeżeli w terminie 30 dni od zgłoszenia projektu staroście, starosta w drodze decyzji nie wniesie sprzeciwu (Art. 85 ust. 3):
- *Jeżeli roboty geologiczne obejmują rekonstrukcję zlikwidowanego otworu wiertniczego w celu wykorzystania ciepła Ziemi, projekt robót geologicznych wymaga zatwierdzenia przez marszałka województwa.* (Art. 85 ust. 4);
- *Do robót geologicznych [...] wykonywanych na głębokości większej niż 100 m albo wykonywanych na obszarze górniczym utworzonym w celu wykonywania działalności metodą robót podziemnych albo metodą otworów wiertniczych, stosuje się odpowiednio przepisy dotyczące zakładu górniczego i jego ruchu oraz ratownictwa górniczego.* (Art. 86);

Podsumowując:

- Wykonanie wykopów oraz otworów wiertniczych do głębokości 30 m nie podlega ustawie [4.23].
- Roboty geologiczne do głębokości 100 m – obowiązuje prosta procedura zgłoszeniowa w myśl prawa geologicznego. Należy wykonać projekt robót geologicznych (PRG) i zatwierdzić w Powiatowym Wydziale Ochrony Środowiska u Powiatowego Geologa. Dokumentację przygotowuje osoba posiadająca odpowiednie uprawnienia geologiczne.
- Roboty geologiczne o głębokości większej aniżeli 100 m – oprócz PRG wymagane jest także wykonanie planu ruchu zakładu górniczego (PRZG), ponieważ firma wiertnicza, wykonująca takie usługi, traktowana jest jak zakład górniczy. Dokument podlega uzgodnieniu z Okręgowym Urzędem Górniczym.

4.5.7. Sondy geotermalne – rodzaje i charakterystyka

Na rynku dostępnych jest kilka rodzajów sond geotermalnych. Najczęściej wykorzystywane są sondy z podwójną U-rurą (dwa przewody zasilające i dwa przewody powrotne) oraz z pojedynczą U-rurą (jeden przewód zasilający i jeden powrotny). Poniższy rysunek przedstawia przykładowe rozwiązania pionowych gruntowych wymienników ciepła:



Rys. 4.16. Przykładowe rozwiązania pionowych gruntowych wymienników ciepła a) z podwójną U-rurą, b) z pojedynczą U-rurą [4.20]

Sondy z podwójną U-rurą charakteryzują się mniejszymi średnicami rurociągów, ponieważ przepływ przez dany odwiert dzieli się na dwa przewody. Często wykorzystywane są przy odwiertach dłuższych niż 150 m, ponieważ opory hydrauliczne przy zastosowaniu sondy z pojedynczą U-rurą są większe niż w przypadku sondy podwójnej (dla tej samej średnicy) i wymagałyby zastosowania pompy obiegowej o dużo większej wysokości podnoszenia. Im większa pompa obiegowa, tym większe zużycie energii elektrycznej do jej zasilania i tym samym spada wartość współczynnika COP. Przy wyznaczaniu współczynnika COP należy wziąć pod uwagę pobór energii elektrycznej zasilającej pompy obiegowe.

Pionowe GWC wykonuje się z rur z polietylenu (HDPE100, HDPE100RC) lub polietylenu sieciowanego (PE-X). Najbardziej popularne średnice zewnętrzne w przypadku pojedynczej U-rury to dn = 32, 40 i 50 mm, a w przypadku podwójnej U-rury średnice zewnętrzne dn = 32 i 40 mm.

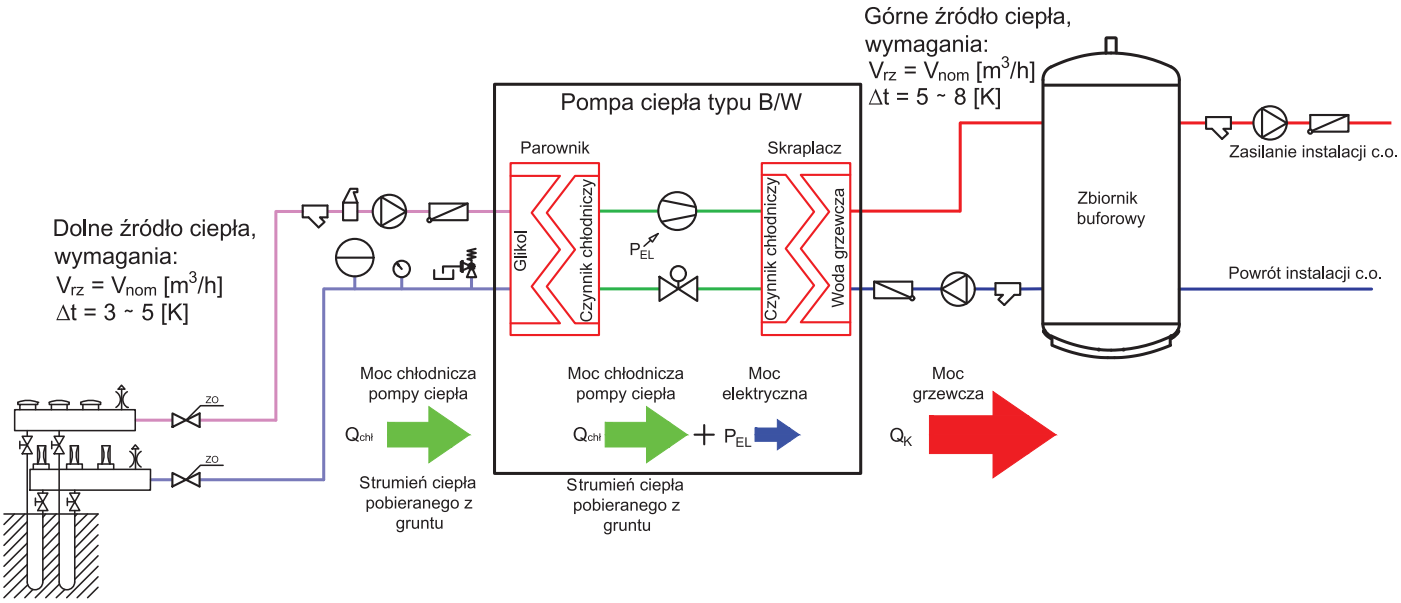
4.5.8. Zasady doboru pionowego gruntowego wymiennika ciepła

Aby zapewnić wysoką wydajność gruntowej pompy ciepła, przy jednoczesnym zachowaniu odpowiednich właściwości cieplnych i temperaturowych gruntu, jak i nośnika ciepła, należy wziąć pod uwagę szereg zagadnień, zarówno projektowych, jak i wykonawczych.

Bardzo ważne jest zagwarantowanie odpowiedniego przepływu nośnika ciepła (glikolu) w GWC oraz praca z właściwą różnicą temperatur między zasilaniem a powrotem po stronie dolnego źródła. Aby odparowanie czynnika chłodniczego w parowniku pompy ciepła odbywało się w sposób właściwy, należy zagwarantować wysoki przepływ przez wymiennik gruntowy, tak aby schłodzenie glikolu w parowniku wynosiło nie więcej niż +(3 ÷ 5)°C (wartość tą należy zawsze weryfikować z kartą techniczną pompy ciepła). Tak niska wartość ΔT determinuje stosunkowo duże przepływy, zależne od mocy chłodniczej przekazywanej do gruntu. Wartości rekomendowanego przepływu są podawane przez producentów pomp ciepła w kartach technicznych urządzeń.
Często zdarza się, że producenci gruntowych pomp ciepła razem z urządzeniem dostarczają pompy obiegowe górnego i dolnego źródła. Należy każdorazowo sprawdzić, czy rzeczywiste opory hydrauliczne w obiegu GWC pokrywają się z charakterystyką reko-

mendowanej pompy obiegowej przy danym przepływie. Wartość oporów hydraulicznych zależy od długości sondy geotermalnej, typu zastosowanej sondy (pojedyncza lub podwójna U-rura), rodzaju materiału z jakiego wykonana jest sonda, rodzaju i stężenia nośnika ciepła, oporów miejscowych związanych z zastosowaniem filtrów, separatorów powietrza.

Poniższy rysunek przedstawia poglądowo schemat działania gruntowej pompy ciepła z pionowym gruntowym wymiennikiem ciepła:



Rys. 4.17. Schemat działania gruntowej pompy ciepła z pionowym gruntowym wymiennikiem ciepła

4.5.9. Przykład doboru pionowego GWC

Przykładowy dobór zostanie przedstawiony dla pompy ciepła typu B/W (glikol [3]/woda) o nominalnej mocy grzewczej Q_{HP} = 100 kW dla parametrów B0/W35[4] i COP = 4,7. Zakres pracy temperaturowej dolnego źródła ciepła dla danej pompy ciepła wynosi (-5÷ + 25)°C. W obiegu pierwotnym (gruntowym) zastosowana będzie mieszanina wody i glikolu etylenowego o stężeniu 25% wraz z inhibitorami korozji.

Powyższe dane należy uzyskać z danych technicznych konkretnej pompy ciepła. Szczególnie ważny jest zakres temperaturowy nośnika ciepła dolnego źródła ciepła (glikolu). Wartość temperaturowa dolnego źródła ciepła ma istotne znaczenie dla uzyskanej mocy cieplnej pompy ciepła. Warto również wyjaśnić, iż określona temperatura dotyczy cieczy wpływającej do parownika. Wartość temperatury glikolu opuszczającego pompę ciepła będzie (3 ÷ 5)°C niższa. W dalszej części przykładu na podstawie założeń określony będzie przepływ przez dolne źródło ciepła.

Następnym krokiem jest obliczenie mocy energii elektrycznej zasilania sprężarki, którą można określić ze wzoru:

$$P_{EL} = Q_{HP}/COP \ [kW]$$
$$\boldsymbol{P_{EL} = 100/4,7 = 21,3\ kW} \qquad [4.5]$$

Dalej strumień ciepła pobierany przez pompę ciepła od gruntu wyniesie:

$$Q_{chł.} = Q_{HP} - P_{el} \ [-]$$
$$\boldsymbol{Q_{chł.} = 100 - 21,3 = 78,7\ kW} \qquad [4.6]$$

[3] *De facto solanka, przy czym solanka została wyparta przez mieszaninę wody i glikolu wraz z inhibitorami korozji. Niemniej nomenklatura pozostała.*
[4] *Temperatura glikolu (obieg dolnego źródła ciepła) 0°C; temperatura wody (górne źródło ciepła – instalacja grzewcza) +35°C*

Zakładając współczynnik przewodzenia gruntu **λ = 2,0 W/m·K** oraz czas pracy sprężarki pompy ciepła z pełnym obciążeniem nie wyższy aniżeli **2.000 h/rok** można przyjąć jednostkową wydajność cieplną GWC $\mathbf{q_{jedn} = 40\ W/m}$. W związku z tym obliczeniowa długość pionowego GWC wyniesie:

$$l_w = \frac{Q_{chł.}}{q_{jedn}} = \frac{78{,}7 \cdot 1000}{40} = \mathbf{1.968\ m} \qquad [4.7]$$

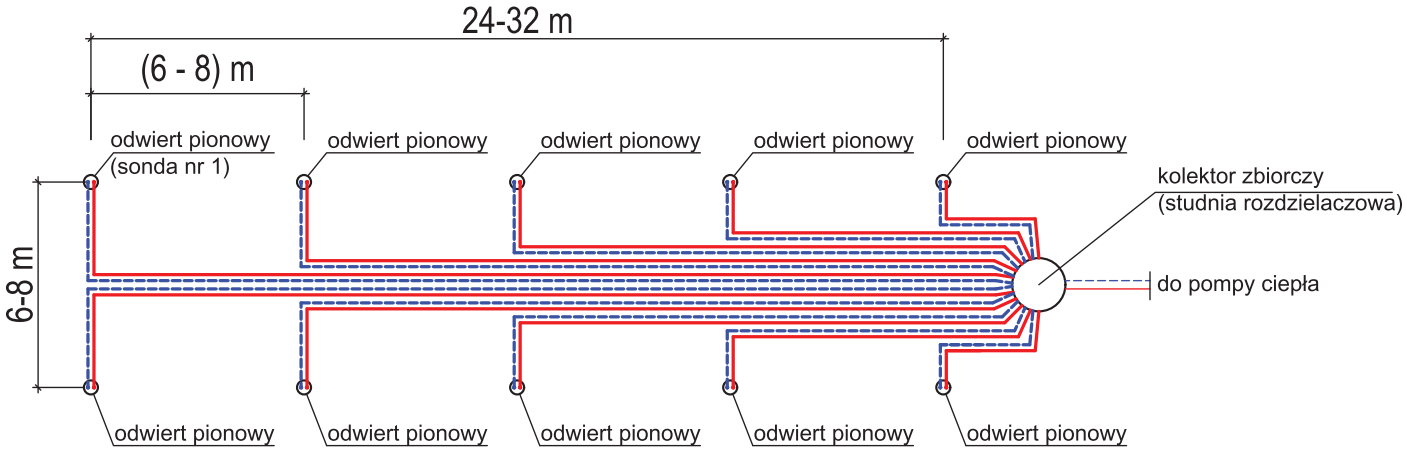
Długość wymiennika wynosić będzie 2.000 m. Licząc zastosowanie pojedynczej sondy (zasilanie + powrót) w odwiercie i ograniczenie głębokości odwiertów do 100 m, konieczne będzie wykonanie:

$$n = \frac{l_w}{2 \times l_o} = \frac{2.000}{2 \times 100} = 10 \text{ odwiertów} \qquad [4.8]$$

gdzie:

l_o – głębokość sondy w gruncie.

Aby ograniczyć wpływ wychładzania poszczególnych odwiertów na siebie należy zapewnić pomiędzy odwiertami minimalną odległość. W opracowaniu PORT PC (część 1 – Dolne źródła do pomp ciepła) [4.20] minimalna odległość między pionowymi wymiennikami ciepła określona jest na 6 m[5], niemniej zwyczajowo wynosi ona min. 6 ÷ 8 m[6]. Stąd szacunkowa wymagana powierzchnia przeznaczona na wykonanie pionowego GWC wyniesie np.:



Rys. 4.18. Przykładowe rozmieszczenie dziesięciu odwiertów. Między rurami doprowadzającym zalecane jest zachowanie odległości minimum 70 cm, a gdy nie jest to możliwe zaleca się zaizolowanie termiczne przewodów

Następnym krokiem jest wybór najbardziej optymalnej różnicy temperatury glikolu. Należy wziąć pod uwagę, iż:

- im wyższa średnia temperatura nośnika ciepła (glikolu) dopływającego do parownika pompy ciepła, tym wyższe ciśnienie parowania czynnika chłodniczego i tym samym wyższa efektywność energetyczna (COP) pompy ciepła,
- im mniejsza różnica temperatur ($\Delta t = t_z - t_p$) nośnika ciepła (glikolu), tym większy przepływ oraz opory hydrauliczne w GWC; im większe opory hydrauliczne, tym większe zużycie energii elektrycznej pompy obiegowej, w związku z tym spada efektywność energetyczna pompy ciepła.

Uwaga: Przy wyznaczaniu minimalnych przepływów nośnika ciepła źródła dolnego należy wziąć pod uwagę wytyczne producenta zawarte w karcie technicznej urządzenia.

[5] *Do głębokości GWC < 200 m i mocy grzewczej do 30 kW. W innych przypadkach zalecane jest wykonanie badań.*
[6] *Należy również zwrócić uwagę na podane w PORT PC minimalne odległości od:*
- granicy sąsiedniej posesji: > 2,5 m
- od fundamentów budynku: > 1,5 m
- od instalacji wodociągowych, kanalizacyjnych, wody deszczowej: > 1,5 m
- od instalacji elektrycznych, gazowych, ciepłowniczych i telekomunikacyjnych > 1,5 m

Przykładowo:

- przy ΔT = 3K (5°C/2°C – średnia 3,5°C) → V_g = 25,0 m³/h
- przy ΔT = 4K (5°C/1°C – średnia 3,0°C) → V_g = 18,7 m³/h **– przyjęto do dalszych obliczeń**
- przy ΔT = 5K (5°C/0°C – średnia 2,5°C) → V_g = 15,0 m³/h

Znając nominalny przepływ glikolu, można wyznaczyć opory hydrauliczne.

Przy wyznaczaniu oporów hydraulicznych GWC należy pamiętać o podstawowych zależnościach:

- opory hydrauliczne liczone są dla najdalej położonej sondy GWC; wymagany przepływ przez GWC dzieli się na ilość pętli wymiennika,
- im głębsze odwierty, tym mniejsza ich ilość i tym samym większy przepływ przez jedną pętlę wymiennika (większe opory);
- im większa średnica sondy geotermalnej, tym mniejsze opory hydrauliczne;
- zastosowanie sondy typu podwójna U-rurka powoduje podzielenie przepływu przez 2 dla jednej pętli wymiennika;
- opory hydrauliczne wyznacza się dla całej długości pętli wymiennika (zasilanie + powrót);
- należy uwzględnić opory hydrauliczne parownika pompy ciepła, armaturę, rozdzielacz GWC, rury dobiegowe GWC.

W naszym przykładzie najbardziej oddaloną sondą jest sonda nr 1, której odległość od kolektora zbiorczego wynosi l = 32 m. Zagłębienie sondy w gruncie to l_o = 100 m. Zatem całkowita długość przewodów wynosi:

$$L = 2 \cdot (32 + 100) = 264\ m \qquad [4.9]$$

Mamy n = 10 sond, a więc przepływ przez jedną z nich wyniesie:

$$v_s = \frac{V_g}{n} = \frac{18{,}7}{10} = 1{,}87\ \text{m}^3/\text{h} \qquad [4.10]$$

Zakładając zastosowanie systemu sondy podwójnej z rur HDPE100RC dz x s = (40 x 3,7) mm, opory liniowe wyniosą około Δp_L =130 Pa/m[7]. Do szacunkowych obliczeń można przyjąć, iż opory miejscowe stanowić będą około 30% oporów liniowych, opory przepływu przez GWC wyniosą:

$$\Delta p_{GWC} = 1{,}3 \cdot L \cdot \Delta p_L = 1{,}3 \cdot 264 \cdot 130 \approx 44.000\ Pa = 44\ kPa \qquad [4.11]$$

Do tej wartości należy doliczyć jeszcze:

- opory przepływu przez kolektor zbiorczy (studnia rozdzielaczowa) → Δp_{SR}
- opory przepływu przewodu zbiorczego doprowadzającego glikol do pompy ciepła wraz z armaturą → Δp_{PZ}
- opory przepływu glikolu przez pompę ciepła → Δp_{PC}

Wymagana wysokość pompy wodnej Δp_{PW} będzie sumą poszczególnych, powyższych oporów:

$$\Delta p_{PW} = \Delta p_{GWC} + \Delta p_{SR} + \Delta p_{PZ} + \Delta p_{PC}\ [kPa] \qquad [4.12]$$

Przy doborze pompy obiegowej należy pamiętać, iż przetłaczać będzie ona mieszaninę wody i glikolu, a więc cieczy o innych właściwościach fizyko–chemicznych w stosunku do właściwości czystej wody.

4.5.10. Podsumowanie

Geotermia jest bardzo efektywnym i stabilnym źródłem ciepła dolnego do wykorzystania w systemach pomp ciepła. Dobrze zaprojektowana instalacja oparta na GWC może być wdzięcznym źródłem ciepła do ogrzewania przez długie lata użytkowania. Przeszkodą w ich powszechnym stosowaniu jest przede wszystkim wysoka cena inwestycyjna, która jest znacząco wyższa w porównaniu z wykorzystaniem powietrza atmosferycznego jako dolnego źródła ciepła.

[7] *Dane na podstawie informacji technicznych producenta sond do pionowych wymienników gruntowych.*

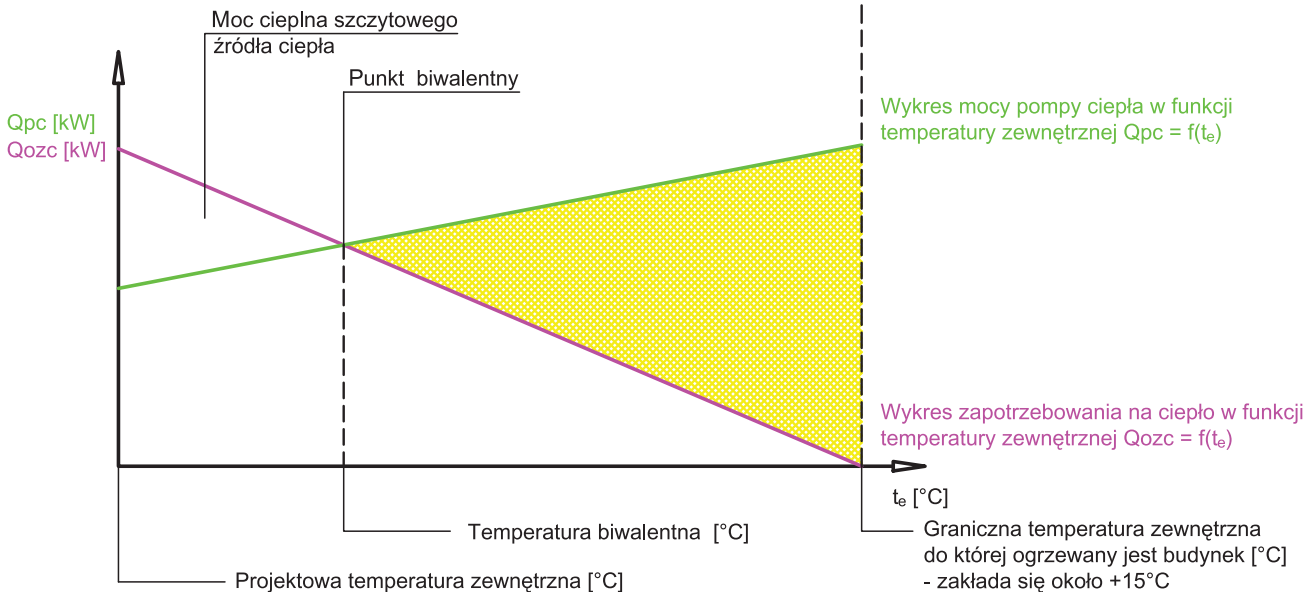
4.6. Zbiornik buforowy

4.6.1. Odszranianie parownika

Pompa ciepła powietrze/woda jest wymagającym źródłem ciepła. Urządzenie pracuje z powietrzem jako dolnym źródłem ciepła, co naraża je na powstanie oblodzenia parownika nie tylko w okresie mrozów, ale także w okresach przejściowych, bliskich wartościom ± 0°C i dużych wilgotności powietrza. Oblodzenie wymiennika mocno obniża zdolność wymiany ciepła pomiędzy czynnikiem chłodniczym a powietrzem zewnętrznym. Oblodzony parownik powoduje również zwiększone opory przepływu powietrza, co przekłada się na dodatkowe obciążenie silnika wentylatora. Nowoczesne pompy ciepła typu powietrze/woda wyposażone są w układy automatyki przeciwdziałające oszronieniu parownika. Pojawienie się lodu na wymienniku uruchamia proces odmrażania. W procesie tym następuje odwrócenie obiegu chłodniczego – parownik i skraplacz zamieniają się funkcjami, a ciepło do odmrożenia pobierane jest z wewnętrznej instalacji grzewczej. Aby proces przebiegał bezproblemowo i bez wpływu na prawidłowe funkcjonowanie instalacji grzewczej potrzebna jest odpowiednio duża pojemność cieplna instalacji, którą zapewnia minimalny zład wodny układu. Poradnik [4.15] w punkcie 9.8 przedstawia wzór, umożliwiający obliczenie wymaganej pojemności zbiornika buforowego potrzebnej do odszraniania. Niemniej, zawsze należy przestrzegać wytycznych producenta co do wymaganego zładu wody.

4.6.2. Ograniczanie cykli załączania i wyłączania sprężarki

Minimalnego zładu wody wymaga również układ sprężarkowy. Należy dążyć do stabilizacji pracy i jak najmniejszej ilości cykli załączania i wyłączania sprężarki (lub sprężarek), zwanej taktowaniem, ponieważ największe obciążenia występują w momencie startu urządzenia. Pompa ciepła narażona jest na taktowanie w okresach przejściowych sezonu grzewczego, kiedy jej minimalna moc grzewcza jest większa niż chwilowe zapotrzebowanie budynku na ciepło (zakreskowany obszar na rysunku 4.19). To oznacza, że pompa ciepła ma nadwyżkę mocy w stosunku do potrzeb budynku, w krótkim czasie dogrzeje budynek i się wyłączy.



Rys. 4.19. Zależność mocy grzewczej powietrznej pompy ciepła i obciążenia cieplnego budynku w zależności od temperatury powietrza zewnętrznego

Ponadto, do chłodzenia i smarowania sprężarek służy olej, krążący razem z czynnikiem chłodniczym w obiegu chłodniczym. Najbardziej efektywne smarowanie sprężarki osiąga się po kilku minutach ciągłej pracy układu chłodniczego. Dodatkowo, po wyłączeniu urządzenia wymagany jest minimalny czas postoju, tak aby olej mógł wrócić do karteru sprężarki przed ponownym uruchomieniem oraz aby ostygło uzwojenie silnika sprężarki. Gdyby częstotliwość załączania i wyłączania sprężarki była zbyt duża, to olej nie osiągnąłby odpowiednich właściwości smarnych oraz nie zdążyłby wrócić do sprężarki. W związku z tym, zbiornik buforowy należy wymiarować w taki sposób, aby dostarczać w sposób ciągły energię do budynku na czas postoju pompy ciepła.

Automatyka niektórych producentów pomp ciepła wyposażona jest w funkcję antytaktu, tzn. że pompa ciepła nie powinna uruchomić się więcej niż określoną liczbę razy na godzinę (np. pompy ciepła BLW seria D Brötje). Zalecane minimalne czasy pracy sprężarki są podawane przez producentów sprężarek. Należy jednak kierować się wytycznymi producentów pomp ciepła, określających wymagany zład wody.

4.6.3. Wymagana pojemność zładu

Producenci pomp ciepła, biorąc pod uwagę budowę urządzenia oraz charakter pracy i liczbę sprężarek, określają wymaganą pojemność zładu. Ogólnie można założyć, iż pojemność instalacji nie powinna być mniejsza aniżeli (12 ÷ 35)[1] dm^3/kW w odniesieniu do maksymalnej mocy grzewczej pompy ciepła [4.15], co odpowiada czasowi pracy sprężarki około 4–12 minut. Przy czym, do wymaganej pojemności nie wlicza się instalacji, która może być odłączona podczas pracy układu armaturą odcinającą lub regulacyjną (zawory regulacyjne z głowicami termostatycznymi, zawory trójdrożne itd.).

W nowoczesnych instalacjach grzewczych pojemność odbiorników ciepła (grzejników, nagrzewnic) oraz przewodów jest niewystarczająca, aby spełnić wymagania potrzebne do realizacji procesu odmrażania parownika oraz ograniczenia cykli załączania i wyłączenia sprężarki. W związku z powyższym układ grzewczy doposaża się w zbiorniki buforowe.

Zbiorniki buforowe mogą pełnić w układach z pompami ciepła również inne zadania, do których należą:

- magazynowanie ciepła;
- oddzielenie hydrauliczne źródła ciepła od instalacji grzewczych czy technologicznych;
- element łączący więcej źródeł ciepła, które mogą wystąpić w układzie z pompą ciepła (np. instalacja solarna).

Ze względu na poprawność pracy pompy ciepła – im większa pojemność instalacji, tym układ stabilniejszy. Niemniej, biorąc pod uwagę inne czynniki jak koszty inwestycyjne, miejsce dyspozycyjne, koszty rozruchu układu grzewczego przed sezonem grzewczym, należy z inżynierskim wyczuciem dobrać pojemność zbiornika buforowego.

Do układu ze zbiornikiem buforowym nie włącza się instalacji przygotowania ciepłej wody użytkowej. Pojemnościowe podgrzewacze c.w.u. same w sobie są buforem ciepła.

Zbiornik buforowy w układzie pompa ciepła–instalacja grzewcza może funkcjonować na dwa sposoby:

1. jako element równoległy, na podobnej zasadzie jak sprzęgło hydrauliczne, z rozdzieleniem hydraulicznym źródła ciepła i instalacji grzewczej;
2. jako element szeregowy, stanowiący część instalacji zasilającej pompę ciepła – przy czym zbiornika buforowego nie montuje się po stronie wyjścia z pompy ciepła (zasilania instalacji).

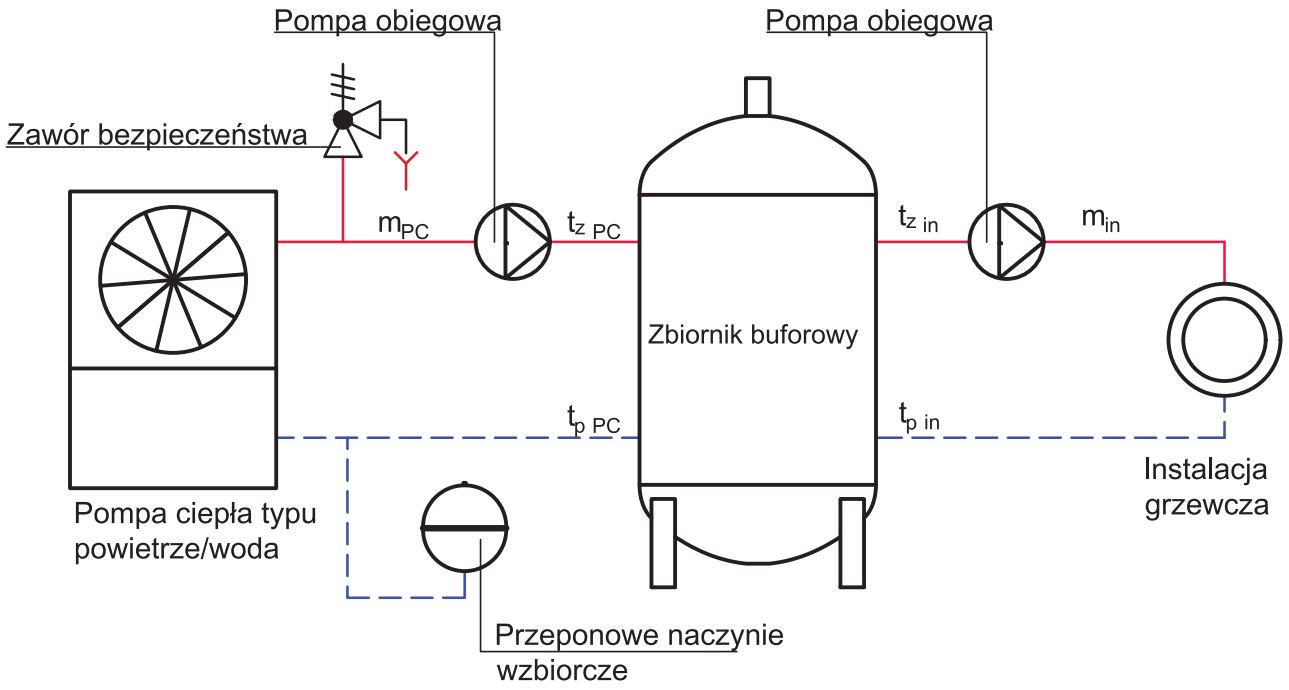
Każdy z tych układów ma swoje zalety i wady.

[1] *Brötje określa w swoich materiałach technicznych [4.13] minimalną pojemność wodną instalacji na wartość 25 dm^3/kW.*

4.6.4. Zapewnienie wymaganego przepływu przez pompę ciepła

4.6.4.1. Zbiornik buforowy w układzie równoległym

Zbiornik buforowy w takim układzie stanowi naturalne rozdzielenie hydrauliczne obiegu pierwotnego (źródła ciepła) i obiegu wtórnego (instalacji grzewczej). Każdy z obiegów wymaga zapewnienia określonego przepływu czynnika grzewczego (woda, mieszanina wody i czynnika niezamarzającego z inhibitorami korozji).



Rys. 4.20. Zbiornik buforowy w układzie równoległym

Producenci pomp ciepła określają w danych technicznych minimalne wymagane przepływy wody przez skraplacz. Warto zwrócić uwagę, iż pompy ciepła wymagają znaczących przepływów (m_{PC}) z podgrzewem wody na poziomie $\Delta t_{PC} = t_{z\ PC} - t_{p\ PC} = (5 \div 7)°C$. Równolegle instalacje grzewcze pracują zwyczajowo z zachowaniem różnicy temperatury między zasilaniem a powrotem na poziomie $\Delta t_{in} = t_{z\ in} - t_{p\ in} = (10 \div 15)°C$, a więc z przepływami od 2 do 3 razy niższymi, aniżeli w obiegu pierwotnym.

W układzie równoległym pompy ciepła ze zbiornikiem buforowym zawsze:

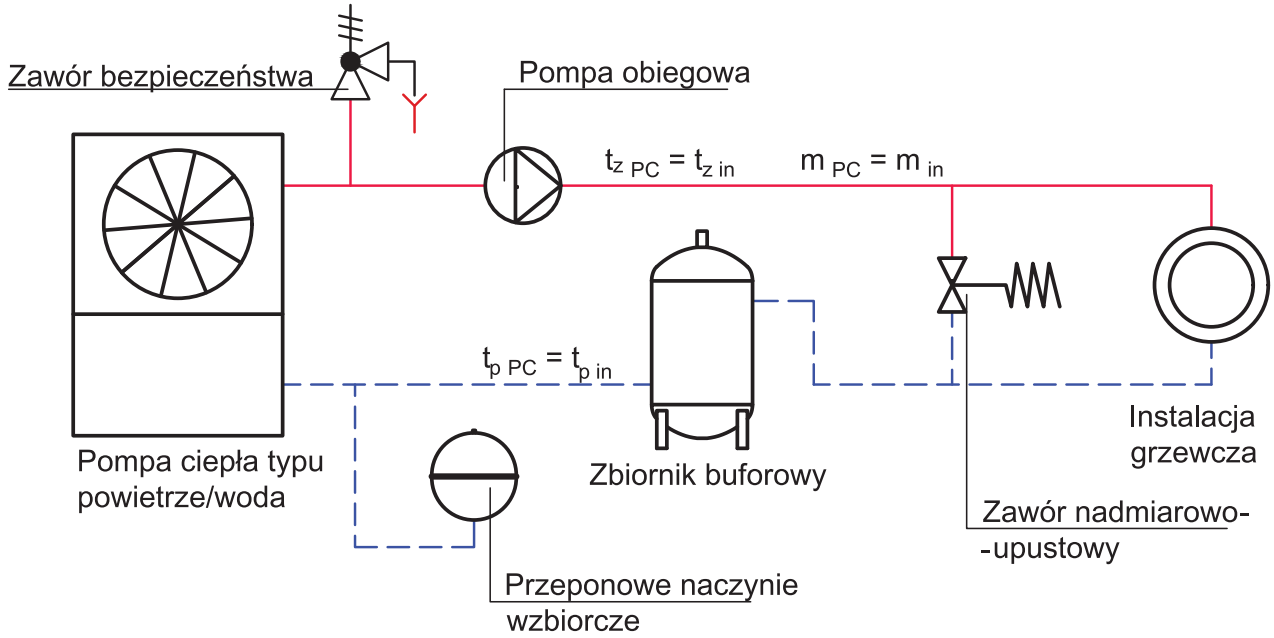
- $m_{PC} \geq m_{in}$
- $t_{z\ PC} \geq t_{z\ in}$

Każdy z obiegów wymaga niezależnego układu pompowego, a wewnątrz zbiornika buforowego dochodzi do mieszania się strumienia z obiegu pierwotnego i strumienia z obiegu wtórnego (jak wspomniano powyżej $m_{PC} > m_{in}$), zatem temperatura wody powrotnej $t_{p\ PC}$ jest wypadkową $t_{z\ PC}$ i $t_{p\ in}$.

Pompa ciepła pracuje w funkcji temperatury wody opuszczającej skraplacz i dąży do uzyskania wartości zadanej (stałej lub zmiennej, wynikającej z regulacji pogodowej).

4.6.4.2. Zbiornik buforowy w układzie szeregowym

Zbiornik buforowy w takim układzie stanowi element szeregowy, montowany jest na powrocie z instalacji grzewczej i jednocześnie zasilaniu pompy ciepła.



Rys. 4.21. Zbiornik buforowy w układzie szeregowym

Przepływ czynnika grzewczego jest taki sam zarówno w instalacji grzewczej, jak i pompie ciepła ($m_{pc} = m_{in}$). Przepływ może zapewniać jedna pompa obiegowa. Jak zwrócono uwagę powyżej, musi być zapewniony minimalny przepływ przez pompę ciepła, co determinuje wartość przepływu w całym układzie. Stały przepływ musi być zapewniony również przy zastosowaniu np. regulacji ilościowej w obiegach grzewczych. Gdy istnieje ryzyko zmiany (zmniejszenia) przepływu w obiegu pompy ciepła, układ należy doposażyć w zawór nadmiarowo – upustowy, zapewniający wymagany przepływ przez skraplacz pompy ciepła.

Podobnie jak w układzie równoległym ze zbiornikiem buforowym, pompa ciepła pracuje w funkcji temperatury wody opuszczającej skraplacz i dąży do uzyskania wartości zadanej (stałej lub zmiennej, wynikającej z regulacji pogodowej).

Wartość temperatury wody grzewczej, opuszczającej pompę ciepła ($t_{z\ PC}$) i temperatury wody grzewczej zasilającej instalację ($t_{z\ in}$) są tożsame.

4.6.5. Podsumowanie

Prawidłowa praca pompy ciepła wymaga zapewnienia minimalnego przepływu wody grzewczej przez skraplacz pompy ciepła oraz wymaganą pojemność wodną układu. Niedotrzymanie tychże wymagań może być źródłem problemów użytkowych. Najważniejsze to: wchodzenie pompy ciepła w stan awaryjny, obmarzanie parownika, obniżenie wydajności cieplnej źródła, a w konsekwencji przerwy w ogrzewaniu lub niedotrzymanie określonych parametrów temperaturowych w budynku. W związku z powyższym zbiorniki buforowe stanowią ważny element układów grzewczych z pompami ciepła jako źródłami ciepła.

4.7. Sposoby przygotowania c.w.u. za pomocą pompy ciepła

4.7.1. Wstęp

Temat c.w.u. (określenie zapotrzebowania, wymagania) omawia rozdział 4.3.

Zastosowanie pompy ciepła do podgrzewu ciepłej wody użytkowej preferuje zdecydowanie podgrzew pojemnościowy nad przepływowym. Przepływowe przygotowanie c.w.u. wymaga zapewnienia dużej mocy chwilowej źródła ciepła oraz wysokiej temperatury źródła ciepła, co mocno ogranicza wykorzystanie pompy ciepła[1].

W poradniku omówione będzie przygotowanie c.w.u. w układzie pojemnościowym z wbudowaną wężownicą w podgrzewaczu c.w.u. oraz z zastosowaniem zewnętrznego, przepływowego wymiennika ciepła w układzie z zasobnikiem c.w.u.

W wymiarowaniu układu przygotowania c.w.u. należy również wziąć pod uwagę to, że układ musi zapewnić - zgodnie z WT [1.1]:

- podgrzew wody do temperatury nie niższej aniżeli +55°C i nie wyższej aniżeli +60°C [§120.2];
- możliwość przeprowadzenia okresowej dezynfekcji termicznej, uzyskanie w punktach czerpalnych temperatury wody nie niższej aniżeli +70°C i nie wyższej aniżeli +80°C [§120.2a].

4.7.2. Wymagania związane z przygotowaniem c.w.u. w układzie z pompą ciepła

Przy zastosowaniu pompy ciepła do przygotowania c.w.u. warto zwrócić uwagę na poniższe kwestie:

- podgrzewanie ciepłej wody w układzie z pojemnościowym podgrzewaczem c.w.u. zasila się bezpośrednio z pompy ciepła, a nie w układzie wtórnym za zbiornikiem buforowym – **rysunek 4.22 i 4.23**;
- należy pamiętać, iż niski parametr temperaturowy pompy ciepła i niewielka różnica między temperaturą wężownicy a wymaganą temperaturą c.w.u. wymaga większej powierzchni wymiany ciepła, stąd wężownica w pojemnościowym podgrzewaczu c.w.u. musi mieć odpowiednio dużą powierzchnię – **rysunek 4.26**;
- niskoparametrowe źródło ciepła wymusza zastosowanie dodatkowego szczytowego źródła ciepła, które zapewni uzyskanie temperatury min. +55°C oraz do dezynfekcji termicznej min. +70°C;
- zastosowanie pompy ciepła wyłącznie na potrzeby przygotowania c.w.u. również wymaga zapewnienia wymaganej pojemności zładu (najczęściej wykorzystywany jest bufor montowany na powrocie do pompy ciepła – **rysunek 4.24**) oraz przepływu przez skraplacz;
- stosowanie więcej niż jednego podgrzewacza pojemnościowego wymaga podłączenia zbiorników w układzie Tichelmanna – **rysunek 4.25**.

[1] *Zgodnie z PN-B-01706:1992 „Instalacje wodociągowe. Wymagania w projektowaniu" normatywny wypływ z baterii czerpalnej (dla natrysków i wanien) wody zmieszanej wymaga zapewnienia doprowadzenia c.w.u. o temperaturze +55°C o strumieniu q = 0,15 dm³/s (m ≈ 0,15 kg/s), co oznacza, że chwilowa moc źródła ciepła w czasie podgrzewu musi wynosić:*

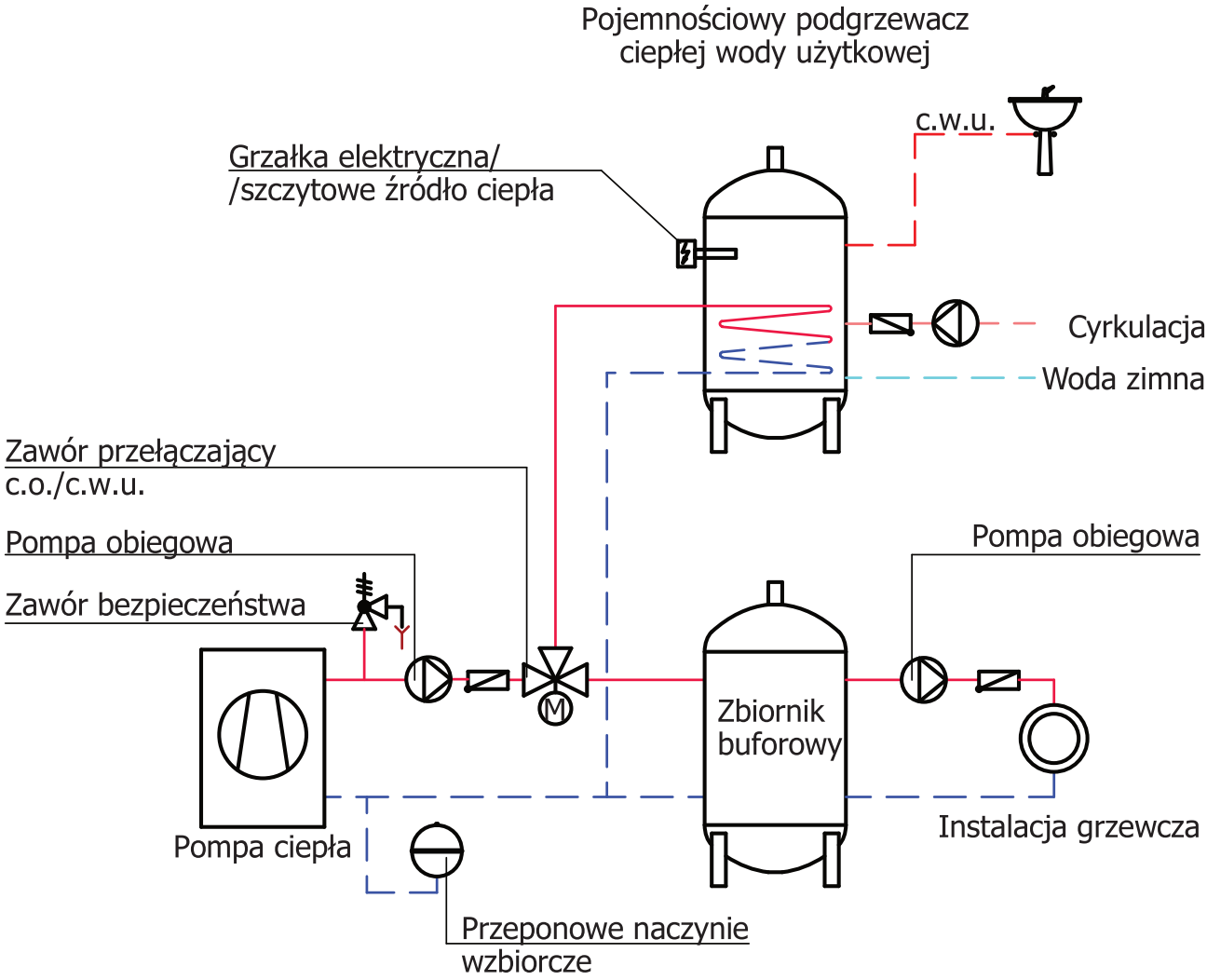
$$Q_{źć} = m\ [kg/s] \times c_p\ [kJ/kgK] \times \Delta t\ [K] = 0{,}15 \times 4{,}19 \times (55 - 10) \approx 28\ kW$$

Podgrzew c.w.u. do temperatury +55°C wymaga, aby temperatura źródła ciepła była wyższa, co ogranicza zastosowanie pompy ciepła jako źródła niskoparametrowego.

4.7.3. Sposoby przygotowania c.w.u. w układzie z pompą ciepła

4.7.3.1. Za pomocą trójdrożnego zaworu przełączającego

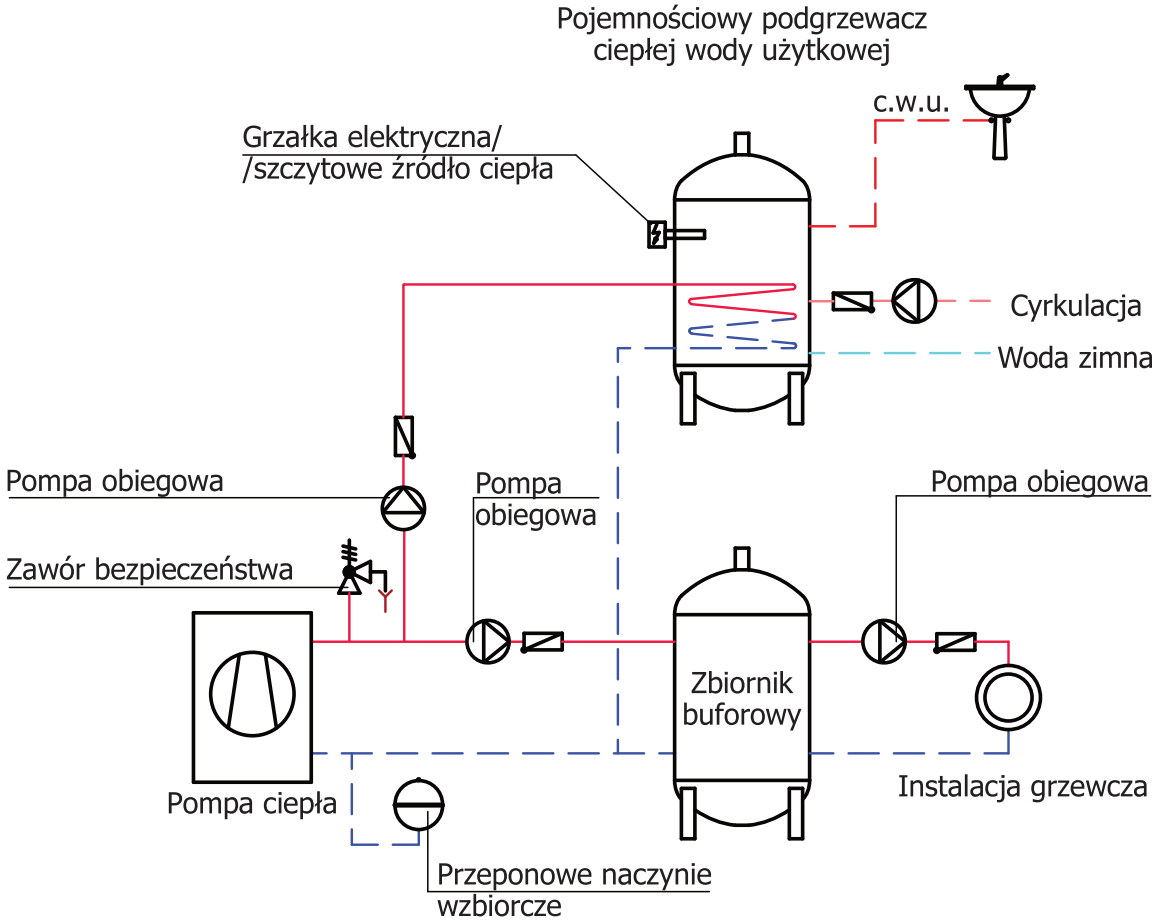
Poniższy rysunek przedstawia sposób przygotowania c.w.u. za pomocą trójdrożnego zaworu przełączającego, między buforem a podgrzewaczem pojemnościowym c.w.u. W takim układzie jedna pompa obiegowa pracuje zarówno na cele ładowania bufora, jak i podgrzewu c.w.u., w zależności od położenia kuli zaworu. Podgrzewanie wody użytkowej ma w tym przypadku pierwszeństwo przed ogrzewaniem pomieszczeń. Jest to układ stosowany w pompach ciepła **BLW Brötje**.



Rys. 4.22. Schemat włączenia układu przygotowania c.w.u. za pomocą zaworu przełączającego c.o./c.w.u. do źródła ciepła w postaci pompy ciepła

4.7.3.2. Za pomocą dwóch niezależnych pomp obiegowych

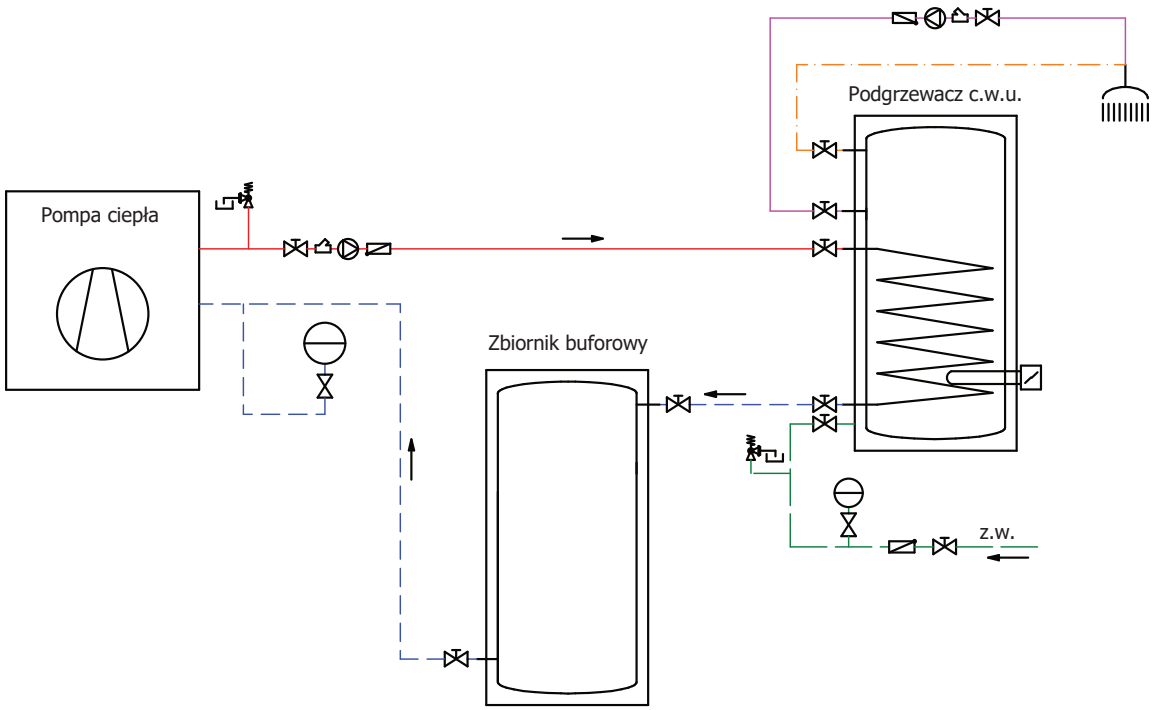
Innym spotykanym sposobem przygotowania c.w.u. jest zastosowanie dwóch niezależnych pomp obiegowych, tak jak to przedstawiono na rysunku 4.23. Jedna z pomp obiegowych przeznaczona jest na ładowanie zbiornika buforowego, natomiast druga na podgrzewanie c.w.u. w podgrzewaczu pojemnościowym. Warto zaznaczyć, że w takim układzie podgrzewanie wody użytkowej również ma pierwszeństwo przed ogrzewaniem pomieszczeń, w związku z tym pompy nie pracują równolegle.



Rys. 4.23. Schemat włączenia układu przygotowania c.w.u. za pomocą dwóch pomp obiegowych do źródła ciepła w postaci pompy ciepła

4.7.3.3. Zastosowanie pompy ciepła wyłącznie do przygotowania c.w.u.

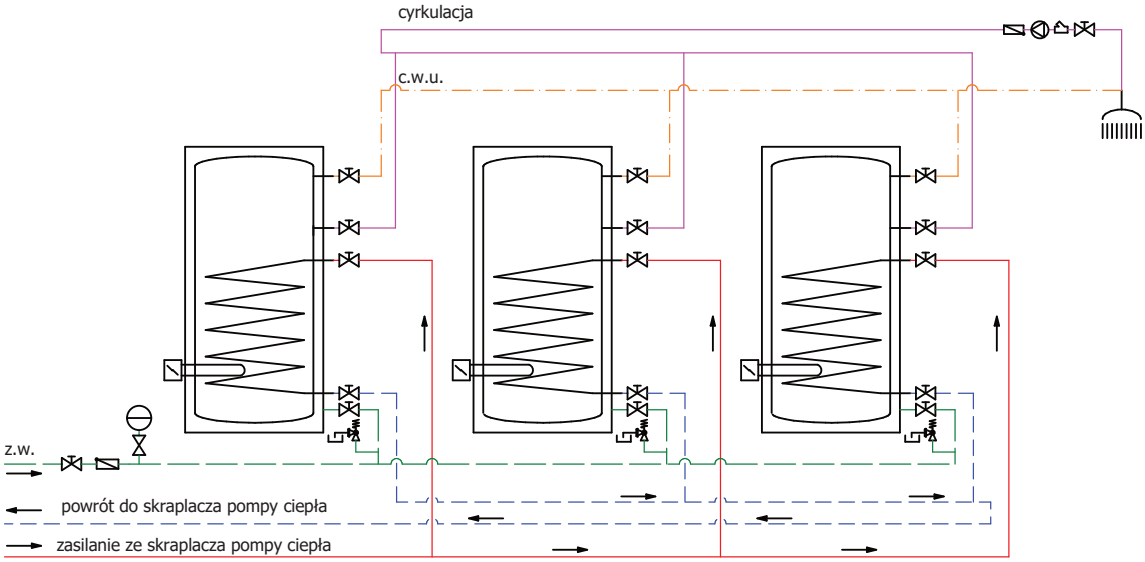
Pompa ciepła może być zastosowana wyłącznie do przygotowania c.w.u. Na poniższym rysunku przedstawiono schemat podłączeniowy. W zakresie wymagań zastosowania zbiornika buforowego należy kierować się wytycznymi producenta pompy ciepła. Zastosowanie zbiornika buforowego ma swoje zalety, ale również wady. Do zalet należy zwiększenie pojemności cieplnej układu, wadą jest konieczność wygrzewania większej masy wody, co oczywiście łączy się ze stratami cieplnymi. Sam pojemnościowy podgrzewacz ciepłej wody użytkowej jest buforem cieplnym, który może być wykorzystywany w celu zapewnienia poprawnej pracy pompy ciepła.



Rys. 4.24. Schemat układu z pompą ciepła pracującą wyłącznie na cele przygotowania c.w.u.

4.7.3.4. Połączenie kilku podgrzewaczy pojemnościowych c.w.u. z wbudowaną wężownicą

Do współpracy z pompą ciepła i przygotowaniem c.w.u. można wykorzystać więcej jak jeden podgrzewacz c.w.u. Zastosowanie mniejszych podgrzewaczy daje większe możliwości montażowe, szczególnie przy np. trudnych warunkach transportowych (ograniczenia przestrzenne do wprowadzenia podgrzewacza o dużych gabarytach do pomieszczenia technicznego).
Poniżej przedstawiony jest przykład zastosowania trzech podgrzewaczy c.w.u. połączonych w układzie zrównoważenia hydraulicznego (Tichelmanna).



Rys. 4.25. Sposób podłączenia podgrzewaczy pojemnościowych c.w.u. z wbudowaną wężownicą – układ Tichelmanna

4.7.4. Wymagana powierzchnia wymiany ciepła

4.7.4.1. Podgrzewanie c.w.u. w podgrzewaczu pojemnościowym z wbudowaną wężownicą

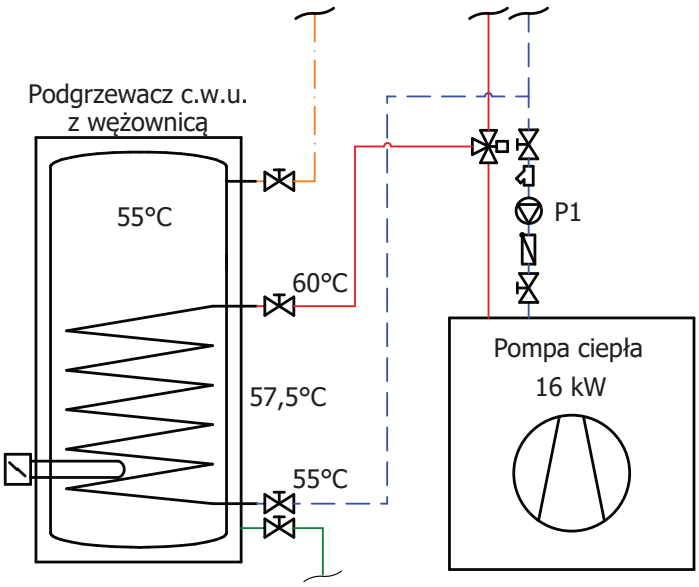
Na rysunku 4.26 przedstawiony jest klasyczny sposób przygotowania c.w.u. poprzez układ z podgrzewaczem pojemnościowym z wbudowaną wężownicą grzewczą. Kluczowym elementem, odpowiadającym za sprawne przekazywanie ciepła między wodą grzewczą a wodą użytkową, jest odpowiednia powierzchnia wężownicy. Pompy ciepła pracują na niskich temperaturach wody grzewczej (zazwyczaj +(35 ÷ 60)°C) i z małą różnicą temperatur między zasilaniem a powrotem wężownicy (Δt ≈ (5 ÷ 7)°C). W związku z tym różnica ΔT między średnią temperaturą wężownicy a podgrzewaną wodą wodociągową (t_{wody} → ≈ 10°C ÷...[2]) jest bardzo mała.

Intensywność przekazywania ciepła zależy właśnie od tej różnicy temperatur ΔT oraz od współczynnika przenikania ciepła wężownicy, który z kolei zależy od rodzaju zastosowanego materiału i prędkości przepływów cieczy, a także powierzchni wymiany ciepła.

Dlatego przy doborze podgrzewacza pojemnościowego z wbudowaną wężownicą, oprócz jego odpowiedniej pojemności, dostosowanej do zapotrzebowania budynku na c.w.u., należy każdorazowo sprawdzić czy powierzchnia wężownicy jest wystarczająca do dobranej mocy pompy ciepła. Taką zależność przedstawia wzór 4.13.

Zgodnie z zaleceniami PORT PC [4.15] jako wartość odniesienia można przyjmować wartość **min. 0,25 m²** powierzchni wężownicy na każdy **1 kW** mocy ładowania podgrzewacza pojemnościowego.

Dodatkowo należy sprawdzić wytyczne producenta, dotyczące wymaganej minimalnej powierzchni wężownicy.



$$A = \frac{P}{k \cdot \Delta T}\ [m^2] \qquad [4.13]$$

A – wymagana minimalna powierzchnia wężownicy [m²]
P – moc grzewcza pompy ciepła [kW]
k – współczynnik przenikania wężownicy [kW/m²·K]
0,4 kW/ m²·K – stal emaliowana (dane producenta)
0,7 kW/ m²·K – stal nierdzewna (dane producenta)
ΔT – różnica temperatur między średnią temperaturą wody grzewczej w wężownicy a wymaganą temperaturą c.w.u.

Przykład doborowy:
P = 16 kW
t_z = + 60°C/t_p = +55°C → $t_{śr}$ = +57,5°C
$t_{c.w.u.}$ = 45°C

$$A_{45} = \frac{16}{0{,}4 \cdot (57{,}5 - 45)} = 3{,}2\ m^2$$

(co stanowi 0,2 m²/1 kW)

Rys. 4.26. Przykład przygotowania c.w.u. w podgrzewaczu pojemnościowym z wbudowaną wężownicą

Warto zwrócić uwagę, że podgrzanie c.w.u. do temperatury +55°C przez pompę ciepła pracującą z mocą 16 kW na parametrach temperaturowych t_z/t_p = 60/55°C jest trudne. Powierzchnia wymiany ciepła wężownicy musiałaby wynosić, przy zakładanej mocy P = 16 kW, A_{55}[3] = 16 m², a więc 1 m² na 1 kW mocy grzewczej.
Drugie szczytowe źródło ciepła (np. grzałka elektryczna, gazowy kocioł wodny) musi mieć zdolność dogrzania c.w.u. do wartości +55°C i okresowo do min. +70°C.

[2] *Wartość końcowa zależna między innymi od wartości temperatury zasilania wężownicy ze źródła ciepła.*

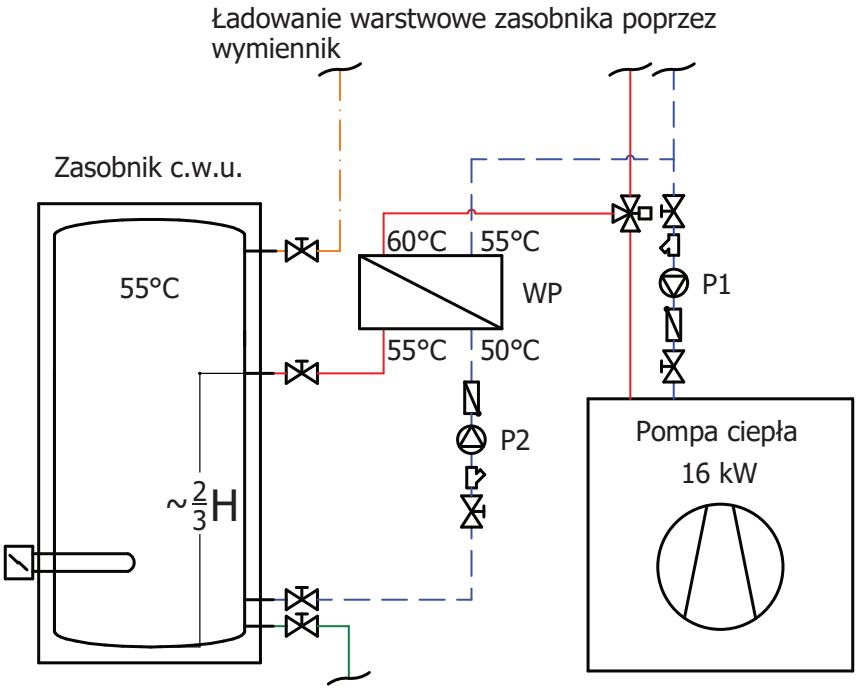
[3] $A_{55} = \frac{16}{0{,}4 \cdot (57{,}5 - 55)} = 16\ m^2$

4.7.4.2. Podgrzewanie c.w.u. za pomocą zewnętrznego wymiennika płytowego współpracującego z zasobnikiem c.w.u.

Inny sposób przygotowania c.w.u. przedstawia rysunek 4.27. Zaletą tego rozwiązania jest możliwość samodzielnego dobrania odpowiedniej wielkości wymiennika przeponowego (np. płytowego), tak aby zapewnić sprawne przekazywanie ciepła w końcowym cyklu podgrzewu c.w.u. Na rysunku zostały przedstawione przykładowe temperatury wody grzewczej do doboru wymiennika, jednak należy pamiętać o zapewnieniu odpowiedniej różnicy temperatur po stronie pompy ciepła i o jej mocy dyspozycyjnej.

Pompa obiegowa P2 musi być pompą przeznaczoną do wody użytkowej, czyli w wykonaniu higienicznym (stal nierdzewna, brąz).

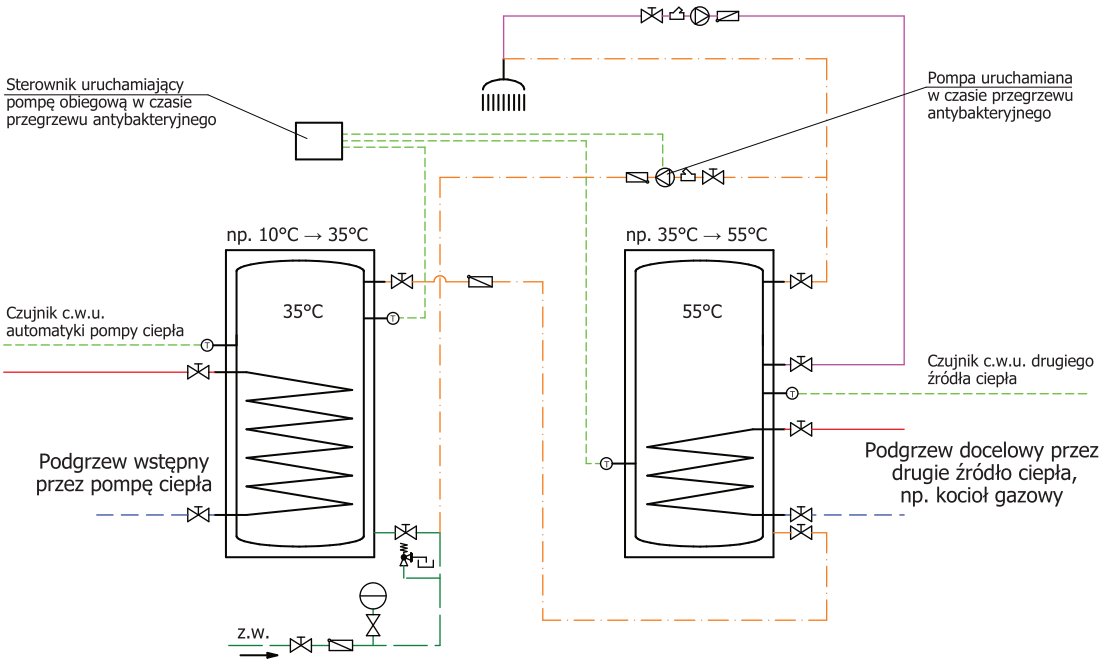
Podgrzana woda użytkowa powinna trafiać do zbiornika mniej więcej w 2/3 wysokości zbiornika, tak aby zapewnić odpowiednią przestrzeń buforową wody już podgrzanej przy króćcu wylotowym na instalację. W przypadku wpięcia w górną część zasobnika dochodziłoby do wychłodzenia już wcześniej podgrzanej wody, szczególnie w czasie rozbioru c.w.u.



Rys. 4.27. Przykład przygotowania c.w.u. poprzez zewnętrzny wymiennik płytowy współpracujący z zasobnikiem c.w.u.

4.7.4.3. Wstępny podgrzew c.w.u. za pomocą pompy ciepła

Jednym ze sposobów przygotowania c.w.u. za pomocą pompy ciepła, z wykorzystaniem źródła szczytowego, jest podgrzew dwustopniowy. W pierwszym stopniu zimna woda jest wstępnie podgrzewana w zbiorniku zasilanym przez pompę ciepła. Następnie wstępnie podgrzana woda dogrzewana jest w zbiorniku szczytowym, gdzie dogrzew docelowy (drugi stopień podgrzewu) odbywa się za pomocą źródła szczytowego (np. kotła gazowego, węzła cieplnego itd.). To rozwiązanie stosowane jest szczególnie w obiektach o dużym zapotrzebowaniu na c.w.u., zwłaszcza we współpracy z powietrznymi pompami ciepła. W przedstawionym przykładzie funkcję przegrzewu antybakteryjnego pełni źródło szczytowe, natomiast przeładowanie gorącej wody do zbiornika pompy ciepła odbywa się za pomocą termostatu różnicowego, który uruchamia pompę przeładowującą w celu wyrównania temperatury wody w obu zbiornikach.



Rys. 4.28. Przykład przygotowania c.w.u. w systemie podgrzewu dwustopniowego z wykorzystaniem drugiego źródła ciepła

4.7.8. Podsumowanie

Pompy ciepła są dobrym źródłem ciepła do przygotowania c.w.u., niemniej zawsze trzeba pamiętać o charakterystyce tego źródła ciepła, o ograniczeniach temperaturowych oraz zastosowaniu szczytowego źródła ciepła. Pojemnościowy podgrzewacz c.w.u. musi mieć zwiększoną powierzchnię wymiany ciepła wężownicy.

Projektant zawsze musi tak zwymiarować źródło ciepła, aby uzyskać możliwość podgrzewu c.w.u. do temperatury min. +55°C oraz zapewnić przegrzew (> +70°C), aby zrealizować dezynfekcję termiczną.

4.8. Zastosowanie pompy ciepła w układach chłodzenia

4.8.1. Chłodzenie powierzchniowe

Pompy ciepła wraz z współpracującymi z nimi instalacjami mogą być wykorzystywane w okresie letnim do odbioru wewnętrznych i zewnętrznych zysków ciepła z pomieszczeń. Do realizacji procesu chłodzenia szczególnie preferowane są instalacje powierzchniowe (podłogowa, ścienna, sufitowa), ale także klimakonwektory, czy belki grzewczo-chłodzące.

Przy wymiarowaniu chłodzenia powierzchniowego należy przede wszystkim pamiętać, aby temperatura powierzchni chłodzącej nie była nigdy niższa aniżeli temperatura punktu rosy, gdyż wykroplenie wody na powierzchni ma destrukcyjne działanie, powoduje dyskomfort, a także może (w przypadku podłogi) spowodować zagrożenie dla zdrowia (śliska podłoga). Należy zatem monitorować temperaturę oraz wilgotność powietrza i w funkcji tych dwóch parametrów regulować temperaturę wody zasilającej powierzchnię chłodzącą. Najczęściej taka regulacja realizowana jest za pomocą zaworu mieszającego, współpracującego ze sterownikiem odczytującym temperaturę i wilgotność w pomieszczeniu reprezentatywnym.

Standardowo instalacja chłodzenia powierzchniowego pracuje z temperaturą zasilania t_z = (17 ÷ 20)°C i różnicą temperatur między zasilaniem a powrotem na poziomie $\Delta t = t_p - t_z \approx 5$°C.

W budynkach mieszkalnych temperatury powierzchni chłodzących nie powinny być niższe aniżeli [4.25]:

- chłodzenie podłogowe: +19°C
- chłodzenie ścienne: +20°C
- chłodzenie sufitowe: +16°C

Możliwa zdolność odbioru ciepła przez powierzchnie chłodzące wg [4.25] wynosi:

- podłoga: około 35 W/m^2
- ściana: około 35 ÷ 50 W/m^2
- sufit: od 50 ÷ 110 W/m^2

Zdolność odbioru ciepła można określić posługując się wzorem:

$$q_H = \alpha \cdot (t_i - t_F)\ [\mathrm{W/(m^2\ K)}] \qquad [4.14]$$

gdzie:

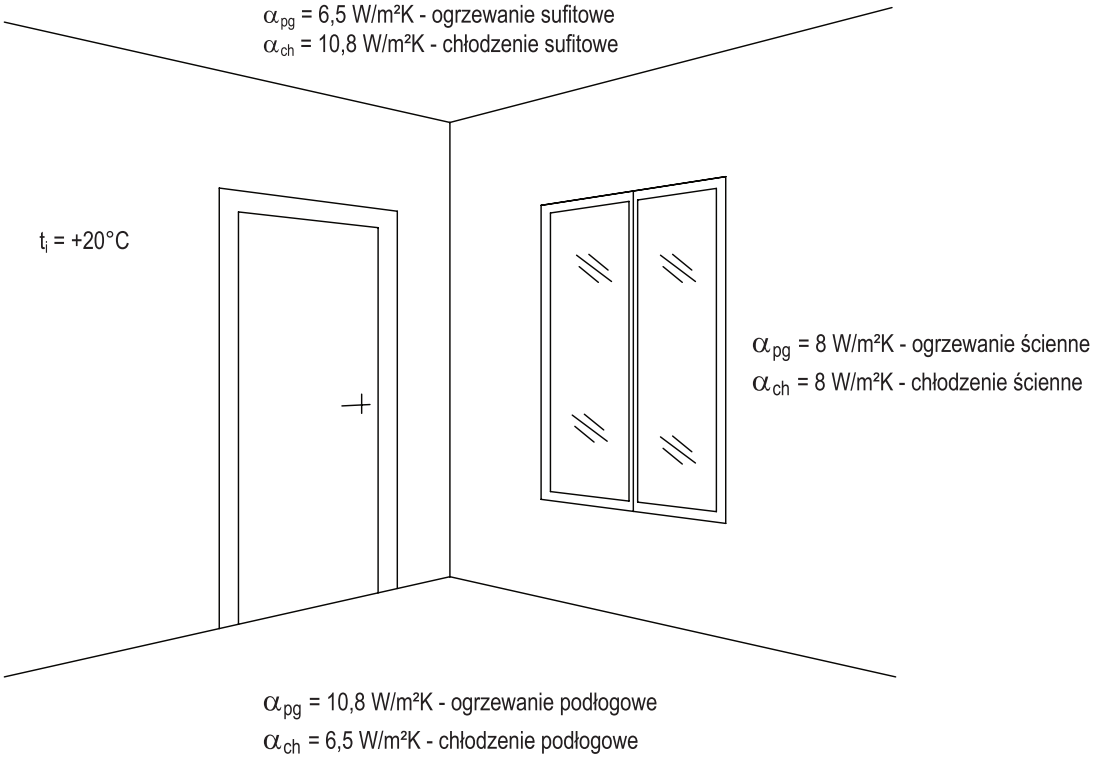
α - współczynnik przejmowania ciepła [W/(m^2 K)]

t_i – temperatura powietrza wewnętrznego [°C, K]

t_F – temperatura powierzchni chłodzącej [°C, K]

W opracowaniach [4.25, 4.26] współczynnik przejmowania ciepła (przy chłodzeniu) posadzki określony jest na α = 6,5 W/(m^2 K), zatem dla temperatury powierzchni chłodzącej t_F = 19°C i temperatury powietrza wewnętrznego t_i = 24°C, wartość jednostkowej mocy chłodzenia wyniesie: q_H = 6,5 [W/(m^2 K)] x (24 – 19) [Δ°C = ΔK] = 32,5 W/m^2.

Na poniższym rysunku podane są wartości współczynników przejmowania ciepła w zależności od zastosowanego rodzaju ogrzewania/chłodzenia płaszczyznowego.

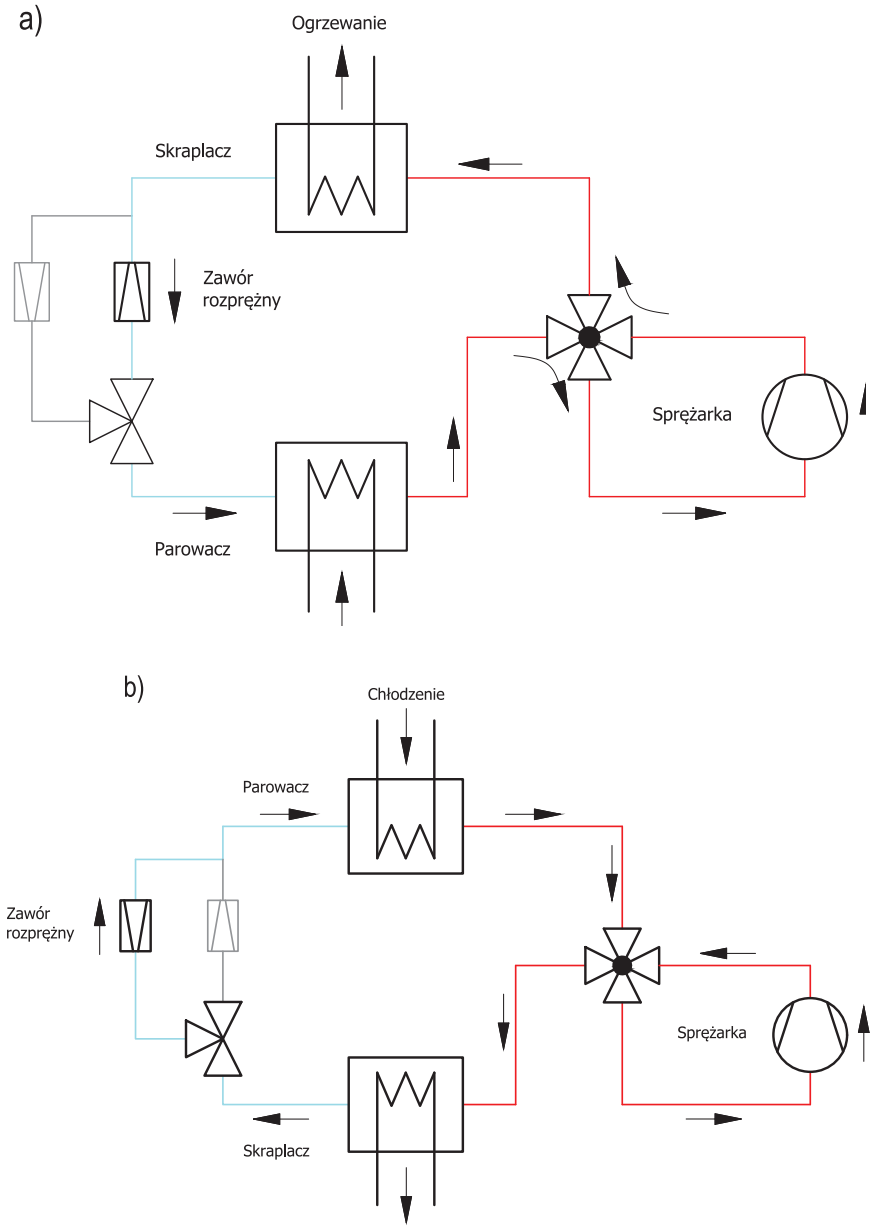


Instalacja grzewczo–chłodząca musi być wyposażona w regulację realizującą oba procesy. Na etapie projektowania trzeba zwrócić uwagę na wielkość projektowych strat ciepła (zima) oraz projektowych zysków ciepła (lato). Jedna z tych wartości determinować będzie zwymiarowanie i dobór systemu.

4.8.2. Pompa ciepła jako źródło chłodzenia

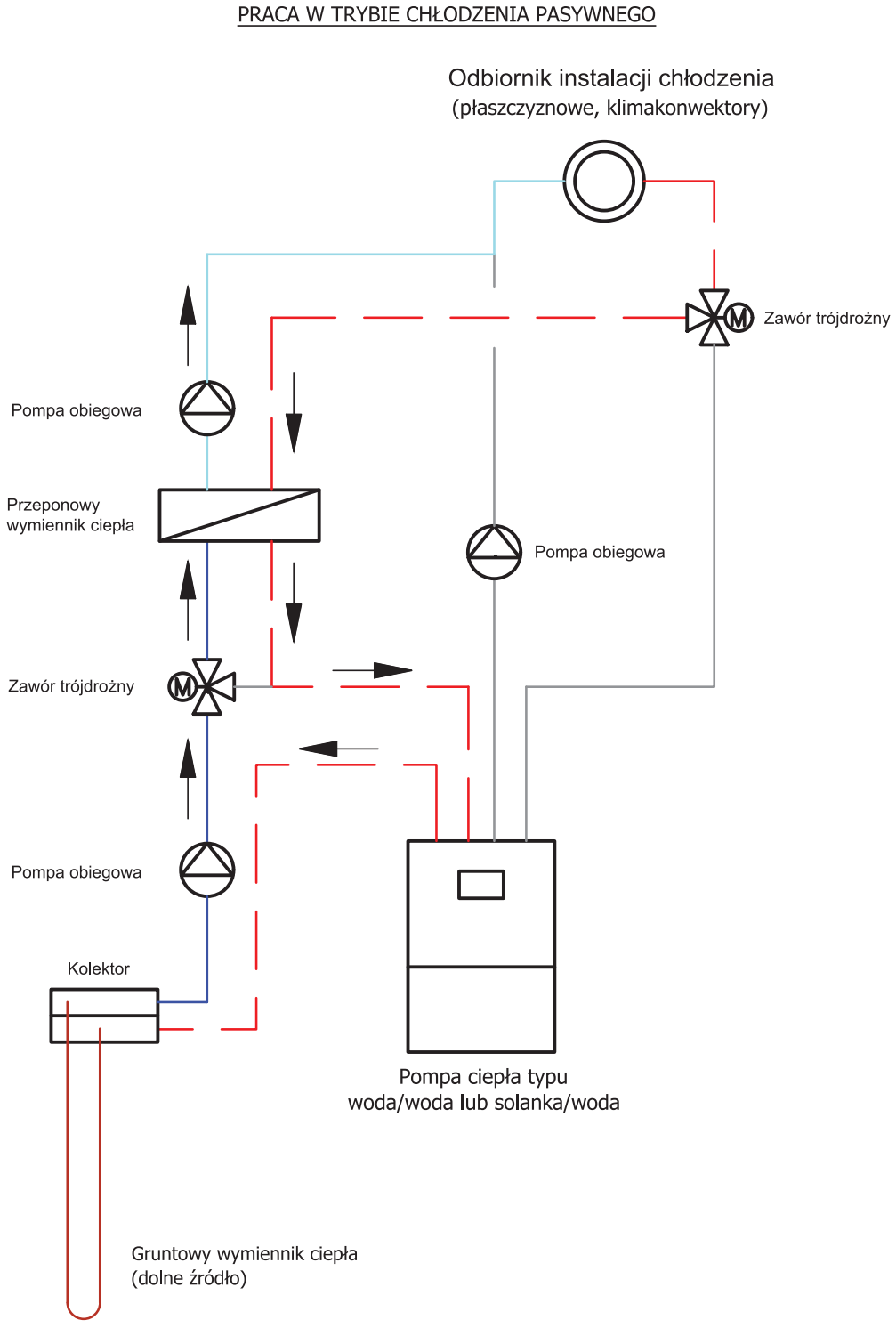
Obecnie oferowane na rynku pompy ciepła mogą pracować nie tylko w funkcji grzania, ale także chłodzenia (układy rewersyjne). Schematyczny obieg czynnika chłodniczego w rewersyjnej pompie ciepła przedstawiony jest na poniższym rysunku [4.29]. W takim rozwiązaniu realizowane jest chłodzenie aktywne, angażujące układ chłodniczy z pracą sprężarki.

Pompy ciepła firmy Brötje są wyposażone w układy rewersyjne, a automatyka sterująca umożliwia pracę zarówno w trybie grzania jak i chłodzenia, przy czym niemożliwa jest jednoczesna praca w trybie grzania i chłodzenia. Możliwa jest natomiast jednoczesna praca w trybie chłodzenia oraz przygotowania c.w.u. [4.13]. Należy pamiętać, iż podgrzew c.w.u. realizowany jest bezpośrednio z instalacji pompy ciepła, z pominięciem zbiornika buforowego.



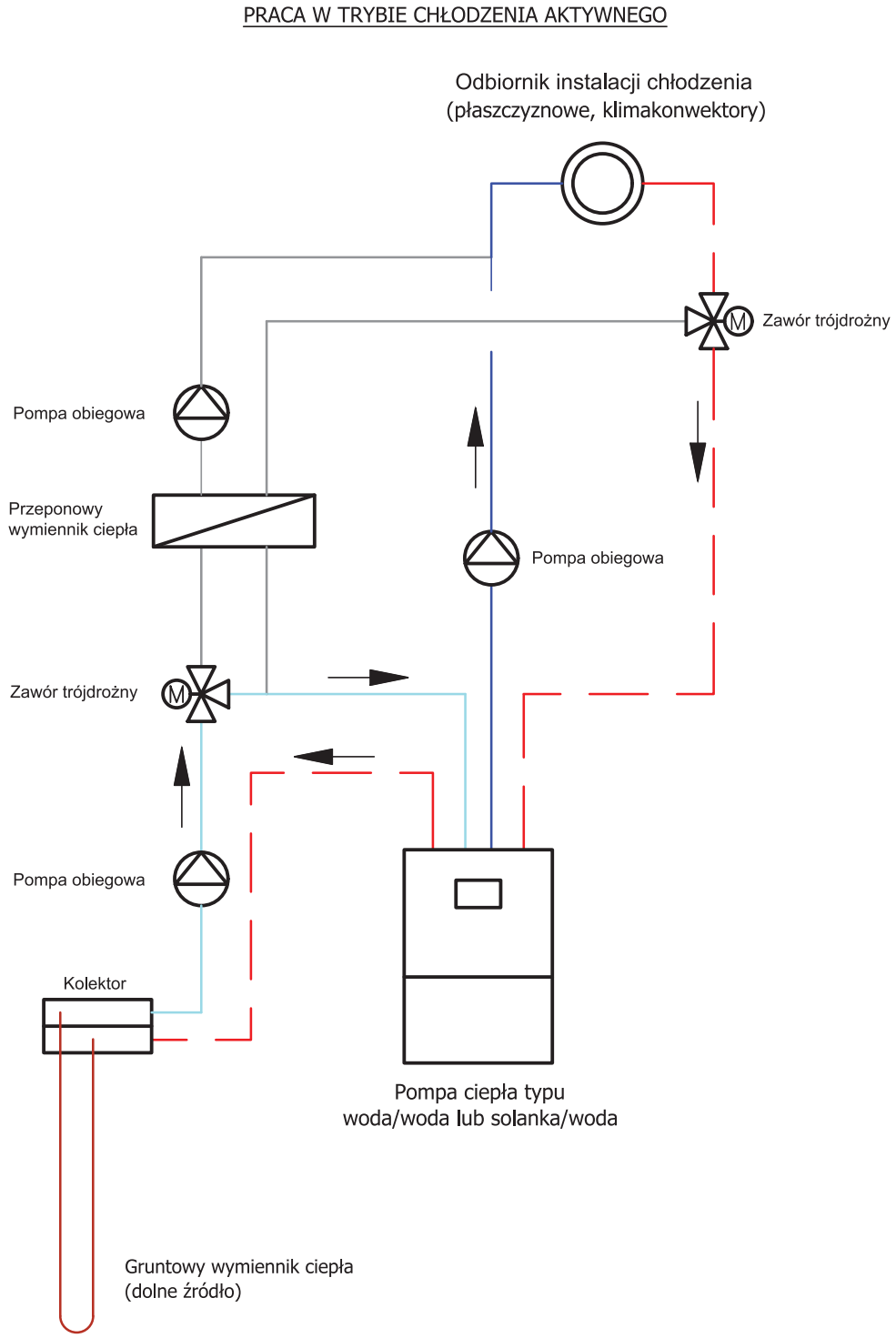
Rys. 4.29. Ideowe schematy obiegu czynnika roboczego w rewersyjnej pompie ciepła – a) grzanie, b) chłodzenie. Na podstawie [4.27]

Geotermia jako dolne źródło umożliwia pracę w trybie chłodzenia pasywnego, z pominięciem układu sprężarkowego. Chłodzenie pasywne wykorzystuje niską temperaturę gruntu lub wody gruntowej do zasilania instalacji chłodzenia przez wymiennik przeponowy. Wymiennik przeponowy rozdziela zewnętrzną instalację gruntową (glikolowa, solanka) i wewnętrzną wodną. Chłodzenie pasywne jest bardzo korzystne ekonomicznie, ponieważ jest związane tylko z pracą wodnych pomp obiegowych. Pracę układu w trybie pasywnym przedstawia rysunek 4.30.



Rys. 4.30. Schemat ideowy pracy układu w systemie pasywnym. Na podstawie [4.27]

Gdy moc chłodnicza dolnego źródła ciepła, w trybie chłodzenia pasywnego, staje się niewystarczająca (wzrost temperatury gruntu, wzrost wewnętrznych i zewnętrznych zysków ciepła w budynku), układ przechodzi w tryb pracy aktywnego chłodzenia z załączeniem pompy ciepła. Schemat pracy pompy ciepła w układzie aktywnym pokazany jest poniżej na rysunku 4.31.



Rys. 4.31. Schemat ideowy pracy układu w systemie aktywnym. Na podstawie [4.27]

Wykorzystując gruntową pompę ciepła w trybie chłodzenia aktywnego, należy pamiętać o odpowiednim zwymiarowaniu gruntowego wymiennika ciepła. Ilość energii cieplnej odprowadzanej do gruntu jest w tym przypadku sumą obciążenia chłodniczego budynku oraz energii pobieranej przez sprężarkę pompy ciepła.

4.8.3. Uwagi ogólne

1. Mocy chłodzenia pasywnego i aktywnego nie sumuje się. Układ pracuje w jednym albo drugim trybie.
2. Temperatura powierzchni chłodzących (płaszczyznowych) nie może być niższa aniżeli temperatura punktu rosy powietrza wewnętrznego.
3. Chłodzenie powierzchni realizowane jest przez system przewodów rurowych, który w okresie zimowym służy ogrzewaniu. Przy wymiarowaniu instalacji należy ustalić, który bilans cieplny (ogrzewanie/chłodzenie) jest dominujący i dla tego stanu zwymiarować przepływy, a więc instalację, układy pompowe i armaturę. Należy wziąć pod uwagę, iż zwyczajowo instalacja grzewcza pracuje z różnicą temperatury zasilania i powrotu na poziomie $\Delta t_g \approx$ (10-15)°C, natomiast ta różnica w procesie chłodzenia jest niższa i przyjmowana jest na poziomie $\Delta t_{ch} \approx 5$°C.
4. Należy zawsze zapewniać minimalne przepływy wody przez pompę ciepła, określone przez producenta.
5. Pompy ciepła mają możliwość zapewnienia chłodzenia pomieszczeń oraz przygotowania c.w.u., przy czym zasilanie podgrzewacza c.w.u. musi być realizowane bezpośrednio z pompy ciepła, z pominięciem zasobnika buforowego.
6. W trybie chłodzenia płaszczyzna sufitowa (w porównaniu z podłogą i ścianą) jest najbardziej wydajna (α = 10,8 W/(m^2 K), natomiast w trybie grzania jej zdolność cieplna jest najniższa (α = 6,5 W/(m^2 K).

4.9. Akustyka

4.9.1. Wstęp

Jednostka zewnętrzna pompy ciepła zawiera maszyny przepływowe (sprężarka, wentylator), które są źródłem emisji hałasu[1]. Pomimo coraz lepszych rozwiązań ograniczających moc emitowanego dźwięku, nadal może stanowić on poważny powód dyskomfortu dla człowieka, szczególnie w godzinach ciszy nocnej. Odbiór dźwięku ze względu na moc emisji, kierunkowość i charakter w poszczególnych pasmach częstotliwości może być bardzo różny.

Dźwięk jest falą rozchodzącą się w ośrodku sprężystym. Ze względu na ośrodek możemy rozróżnić dwa najczęściej występujące rodzaje dźwięku: materiałowy (przenoszony przez materię stałą – np. elementy konstrukcyjne budynku) oraz powietrzny. Powstawanie dźwięków powietrznych jest konsekwencją drgań mechanicznych lub turbulentnego przepływu gazu.

Dźwięk w naszym życiu może wywoływać pozytywne odczucia (np. muzyka), ale może również być źródłem negatywnych odczuć. Dźwięk niepożądany, nieprzyjemny, dokuczliwy staje się hałasem. Hałas, szczególnie długotrwały i o wysokim natężeniu, jest szkodliwy dla zdrowia człowieka.

Na własnym terenie i w odniesieniu do własnych źródeł hałasu wymagania środowiskowe nie obowiązują, natomiast Właściciel/ /Zarządca nieruchomości zobowiązany jest do ograniczenia emisji hałasu na granicy działki do wartości wskazanych w przepisach środowiskowych podanych w rozporządzeniu [4.28].

Wymagania środowiskowe w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu.

Rozporządzenie [4.28] określa między innymi dla wyposażenia technicznego obiektów następujące graniczne wartości:

- dopuszczalnego poziomu hałasu [dB] w przedziale czasu odniesienia równego ośmiu najmniej korzystnym godzinom dnia kolejno po sobie następującym ($L_{Aeq\ D}$);
- dopuszczalnego poziomu hałasu [dB] w przedziale czasu odniesienia równemu jednej najmniej korzystnej godzinie nocy ($L_{Aeg\ N}$);
- dopuszczalnego długookresowego średniego poziomu dźwięku A w [dB] w przedziale czasu odniesienia równemu wszystkim dobom w roku (L_{DWN});
- dopuszczalnego długookresowego średniego poziomu dźwięku A w [dB] w przedziale czasu odniesienia równemu wszystkim porom nocy (L_N).

Poniżej podano wartości $L_{Aeq\ D}$, $L_{Aeg\ N}$, L_{DWN}, L_N dla wybranych rodzajów terenu. Przy określaniu maksymalnej wartości emisji hałasu (L_p[2] – ciśnienia akustycznego) na granicy z urządzenia jakim jest np. powietrzna pompa ciepła, należy dążyć do spełnienia wymogu $L_P < L_{Aeg\ N}$ i $< L_N$.

Rodzaj terenu	$L_{Aeq\ D}$ [dB]	$L_{Aeg\ N}$ [dB]	L_{DWN} [dB]	L_N [dB]
Tereny zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej	50	40	50	40
Tereny zabudowy mieszkaniowej wielorodzinnej i zamieszkania zbiorowego	55	45	55	45
Tereny w strefie śródmiejskiej miast powyżej 100 tys. mieszkańców	55	45	55	45

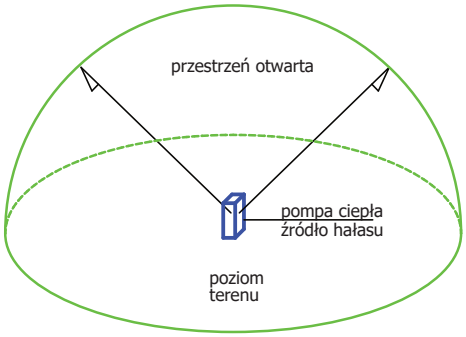
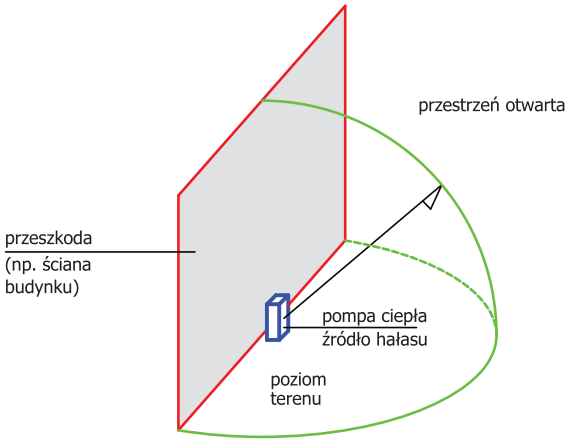
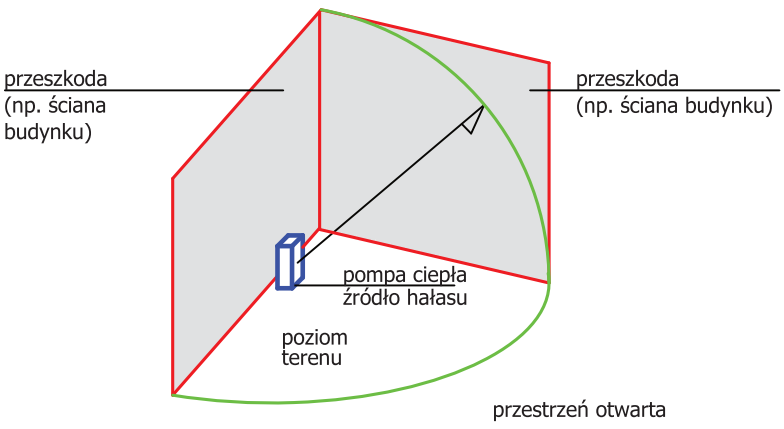
Warto zwrócić uwagę, iż tereny zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej są uprzywilejowane i graniczne wartości hałasu są dla nich niższe w porównaniu z zabudową wielorodzinną i śródmiejską.

4.9.2. Rozchodzenie się dźwięku w środowisku zewnętrznym

W zastosowaniach powietrznych pomp ciepła mamy do czynienia głównie z zewnętrznym punktowym źródłem hałasu (agregat ze sprężarką i wentylatorem), dla którego czoło fali akustycznej ma kształt kuli.

[1] W rozumieniu niepożądanego wrażenia słuchowego wywołanego drganiami akustycznymi.
[2] De facto to wartość ciśnienia akustycznego (L_p) wynikające z jednoczesnej emisji hałasu wszystkich urządzeń wyposażenia technicznego budynku (np. pompy ciepła, wentylatora dachowego, centrali wentylacyjnej itd.).

Ta sferyczna emisja hałasu jest jednak ograniczona terenem, w posadowieniu przy budynku również przegrodami ścian. W związku z tym emisja hałasu zawęża się i ukierunkowuje na przestrzeń otwartą. Ukierunkowanie emisji hałasu określa współczynnik kierunkowości „Q". Wartość „Q" podano dla trzech poniższych przykładów:

Lokalizacja źródła hałasu (agregatu pompy ciepła)	Współczynnik kierunkowości
Pompa ciepła posadowiona na otwartej przestrzeni. Dźwięk rozchodzi się po powierzchni 1/2 kuli. 	Q = 2
Pompa ciepła posadowiona przy ścianie budynku. Dźwięk rozchodzi się po powierzchni 1/4 kuli. 	Q = 4
Pompa ciepła posadowiona przy dwóch prostopadłych ścianach budynku. Dźwięk rozchodzi się po powierzchni 1/8 kuli. 	Q = 8

Jak można zauważyć - im bardziej ograniczone jest rozchodzenie się fali dźwiękowej, tym jej natężenie jest wyższe (ta sama energia dźwięku rozchodzi się w mniejszej przestrzeni i z ograniczoną kierunkowością).

4.9.3. Moc i ciśnienie akustyczne

Do zrozumienia uciążliwości hałasu należy zrozumieć różnicę dwóch parametrów charakterystycznych – mocy i ciśnienia akustycznego.

Moc akustyczna mówi o ilości energii przekazywanej przez źródło hałasu do otoczenia. Ta energia wywołuje w powietrzu drgania akustyczne cząsteczek, które z kolei poprzez chwilową zmianę ciśnienia powodują odbierany przez zmysł słuchu efekt dźwiękowy.

Ze względu na ograniczoność poradnika pomija się w nim zagadnienia, takie jak: częstotliwość i długość fali, pole akustyczne, charakterystykę widmową, korekty wrażliwości ludzkiego ucha itd. Więcej informacji na temat akustyki w budownictwie i środowisku można znaleźć między innymi w pozycji [4.29].

4.9.3.1. Moc akustyczna

Moc akustyczna to parametr charakteryzujący źródło dźwięku. To ilość energii akustycznej wyemitowana ze źródła w jednostce czasu. Poziom mocy akustycznej podawany jest w skali logarytmicznej z odniesieniem do wartości $W_o = 10^{-12}$ W. Poziom mocy akustycznej przedstawia zależność:

$$L_w = 10\ log\ \frac{W}{W_o} \qquad [4.15]$$

Jednostką poziomu mocy akustycznej jest decybel [dB].

4.9.3.2. Ciśnienie akustyczne

Fala mechaniczna rozchodząca się w powietrzu (drgania akustyczne cząsteczek) powoduje zagęszczanie i rozrzedzanie ośrodka (powietrza), co powoduje powstanie chwilowych różnic ciśnienia w punkcie przejścia fali, a statycznym ciśnieniem atmosferycznym. **Różnica ta to ciśnienie akustyczne.**

Zmiana ciśnienia wywołuje w zmyśle słuchu człowieka doznanie dźwiękowe. Nasz narząd słuchu rejestruje ciśnienie akustyczne w szerokim zakresie – od 20 µPa do 200.000.000 µPa. Ze względu na szeroką rozpiętość, parametr ciśnienia akustycznego przedstawia się w skali logarytmicznej w stosunku do wartości odniesienia, którą jest po = 20 µPa. Poziom ciśnienia akustycznego przedstawia zależność:

$$L_p = 10\ log\ (\frac{p}{p_o})^2 \qquad [4.16]$$

Jednostką poziomu ciśnienia akustycznego, podobnie jak w przypadku mocy akustycznej, jest decybel [dB].

4.9.3.3. Słyszalny poziom dźwięku w określonej odległości od źródła

Jak wspomniano – nasze ucho rejestruje ciśnienie akustyczne o określonym zakresie. Energia dźwięku, emitowanego przez źródło zmniejsza się – jest rozpraszana, pochłaniana (np. przez roślinność). Część fali dźwiękowej ulega odbiciu od przeszkód.
Niemniej, aby w sposób uproszczony określić poziom dźwięku w określonej odległości od źródła, wystarczy określić trzy wielkości:

- L_w - poziom mocy akustycznej, podawanej przez producenta [dB]
- r - odległość odbiornika od źródła dźwięku [m]
- Q - współczynnik kierunkowości [-]

Znając te dane, można określić poziom ciśnienia akustycznego [dB] w środowisku zewnętrznym, odbieranego przez odbiornik, a zlokalizowanego np. na granicy działki.

$$L_p = L_w + 10 \times log\left(\frac{Q}{4 \cdot \pi \cdot r^2}\right) \quad [4.17]$$

Przykład. Moc akustyczna emitowana przez pompę ciepła (podana przez producenta) wynosi 60 dB. Pompa ciepła zamontowana jest na ścianie zewnętrznej budynku jednorodzinnego (współczynnik kierunkowości Q = 4). Odległość pompy ciepła od granicy działki wynosi r = 7 m.

W zabudowie jednorodzinnej wartość graniczna wynosi: $L_{Aeg\ N}$ = 40 dB. Zatem poziom hałasu emitowany przez pompę ciepła, na granicy działki nie powinien przekraczać, szczególnie w okresie nocnym, tej wartości.

Wartość ciśnienia akustycznego wyniesie:

$$L_p(7\ m) = 60 + 10 \times log\left(\frac{4}{4 \cdot \pi \cdot 7^2}\right) = 38\ dB < 40\ dB$$

Można przyjąć, iż lokalizacja źródła hałasu (pompy ciepła) nie przekroczy dopuszczalnych wartości na granicy działki i nie będzie uciążliwa dla sąsiadów.

4.9.4. Lokalizacja źródła ciepła wewnątrz budynku

Rozprzestrzenianie się dźwięku w pomieszczeniach jest znacznie bardziej złożone niż w polu swobodnym (zewnętrznym). Przestrzeń zamknięta, którą ograniczają ściany i stropy powoduje wielokrotne odbicia. Do odbiorcy docierają zarówno fale bezpośrednie, jak i odbite.

W związku z tym źródeł hałasu nie montuje się w pomieszczeniach mieszkalnych. Urządzenia należy montować w pomieszczeniach technicznych, odpowiednio przygotowanych również pod względem akustycznym (odpowiednia izolacyjność akustyczna przegród, możliwie wysoka chłonność akustyczna). Duże znaczenie ma posadowienie urządzeń na masywnym podłożu, a nie lekkiej konstrukcji. Należy pamiętać, iż dźwięk może przenosić się nie tylko powietrznie, ale również materiałowo.

4.9.5. Wskazówki ograniczenia emisji hałasu

Lokalizacja oraz sposób montażu jednostki zewnętrznej powietrznej pompy ciepła ma istotne znaczenie na poziom odbioru hałasu. Poniżej przedstawiono podstawowe zalecenia:

Lokalizacja jednostki zewnętrznej	Należy dążyć do zlokalizowania źródła hałasu po stronie budynku, gdzie emisja tego hałasu będzie najmniej uciążliwa dla samych użytkowników budynku, jak i dla użytkowników budynków sąsiednich. Warto zwrócić uwagę na lokalizację np. sypialni, pomieszczeń pracy itp. Unikać montażu w bezpośrednim sąsiedztwie okien.
	Należy unikać montażu jednostki zewnętrznej pompy ciepła w sąsiedztwie przegród ograniczających rozchodzenie się dźwięku (np. ściany budynku, zadaszenie, naroża itp.). Wszelkie ograniczenia zwiększają wartość współczynnika kierunkowości (Q) i powodują zwiększenie wartości ciśnienia akustycznego (zgodnie ze wzorem 4.17)
	Należy zapewnić prawidłową cyrkulację powietrza i prawidłowy przepływ powietrza przez jednostkę wewnętrzną. Zwiększenie oporów powietrza (np. montaż zbyt blisko ściany) może wpłynąć na niekorzystną pracę wentylatora.
	Rozchodzenie dźwięku w kierunku granicy działki można ograniczyć poprzez postawienie ekranów (np. ściana, mur, palisada, gęsta roślinność). Elementy te chronią przestrzeń granicy poprzez odbicie dźwięku oraz jego pochłanianie.
	Jeżeli jednostka lokalizowana jest wewnątrz budynku, to należy wybrać pomieszczenie techniczne, które nie sąsiaduje np. z sypialniami. Zaleca się stosować elementy tłumiące – wibroizolatory, wytłumienia przegród od wewnątrz.
	Jeżeli miejsce lokalizacji agregatu może wiązać się z ryzykiem przekroczenia wartości dopuszczalnych emisji hałasu, to można zastosować elementy i obudowy dźwiękochłonne, przy czym w takiej sytuacji wskazana jest konsultacja z akustykiem.
Sposób montażu urządzenia	Należy stosować do montażu elementy odseparowujące urządzenie od konstrukcji budynku (ograniczenie przenoszenia dźwięków materiałowych) – np. wibroizolatory (stopy tłumiące).
	Podłoże pod montaż pompy ciepła musi być odpowiednio przygotowane, zgodnie z wytycznymi producenta.
	Przewody rurowe zabezpieczyć przed drganiami, przepusty wypełnić masą elastyczną.

4.10. Sterowanie i automatyka

4.10.1. Wstęp

Podstawą doboru pompy ciepła są: cel jej zastosowania oraz projektowe warunki w jakich będzie pracować. W przypadku funkcji ogrzewania i układu monowalentnego będą to warunki obliczeniowe z temperaturą zewnętrzną, która, w zależności od strefy klimatycznej, przyjmuje wartość z zakresu t_e = - (16 ÷ 24)°C. W przypadku biwalentnego sposobu pracy będzie to temperatura punktu biwalentnego. Zakładane parametry występują jednak w krótkim czasie w przeciągu całego sezonu grzewczego, dlatego niezmiernie ważne jest dostosowanie mocy źródła (pompy ciepła) do bieżących potrzeb.

Podstawowym zadaniem regulacji jest dostosowanie mocy pompy ciepła do bieżącej potrzeby, jednocześnie z możliwie niskim zużyciem energii napędowej oraz zapewnieniem bezpiecznej i nieszkodliwej pracy dla samego urządzenia.

Dostępne są liczne metody regulacji, niemniej najczęściej stosowane to:

- przerywana praca sprężarki (praca dwustanowa – załącz/wyłącz);
- regulacja prędkości obrotowej wału sprężarki (inwerterowa).

Układy sprężarkowe mają pewną zdolność do samoregulacji, czyli samorzutnego dostosowywania się do zmienionych warunków pracy. Jednakże ze względu na wahania temperatury, spadek sprawności sprężarki, wzrost zużycia mocy napędowej nie jest to zadowalające rozwiązanie i jako takie nie jest samo stosowane.

W układach biwalentnych do wsparcia źródła ciepła stosowane są między innymi grzałki elektryczne, które również wymagają sterowania w trybie pracy załącz/wyłącz z zachowaniem akceptowalnej histerezy.

Należy również pamiętać o innych wymaganiach w zakresie sterowania w układach ogrzewania i przygotowania ciepłej wody użytkowej.

4.10.2. Regulacja pracy sprężarek

4.10.2.1. Dwustanowa (załącz/wyłącz)

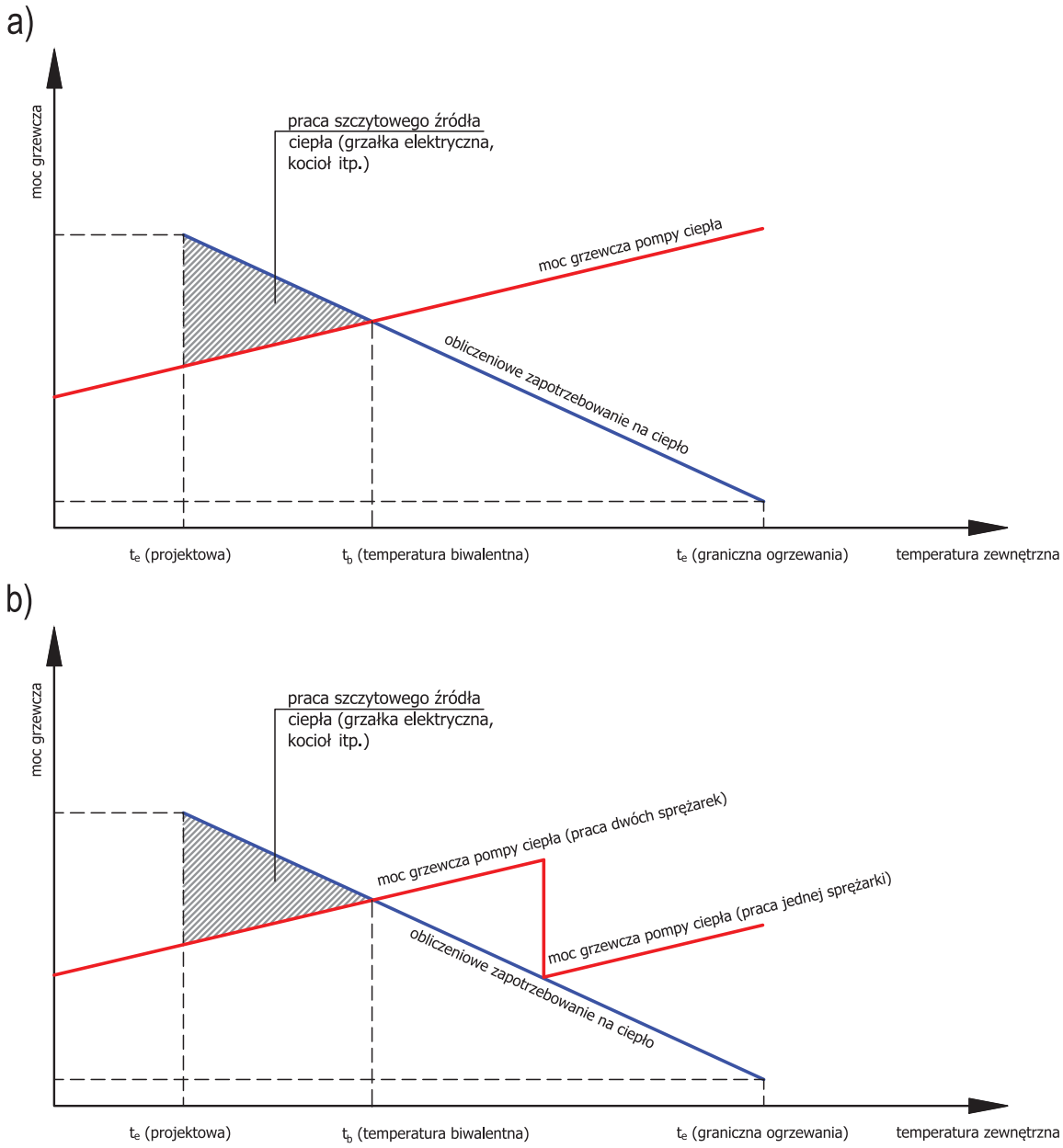
Regulacja dwustanowa jest oparta na ograniczonym wykorzystaniu samoregulacji oraz czasowym załączaniu i wyłączaniu sprężarki. W tym trybie występują odchyłki dodatnie i ujemne od nominalnych parametrów (temperatur, ciśnień, mocy) pracy układu.

W układzie pracy włącz/wyłącz bardzo istotne jest zapewnienie odpowiednio długiego okresu pracy sprężarki i odpowiednio długiego okresu przerwy w jej pracy po wyłączeniu. Każdy rozruch sprężarki wiąże się z jej obciążeniem, zwiększonym poborem mocy, podwyższeniem temperatury uzwojeń silnika. Z pracą sprężarki związany jest również obieg oleju wewnątrz niej oraz w instalacji czynnika chłodniczego. Sprężarka zostaje w pełni smarowana dopiero po pewnym czasie od jej uruchomienia, dlatego niezmiernie istotne jest zapewnienie jej możliwie długiego czasu ciągłej pracy.

W pracy pompy ciepła należy dążyć do ograniczenia liczby załączeń sprężarki. Akceptowalną ilość załączeń pompy ciepła w ciągu godziny określa producent pompy ciepła. W literaturze zakres ten podawany jest bardzo szeroko (od 3 do 10 załączeń na godzinę).

Dobre warunki pracy pompy ciepła w trybie regulacji włącz/wyłącz zapewnia odpowiednio duża bezwładność cieplna instalacji grzewczej. W przypadku systemu wodnego centralnego ogrzewania – odpowiednia pojemność wodna instalacji. Praktycznie w układach z pompami ciepła sterowanymi w trybie dwustanowym konieczne jest zastosowanie zbiornika buforowego o odpowiedniej pojemności wodnej. Więcej informacji na temat doboru i sposobu włączenia zbiornika buforowego zawiera rozdział 4.6 niniejszego poradnika.

W przypadku zastosowania pompy ciepła z jedną sprężarką pracującą w trybie włącz/wyłącz, pokrycie zapotrzebowania na ciepło przedstawia wykres poniżej (rysunek 4.32 a). Pompa ciepła pracuje w układzie biwalentnym z drugim źródłem ciepła. Jak można zauważyć dla temperatury zewnętrznej $t_e > t_b$ (punktu biwalentnego) moc cieplna pompy ciepła jest wyższa od zapotrzebowania na ciepło do pokrycia strat ciepła. Szczególnie w wyższych temperaturach zewnętrznych (zapotrzebowanie na ciepło spada) sprężarka narażona jest na coraz krótszą pracę i częstsze wyłączanie. W tych okresach szczególne znaczenie ma poprawne dobranie pompy ciepła i określenie zładu czynnika grzewczego (zbiornik buforowy).



Rys. 4.32. Praca pompy ciepła a) z jedną sprężarką sterowaną w trybie załącz/wyłącz; b) z dwiema sprężarkami sterowanymi w trybie załącz/wyłącz. Na podstawie [4.9].

Na rysunku 4.33 b) przedstawiona jest praca pompy ciepła, która wyposażona jest w dwie sprężarki sterowane trybem załącz/wyłącz. Pompa ciepła pracuje w układzie skokowym. W wyższych temperaturach zewnętrznych pracuje jedna sprężarka. Wraz ze wzrostem zapotrzebowania na ciepło, załącza się druga sprężarka. Gdy moc układu sprężarkowego jest niewystarczająca następuje dodatkowy podgrzew przez szczytowe źródło ciepła.

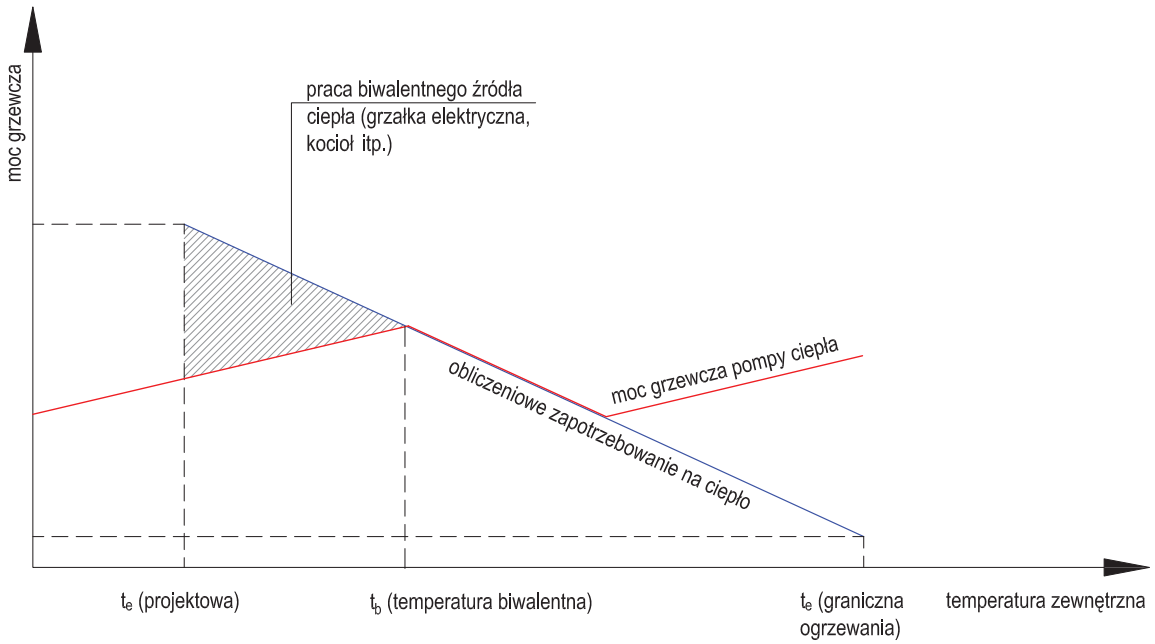
Rozwiązanie z pompami wielosprężarkowymi w porównaniu do pomp jednosprężarkowych, choć droższe inwestycyjnie, jest bardziej przyjazne dla mechaniki pracy układu. Jest to rozwiązanie tańsze eksploatacyjnie - wiąże się z mniejszym prądem rozruchowym (w jednym czasie załącza się jedna sprężarka o mniejszym zapotrzebowaniu na energię elektryczną), a także zwiększa pewność działania oraz żywotność sprężarek.

4.10.2.2. Regulacja inwerterowa

Regulacja inwerterowa polega na dostosowaniu mocy sprężarki do chwilowego obciążenia cieplnego poprzez zmianę strumienia masy czynnika przetłaczanego przez sprężarkę. Układ może pracować w sposób ciągły (bezstopniowy) lub nieciągły.

Obecnie niemalże wszystkie sprężarki są bezpośrednio sprzęgnięte z wirnikiem silnika elektrycznego. Regulacja prędkości obrotowej wału sprężarki związana jest z regulacją prędkości obrotowej wirnika silnika.

Praca bez znacznych wahań temperatury jest możliwa tylko przy zapewnieniu płynnej i ciągłej regulacji mocy grzewczej.



Rys. 4.33. Praca pompy ciepła z regulacją płynną, inwerterową. Na podstawie [4.9].

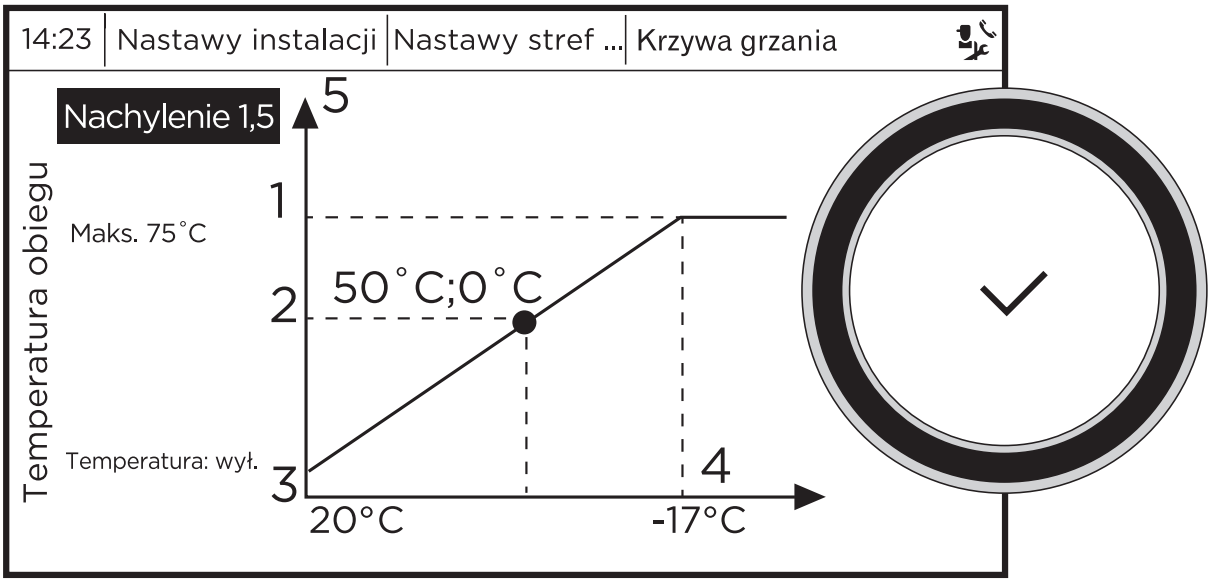
Bezstopniowa regulacja prędkości obrotowej sprężarki i zmiana przepływu czynnika chłodniczego to najlepszy sposób regulacji. Moc urządzenia dopasowuje się do chwilowego zapotrzebowania na ciepło. Praca ciągła eliminuje wady związane z pracą przerywaną urządzenia – przegrzanie, zwiększony pobór mocy, nierówność chłodzenia sprężarki oraz bezwładność spływu oleju z instalacji.

W układzie z regulacją inwerterową również należy pamiętać o poprawnej pojemności wody grzewczej. Zaleca się również w tym sposobie regulacji stosowanie zbiornika buforowego.

4.10.3. Regulacja pracy pomp ciepła w układzie ogrzewania oraz przygotowania c.w.u.

Regulacja pracy pompy ciepła oparta jest na dostosowaniu temperatury czynnika grzewczego (wody) do bieżącej temperatury powietrza zewnętrznego. Wykorzystuje się powszechnie znaną z ogrzewnictwa pogodową krzywą grzania. W inwerterowych pompach ciepła typu A/W produkcji firmy Brötje krzywa grzania ustawiona jest fabrycznie na wartość 0,7 (zalecana dla ogrzewania podłogowego). Niemniej sterownik umożliwia ustawienie krzywej grzania od wartości 0,1 do 4,0. Stosowana regulacja jest płynna, pogodowa.

Układ sterowania pompy ciepła (przez elementy pomiarowe) mierzy temperaturę wody grzewczej, wypływającej ze skraplacza pompy ciepła. Wartość ta porównywana jest z wartością określoną na podstawie pogodowej krzywej grzania i dąży do jej uzyskania. Układ dąży do eliminacji różnicy wartości i do uzyskania temperatury wskazanej na wykresie.



Poz.	Opis
1.	Maksymalna temperatura zasilania
2.	Temperatura zasilania przy temperaturze zewnętrznej 0°C
3.	Minimalna temperatura w instalacji ogrzewania
4.	Temperatura zewnętrzna, przy której uzyskiwana jest maksymalna temperatura w obiegu c.o.
5.	Nachylenie krzywej grzania

Rys. 4.34. Przykład wykresu krzywej grzania pomp ciepła Brötje BLW serii C [4.13]

Układ sterowania pozwala na realizację scenariusza pracy w funkcji nastaw czasowych, pracy pomp obiegowych, zapewnienie poprawnej pracy biwalentnego źródła ciepła (grzałki elektryczne, kocioł gazowy).

Proces przygotowania c.w.u. jest priorytetowy. Spadek temperatury c.w.u. poniżej wartości minimalnej powoduje przełączenie zaworu trójdrożnego na zasilanie pojemnościowego podgrzewania c.w.u. i przejście pracy pompy ciepła na tryb przygotowania c.w.u. Pompa ciepła dąży do podgrzewu c.w.u. do nastawionej wartości temperatury (np. 55°C). Pompa ciepła jest niskoparametrowym źródłem ciepła i nawet zapewniając podgrzew czynnika grzewczego do górnej możliwej wartości (np. 60°C), realizacja przygotowania c.w.u. do temperatury +(55 ÷ 60)°C bez wspomagania dodatkowym źródłem ciepła (np. grzałka elektryczna, kocioł gazowy) jest niemożliwa lub trwałaby bardzo długo. Sterowanie pompy ciepła zapewnia wykorzystanie źródła dodatkowego.

Dodatkowe źródło ciepła zapewnia również realizację procesu dezynfekcji termicznej, podczas której ciepła woda użytkowa musi być podgrzana do wartości temperatury z zakresu +(70 ÷ 80)°C. Sterowanie umożliwia określenie jak często, w jakiej porze doby oraz jak długo ma być prowadzony proces dezynfekcji termicznej.

4.10.4. Inne, przykładowe zadania realizowane przez układ sterowania

4.10.4.1. Ochrona przeciwzamrożeniowa

Sterowanie pompy ciepła w okresie zimowym musi chronić urządzenie przed spadkiem temperatury czynnika grzewczego poniżej minimalnej dopuszczalnej temperatury.

Układ sterowania zarządza również procesem odmrażania parownika. Proces ten jest konieczny w pompach ciepła z powietrzem atmosferycznym jako dolnym źródłem ciepła.

Do realizacji tego procesu konieczne jest utrzymanie czynnika grzewczego powyżej wartości określonej jako minimalna (patrz punkt poniżej) oraz zapewnienie źródła ciepła (bufor ciepła).

4.10.4.2. Ochrona urządzenia przed wyjściem poza określony zakres temperaturowy pracy

Stosowanie pomp ciepła ma ograniczenia związane z warunkami:

- zewnętrznymi (szczególnie z temperaturą powietrza zewnętrznego, które jest dolnym źródłem ciepła).
- wewnętrznymi temperaturowymi – czynnikiem grzewczym (tryb ogrzewania) i chłodzącym (tryb chłodzenia).

Wyjście poza dopuszczalne zakresy temperaturowe jest niekorzystne dla poprawnej i wydajnej pracy urządzenia. Może również być powodem uszkodzenia układu sprężarkowego. Dopuszczalne zakresy temperatury pracy pompy ciepła określone są w kartach technicznych opracowanych przez producenta. Na przykład firma Brötje dla pomp ciepła BLW Split – P podaje następujące zakresy temperaturowe poprawnej pracy:

- temperatura dolnego źródła ciepła (tryb ogrzewania): -15 (-20)[1] °C ÷ (+35)°C
- temperatura zasilania instalacji grzewczej: +18°C ÷ +60°C
- temperatura dolnego źródła ciepła (tryb chłodzenia): +7°C ÷ 46°C
- temperatura zasilania instalacji chłodzenia: +7°C ÷ +25°C

4.10.4.3. Tryb chłodzenia

Pompę ciepła można w okresie letnim wykorzystać do odbioru zysków ciepła. Konieczne jest przełączenie trybu pracy urządzenia z trybu ogrzewania na tryb chłodzenia. Przełączenie może być zrealizowane automatycznie lub ręcznie.

W trybie chłodzenia, szczególnie z wykorzystaniem chłodzenia płaszczyznowego (podłogowe, ścienne, sufitowe), istotnym zadaniem jest utrzymanie temperatury powierzchni chłodzącej powyżej temperatury punktu rosy.

Pompy ciepła Brötje mogą w okresie letnim pracować w trybie chłodzenia oraz realizować proces podgrzewu c.w.u. Przygotowanie c.w.u. jest procesem priorytetowym. Ważne – w rozdziale 4.7 opisano możliwości przygotowania c.w.u. Należy zwrócić uwagę, żeby pojemnościowy podgrzewacz c.w.u. był zasilany bezpośrednio z pompy ciepła, a nie za pośrednictwem zbiornika buforowego[2].

4.10.4.4. Sterowanie pompą cyrkulacyjną

Praca instalacji cyrkulacji wiąże się z konkretnym zużyciem energii elektrycznej (pompa obiegowa) oraz stratami ciepła. Dlatego w okresach postojowych budynku warto wyłączać instalację cyrkulacji.

Układy sterowania umożliwiają sterowanie pracą pompy cyrkulacyjnej w profilu tygodniowym. Możliwe jest dostosowanie pracy pompy cyrkulacyjnej do rzeczywistego zapotrzebowania na c.w.u.

---

[1] *Niższa temperatura zewnętrzna dotyczy jednostek większej mocy.*

[2] *W przypadku włączenia pojemnościowego podgrzewacza c.w.u. poprzez (za) zbiornikiem buforowym, zastosowanie chłodzenia i przygotowania c.w.u. jest praktycznie niemożliwe, a na pewno stanowi spory błąd techniczny i użytkowy. W normalnym trybie chłodzenia pompa ciepła schładza czynnik chłodzący (instalacja wodna) np. do temperatury + 17°C. Włączenie trybu przygotowania c.w.u. wiąże się z odwróceniem obiegu chłodniczego i przejście w tryb grzania. Pompa ciepła produkuje czynnik grzewczy. Gdyby zbiornik c.w.u. włączony był przez zasobnik ciepła (chłodu), to najpierw musiałoby nastąpić wygrzanie całej masy wody (17°C → np. do 60°C) zmagazynowanej w zasobniku, a dopiero później zasilanie podgrzewacza c.w.u. Po zakończeniu przygotowania c.w.u. proces przebiegałby odwrotnie – schłodzenie całej pojemności zasobnika ciepła (w rozważanym przypadku: 60°C → 17°C).*

Takie rozwiązanie to oczywista podwójna strata energetyczna oraz znaczne wydłużenie czasu przygotowania c.w.u. oraz procesu chłodzenia obiektu.

Pojemnościowe podgrzewacze c.w.u. włącza się bezpośrednio do zasilania pompy ciepła, najczęściej przez zawór trójdrożny. Należy o tym pamiętać!

4.10.4.5. Komunikacja z systemem zarządzania budynkiem

Niektóre układy pozwalają na podłączenie pompy ciepła do systemu zarządzania budynkiem. Podłączenie możliwe jest poprzez przesyłanie danych za pomocą interfejsu przez BMS lub podłączenie wejść cyfrowych.

4.10.4.6. Grzanie wstępne (suszenie jastrychu)

W pierwszym sezonie grzewczym budynku, praca pompy ciepła wygląda odmiennie w porównaniu z latami późniejszymi. Budynek zawiera jeszcze spore ilości wody zmagazynowane w przegrodach budowlanych. Przegrody te z czasem osuszają się. W okresie suszenia zapotrzebowanie na ciepło jest wyższe aniżeli wynika to z projektowego zapotrzebowania na ciepło. Niektórzy producenci pomp ciepła odradzają wykorzystanie ich do wygrzewania i osuszania przegród i zalecają stosowanie osuszaczy powietrza lub wykorzystanie grzałek elektrycznych.

Na rynku są pompy ciepła, których układ sterowania umożliwia wygrzewanie, suszenie jastrychu przegrody grzewczej. W trybie suszenia ignorowane są obniżenia wydajności, pompy obiegowe pracują w sposób ciągły, utrzymywana jest ustalona temperatura. Proces osuszania opisują normy i dyrektywy.

4.10.5. Podsumowanie

Sposób sterowania pompą ciepła, a szczególnie sprężarką lub kaskadą sprężarek jest bardzo ważny, bowiem określa sposób użytkowania, ekonomikę pracy urządzenia. Dobierając pompę ciepła oraz wymiarując współpracującą z nią instalację należy zwrócić uwagę na zakres i sposób realizacji poszczególnych zadań.

4.11. Zastosowanie pomp ciepła w nowych i istniejących budynkach

Cały czas pokutuje przekonanie, że pompy ciepła, a szczególnie pompy ciepła typu powietrze/woda, dedykowane są do nowych budynków, a ich montaż w budynkach istniejących, a szczególnie słabo zaizolowanych termicznie, w których wymiana powietrza realizowana jest grawitacyjnie, to decyzja nieracjonalna, nieekonomiczna i nieprawidłowa technicznie.

Takiemu poglądowi przeczy szereg badań wykonanych przez niemiecki instytut Fraunhofer ISE w ciągu 20 lat w około 300 istniejących budynkach, wyposażonych w instalacje grzewcze, w których pompy ciepła były źródłem ciepła. Wyniki badań podsumowuje w poradniku [4.30] dr inż. Marek Miara, a szczegółowy raport badań przedstawia opracowanie [4.31].

W opracowaniu przedstawiono między innymi rozwiązania z zastosowaniem powietrznych pomp ciepła, wspomaganych grzałkami elektrycznymi (układ monoenergetyczny), które doskonale sprawdzały się w istniejących budynkach, zlokalizowanych w najzimniejszych regionach Niemiec. Dzięki zastosowaniu częściowej termomodernizacji (np. wymiany okien), analizy istniejącej instalacji centralnego ogrzewania i w razie konieczności wymiany grzejników, dostosowanych do zasilania niskim parametrem grzewczym, można uzyskać bardzo dobre rezultaty ogrzewania istniejącego budynku, nawet z wykorzystaniem powietrznych pomp ciepła, dla których udział grzałek elektrycznych nie przekracza 3%.

Oczywistym jest, iż budynki o bardzo niskim zapotrzebowaniu na ciepło do ogrzewania (wysoka izolacyjność przegród budowlanych, wentylacja mechaniczna nawiewno–wywiewna) i dzięki zastosowaniu w nich ogrzewania niskoparametrowego są szczególnie preferowane do zastosowania w nich źródła ciepła w postaci pompy ciepła.

4.11.1. Analiza techniczna budynku

Niezależnie czy budynek jest nowy, czy istniejący, podstawą zwymiarowania źródła ciepła, instalacji centralnego ogrzewania i instalacji przygotowania ciepłej wody użytkowej musi być analiza techniczna. W zakres takiej analizy wchodzą:

- określenie warunków brzegowych – projektowe temperatury zewnętrzne, projektowe temperatury wewnętrzne, izolacyjność przegród budowlanych, sposób przeznaczenia budynku, ilość osób w nim przebywających oraz charakter użytkowania;
- wykonanie obliczeniowego zapotrzebowania na ciepło;
- określenie wymaganej wymiany powietrza oraz sposobu wymiany powietrza w budynku (wentylacja grawitacyjna, mechaniczna, odzysk ciepła z powietrza wywiewanego itp.);
- określenie wymaganego zapotrzebowania na ciepłą wodę użytkową oraz sposobu jej przygotowania;
- weryfikacja innych zapotrzebowań na ciepło (np. technologia).

W przypadku istniejącego budynku należy:

- zapoznać się ze stanem technicznym istniejącej instalacji oraz jej wydajnością grzewczą; jak przedstawia autor w opracowaniu [4.30] w poprzednich latach, wśród projektantów i wykonawców występowała tendencja do przewymiarowywania instalacji oraz wymienników ciepła; większa powierzchnia wymienników ciepła (grzejników) pozwala na obniżenie parametrów temperaturowych czynnika grzewczego z zachowaniem wymaganej mocy grzewczej;
- przeanalizować stan izolacyjności termicznej przegród budowlanych i ewentualnie możliwości jej poprawy, choćby częściowej (izolacja termiczna dachu, wymiana okien itp.).

Ponadto należy uzgodnić z inwestorem/użytkownikiem budynku preferowany sposób realizacji ogrzewania (grzejnikowe, powierzchniowe, konwekcyjne itp.).

Więcej informacji na temat powyższych zagadnień zawartych jest w punkcie 4.3 niniejszego opracowania.

4.11.2. Wybór pompy ciepła jako źródła ciepła

Zebranie powyższych informacji jest niezbędne do prawidłowego doboru pompy ciepła jako źródła ogrzewania. W punkcie 4.4 niniejszego opracowania zawartych jest więcej informacji na temat charakteru pracy pomp ciepła oraz ich doboru. Warto pamiętać, iż:

- pompa ciepła, niezależnie od rodzaju dolnego źródła ciepła (powietrze, woda, grunt itd.), jest urządzeniem niskoparametrowym i najlepiej oraz najefektywniej współpracuje z instalacjami grzewczymi o niskim parametrze temperaturowym czynnika grzewczego;
- zdecydowanie preferowane są układy biwalentne, gdyż wymiarowanie pompy ciepła na projektowe zapotrzebowanie na ciepło nie jest ekonomiczne oraz optymalne technicznie;

- należy zwrócić uwagę na stosowany w urządzeniu czynnik chłodniczy i szczególnie jego właściwości toksyczności i wybuchowości, które mogą ograniczać stosowanie urządzenia w konkretnych pomieszczeniach oraz wymagać odpowiedniej wentylacji;
- pompy ciepła są źródłem hałasu i tą cechę należy wziąć pod uwagę przy lokalizacji urządzenia zarówno na zewnątrz budynku, jak i wewnątrz;
- sprężarkowe pompy ciepła zasilane energią elektryczną wymagają doprowadzenia określonej mocy energii elektrycznej oraz wykonania odpowiednich zabezpieczeń elektrycznych; zapotrzebowanie na energię elektryczną należy uwzględnić w całościowym bilansie energetycznym budynku.

Zastosowanie pomp ciepła jako urządzeń proekologicznych jest preferowane przez władze europejskie oraz władze polskie. Rozwój stosowania pomp ciepła jest wspierany przez szereg programów dofinansowujących. Warto tu wymienić takie programy NFOŚiGW, jak: „Czyste Powietrze", „Budownictwo energooszczędne", „Moje ciepło".

4.12. Czynniki chłodnicze

Czynnik chłodniczy to czynnik termodynamiczny, który zapewnia wymianę ciepła pomiędzy dolnym źródłem ciepła (chłodzony) a górnym źródłem ciepła (ogrzewany). W układach pomp ciepła czynnik krąży w obiegu zamkniętym.

Unia Europejska prowadzi konsekwentną politykę i działania, których celem jest ograniczenie emisji substancji szkodliwych dla warstwy ozonowej oraz powodujących tzw. efekt cieplarniany. Podstawą tych działań jest ograniczenie emisji i wycofywanie z użytkowania substancji szkodliwych, szczególnie tzw. F-gazów. Wdrożeniem przepisów europejskich do prawa polskiego było uchwalenie w 2015 roku ustawy „o substancjach zubażających warstwę ozonową oraz niektórych fluorowanych gazów cieplarnianych" - tekst jednolity aktu Dz.U. 2020 poz. 2065.

W oparciu o ustawę opracowano i wydano nowe rozporządzenia, które określają regulacje w zakresie certyfikacji personelu i przedsiębiorców. Jednostką certyfikującą przedsiębiorców oraz personel jest Urząd Dozoru Technicznego.

W oparciu o obowiązujące przepisy każde przedsiębiorstwo oraz osoby fizyczne wykonujące opisane w przepisach czynności związane z substancjami zubożającymi warstwę ozonową lub wpływających na efekt cieplarniany, muszą posiadać obowiązkową certyfikację. Przepisy obowiązują w zakresie obsługi stacjonarnych urządzeń chłodniczych, klimatyzacyjnych i pomp ciepła oraz stacjonarnych systemów ochrony przeciwpożarowej. W przypadku obsługi agregatów samochodów ciężarowych i przyczep chłodni certyfikat nie jest wymagany.

4.12.1. Przepisy

- „Ustawa z dnia 15 maja 2015 r. o substancjach zubożających warstwę ozonową oraz o niektórych fluorowanych gazach cieplarnianych" Dz.U. 2015 poz. 881;
- „Ustawa z dnia 12 lipca 2017 r. o zmianie ustawy o substancjach zubożających warstwę ozonową oraz o niektórych fluorowanych gazach cieplarnianych oraz niektórych innych ustaw" Dz.U. 2017 poz. 1567;
- „Rozporządzenie Ministra Rozwoju z dnia 11 grudnia 2015 r. w sprawie wymagań dotyczących wyposażenia technicznego jednostek prowadzących szkolenia w zakresie odzysku substancji kontrolowanych oraz fluorowanych gazów cieplarnianych z systemów klimatyzacji w niektórych pojazdach silnikowych, minimalnych wymagań dotyczących wiedzy teoretycznej i doświadczenia praktycznego osób prowadzących szkolenia, wzoru zaświadczenia o odbytym szkoleniu i wysokości jednostkowych stawek opłat" Dz.U. 2015 poz. 2137;
- „Rozporządzenie Ministra Rozwoju i Finansów z dnia 7 grudnia 2017 r. w sprawie minimalnego wyposażenia technicznego odpowiedniego dla wykonywania czynności objętych certyfikatem dla personelu w zakresie fluorowanych gazów cieplarnianych i substancji kontrolowanych" Dz.U. 2017 poz. 2410;
- „Rozporządzenie Ministra Rozwoju z dnia 14 grudnia 2015 r. w sprawie wzoru zgłoszenia podmiotu zamierzającego pełnić funkcję jednostki oceniającej personel oraz wzoru zgłoszenia podmiotu zamierzającego pełnić funkcję jednostki prowadzącej szkolenia" Dz.U. 2015 poz. 2148;
- „Rozporządzenie Ministra Rozwoju i Finansów z dnia 7 listopada 2017 r. w sprawie wskazania podmiotu pełniącego funkcję jednostki certyfikującej przedsiębiorców oraz jednostki certyfikującej personel" Dz.U. 2017 poz. 2123;
- „Rozporządzenie Ministra Rozwoju i Finansów z dnia 12 grudnia 2017 r. w sprawie sposobu przeprowadzania kontroli spełniania warunków uzyskania certyfikatu dla przedsiębiorców" Dz.U. 2017 poz. 2376;
- „Rozporządzenie Ministra Rozwoju i Finansów z dnia 7 grudnia 2017 r. w sprawie wzoru wniosku o wydanie certyfikatu dla przedsiębiorców, wzoru tego certyfikatu i jego opisu oraz wysokości jednostkowych stawek opłat pobieranych przez jednostkę certyfikującą przedsiębiorców" Dz.U. 2017 poz. 2421;
- „Rozporządzenie Ministra Rozwoju i Finansów z dnia 7 grudnia 2017 r. w sprawie minimalnego wyposażenia technicznego, procedur oraz systemu dokumentowania czynności przy prowadzeniu działalności, polegającej na instalowaniu, konserwacji lub serwisowaniu, naprawie lub likwidacji urządzeń, zawierających fluorowane gazy cieplarniane" Dz.U. 2017 poz. 2417;
- „Rozporządzenie Ministra Rozwoju z dnia 3 grudnia 2015 r. w sprawie jednostkowych stawek opłat za czynności realizowane przez jednostkę certyfikującą personel" Dz.U. 2015 poz. 2074.

4.12.2. F-gazy

F-gazy to substancje chemiczne wytwarzane przez człowieka, które zawierają fluor oraz mają wysoki współczynnik globalnego ocieplenia (GWP). W zakresie F-gazów obowiązuje Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 517/2014 z dnia 16 kwietnia 2014 r. w sprawie fluorowanych gazów cieplarnianych i uchylenia rozporządzenia (WE) nr 842/2006 oraz przepisy wykonawcze do ww. rozporządzenia.

4.12.3. SZWO

SZWO to substancje chemiczne, które są pochodnymi węglowodorów alifatycznych (metanu, etanu i propanu) zawierające atomy chloru lub/i bromu oraz najczęściej także fluoru i wykazują potencjał niszczenia ozonu (ODP). W zakresie SZWO obowiązuje Rozporządzenie (WE) Nr 1005/2009 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 16 września 2009 r. w sprawie substancji zubożających warstwę ozonową oraz przepisy odnoszące się do rozporządzenia.

4.12.4. Historia i oznaczenie czynników chłodniczych

Czynnikami pierwszej generacji, stosowanymi w pierwszych urządzeniach chłodniczych i pompach ciepła, na początku XIX wieku były jednorodne, jednoskładnikowe naturalne czynniki – głównie amoniak, dwutlenek węgla, propan.

W latach 30. XX wieku rozpoczęto produkcję syntetycznych czynników chłodniczych noszących nazwę „freony". Te czynniki zdominowały instalacje chłodnicze i pompy ciepła w całym XX wieku. To czynniki drugiej generacji (grupy CFC i HCFC).
Na przełomie XX i XXI wieku pojawiły się wieloskładnikowe czynniki trzeciej generacji, które są mieszaninami czynników z grup HCFC i HFC.

W tym samym okresie pojawiły się czynniki czwartej generacji z grupy HFO, które charakteryzują się niższym szkodliwym wpływem na środowisko naturalne.

Ze względu na dużą ilość czynników chłodniczych wprowadzono spójne nazewnictwo. Obecnie stosowane są dwa sposoby oznaczenia, przy czym mają one podobny charakter i składają się z części literowej i liczbowej.
W pierwszym sposobie oznaczenia część literowa definiuje pierwiastki wchodzące w skład czynnika. Wśród tych czynników można wyróżnić:

- CFC – (chlorofluorowęglowodory) - halogenowe związki węglowodorowe – charakteryzują się dużą stabilnością i długim okresem życia w atmosferze; zawierają chlor; wpływają degradująco na warstwę ozonową; zakazane w stosowaniu od 1996 roku; przykłady: R11, R12, R13;
- HCFC – (wodorochlorofluorowęglowodory) - substancje organiczne, w których część atomów wodoru w cząsteczce zastąpione są chlorem i fluorem; związki bardziej stabilne od CFC; zakazane w stosowaniu od 2015 roku; przykłady: R22;
- HFC – (wodorofluorowęglowodory) - substancje organiczne, w których część atomów wodoru w cząsteczce zastąpiona jest fluorem; związki stabilne; nie zawierają chloru, a więc nie powodują degradacji warstwy ozonowej; przykłady: R32, R410A, R407C, R134A;
- FC – fluorowęglowodory, w których wszystkie atomy wodoru zostały zastąpione atomami fluoru;
- PFC – związki, które zawierają tylko fluor i węgiel;
- HC – węglowodory, przykład: R290 - propan;
- HFO – pochodne propylenu, bezchlorowe czynniki z małym wpływem na efekt cieplarniany; przykład R1234yf.

Drugi sposób oznaczenia czynników bazuje na zastosowaniu litery „R" oraz numerze kodowym. Numery kodowe stanowią serie:

- dwucyfrowa – chlorowcowe – pochodne metanu;
- seria 100 – chlorowcowe – pochodne etanu;
- seria 200 – chlorowcowe – pochodne propanu;
- seria C300 – chlorowcowe – pochodne cyklobutanu;
- seria 400 – roztwory zeotropowe;
- seria 500 – roztwory azeotropowe;
- seria 600 – związki organiczne;

- seria 700 – związki nieorganiczne;
- seria 1000 – chlorowcowe – pochodne węglowodorów nienasyconych.

Podstawą drugiego sposobu oznaczenia jest norma PN-ISO 817.

4.12.5. Klasyfikacja czynników chłodniczych pod względem palności i toksyczności

Zgodnie z normą PN-EN 378-1:2017-03 „Instalacje chłodnicze i pompy ciepła. Wymagania dotyczące bezpieczeństwa i ochrony środowiska" [4.33]:

- Toksyczność to „właściwość płynu do bycia szkodliwym, która w wyniku gwałtownego lub przewlekłego oddziaływania czynnika na człowieka przez bezpośrednie zetknięcie, wdychanie lub połykanie pogarsza zdolność do ucieczki."
- Limit narażenia na (ostrą toksyczność) działanie toksyczności ostrej (ATEL) to „maksymalne zalecane stężenie czynnika chłodniczego wyznaczane zgodnie z niniejszą Normą Europejską i mające na celu zmniejszenie ryzyka wystąpienia zagrożenia toksyczności ostrej dla ludzi w przypadku uwolnienia czynnika chłodniczego."
- Limit niedoboru tlenu (ODL) to „stężenie czynnika chłodniczego lub innego gazu powodującego niewystarczającą ilość tlenu potrzebnego do normalnego oddychania."
- Palność to „zdolność czynnika chłodniczego, przy którym istnieje możliwość rozprzestrzeniania się płomienia w jednorodnej mieszaninie czynnika chłodniczego i powietrza."
- Dolna granica palności (LFL) to „minimalne stężenie czynnika chłodniczego, przy którym istnieje możliwość rozprzestrzeniania się płomienia w jednorodnej mieszaninie czynnika chłodniczego i powietrza."
- „Praktyczny limit czynnika chłodniczego to najwyższy poziom stężenia czynnika chłodniczego w zajmowanej przestrzeni użytkowej, który nie uniemożliwia ucieczki (tj. przenikania) ani nie stwarza zagrożenia zapłonu czynnika chłodniczego. Służy do wyznaczania maksymalnego rozmiaru napełnienia dla danego czynnika chłodniczego w konkretnym zastosowaniu."

Norma [4.33] dzieli czynniki chłodnicze pod względem:

- toksyczności
  - klasa A → niższa toksyczność;
  - klasa B → wyższa toksyczność;
- palności
  - klasa 1 → niepalne, nierozprzestrzeniające płomienia;
  - klasa 2L → trudno zapalne, niewielka palność;
  - klasa 2 → palne, niższa palność;
  - klasa 3 → łatwo zapalne, wyższa palność.

Klasy toksyczności i palności oraz wartości (ATEL, ODL, LFL, praktyczny limit czynnika chłodniczego) stanowią podstawę określenia wymagań przestrzennych, w których zlokalizowane są pompy ciepła. Poniżej podano wartości dla kilku wybranych czynników chłodniczych (za [4.15], [4.33]):

Czynnik chłodniczy	Klasa bezpieczeństwa	ATEL/ODL	LFL	Praktyczny limit czynnika chłodniczego	GWP
[-]	[-]	[kg/m^3]	[kg/m^3]	[kg/m^3]	[-]
R410A	A1	0,42	-	0,44	2088
R407C	A1	0,29	-	0,31	1744
R134A (CH_2FCF_3)	A1	0,21	-	0,25	1430
R32 (CH_2F_2)	A2L	0,30	0,307	0,061	675
R454C	A2L	0,445	0,293	0,059	146
R290 (propan)	A3	0,09	0,038	0,008	3
R744 (CO_2)	A1	0,072	-	0,1	1
R717 (amoniak)	B2L	0,00022	0,116	0,00035	0

4.12.6. Wskaźniki GWP, TEWI i ODP

4.12.6.1. Wskaźnik GWP - Global Warming Potential

„Wskaźnik GWP charakteryzuje wpływ czynnika na potęgowanie efektu cieplarnianego, przy czym wartości tego wskaźnika odniesione są do właściwości dwutlenku węgla (CO_2, R-744) i horyzontu czasowego oddziaływania danej substancji wynoszącego 100 lat." [4.9].

Z definicji $GWP_{R744} = 1$.

4.12.6.2. Wskaźnik TEWI - Total Equivlent Warming Impact

Wskaźnik TEWI umożliwia „ocenę globalnego ocieplenia atmosfery spowodowanego eksploatacją urządzenia chłodniczego lub pompy ciepła (...)". Uwzględnia on zarówno bezpośrednie potęgowanie efektu cieplarnianego poprzez czynniki robocze przenikające do atmosfery przez nieszczelności instalacji, jak i pośredni udział dwutlenku węgla powstającego przy produkcji energii koniecznej do zasilania urządzeń przez okres ich normalnej trwałości eksploatacyjnej.

4.12.6.3. Wskaźnik ODP - Ozone Depletion Potential

„Wskaźnik ODP charakteryzuje wpływ danego czynnika na intensywność rozkładu ozonu, przy czym jego wartość jest odniesiona do właściwości R-11 ($ODP_{R11} = 1$)[1]; cząsteczka tego czynnika zawiera trzy atomy chloru." [4.9]. Wartość ODP = 0 mają naturalne czynniki chłodnicze.

4.12.7. Kwalifikacje

4.12.7.1. Certyfikat dla personelu

Zgodnie z art. 20. ustawy z dnia 15 maja 2015 r. o substancjach zubożających warstwę ozonową oraz o niektórych fluorowanych gazach cieplarnianych osoby wykonujące określone czynności w stosunku do niektórych rodzajów urządzeń zawierających fluorowane gazy cieplarniane lub substancje kontrolowane są zobowiązane do posiadania certyfikatu dla personelu [4.34].

Szczegółowe informacje w zakresie certyfikatu dla personelu można znaleźć na stronach internetowych UDT - **https://www.udt.gov.pl/certyfikaty-dla-personelu**.

4.12.7.2. Certyfikat dla przedsiębiorców

Certyfikat dla przedsiębiorców powinien posiadać przedsiębiorca prowadzący działalność i wykonujący czynności dla osób trzecich polegające na instalacji, konserwacji lub serwisowaniu, naprawie lub likwidacji:

a) stacjonarnych urządzeń chłodniczych, klimatyzacyjnych i pomp ciepła, zawierających fluorowane gazy cieplarniane;

b) stacjonarnych systemów ochrony przeciwpożarowej, zawierających fluorowane gazy cieplarniane.

Szczegółowe informacje w zakresie certyfikatu dla personelu można znaleźć na stronach internetowych UDT - **https://www.udt.gov.pl/certyfikaty-dla-przedsiebiorcow**.

[1] *Również $ODP_{R12} = 1$, pomimo że czynnik ten zawiera dwa atomy chloru. To konsekwencja długiego życia czynnika w atmosferze, które wynosi około 120 lat.*

4.13. Współpraca pomp ciepła z instalacją fotowoltaiczną

4.13.1. Wstęp

Polska w ostatnich latach stała się jednym z europejskich liderów w rozwoju OZE, a szczególnie instalacji fotowoltaicznych. Możliwość aktywnego uczestniczenia w rynku energii oraz czerpania korzyści ze sprzedaży nadwyżki wyprodukowanej energii elektrycznej jest obowiązkiem, do którego zobowiązuje Unia Europejska państwa członkowskie.

4.13.2. Systemy rozliczenia prosumentów

4.13.2.1. System „net–billing”

Od 1 kwietnia 2022 roku obowiązują rozliczenia prosumenckie energii elektrycznej w oparciu o „system wartościowego rozliczenia wyprodukowanych nadwyżek energii (tzw. net-billing) nieskonsumowanej w miejscu jej wytworzenia, wg cen giełdowych, najpierw po średniej cenie z miesiąca poprzedniego, a od połowy 2024 roku po cenie godzinowej zgodnej z obowiązującą taryfą dynamiczną (...)” [4.35.]. Prosumenci (wytwórcy energii elektrycznej) mają możliwość sprzedaży nadwyżki energii elektrycznej, ale jednocześnie pokrywają koszty jej przesyłu. Prosument w systemie net-billingu staje się aktywnym uczestnikiem rynku, a w jego interesie jest efektywna produkcja energii elektrycznej na własne cele, wprowadzanie nadwyżki produkcji do sieci wtedy, gdy ceny energii będą wysokie. Autokonsumpcja, co warto podkreślić, nie podlega podatkom i innym kosztom urzędowym.

4.13.2.2. System „opustów”

Nowy system rozliczenia „net-billing” istotnie różni się od wcześniejszego, opartego na „opustach”, w którym sieć energetyczna traktowana była (jest) jako swoisty „magazyn energii”. System ten nadal funkcjonuje i dotyczy prosumentów, którzy złożyli wniosek na realizację instalacji fotowoltaicznej do 31 marca 2022 roku. W systemie „opustów” prosument oddaje nadwyżkę energii elektrycznej do instalacji. W okresie zapotrzebowania na energię odbiera ją z sieci z potrąceniem 20% (mikroinstalacja prosumenta nie większa aniżeli 10 kWp) lub 30% (mikroinstalacja prosumenta większa aniżeli 10 kWp). Nadwyżkę energii można rozliczyć przez 12 miesięcy. Prosument nie ponosi także kosztów opłaty dystrybucyjnej zmiennej.

4.13.3. Fotowoltaika w układzie z pompą ciepła

Rozliczenie w systemie „net–billing”, na który „skazani” są prosumenci, którzy złożyli wniosek na podłączenie do sieci po 1.04.2022 roku, wymaga świadomego i aktywnego uczestnictwa prosumenta w rynku i wiąże się z coraz szerszym stosowaniem autokonsumpcji oraz docelowo magazynów energii.

Magazyny energii pozwolą na:

- wykorzystanie własnej energii elektrycznej w okresie zwiększonego zapotrzebowania;
- odprowadzenie nadwyżki energii elektrycznej do sieci w godzinach jej najwyższej ceny rynkowej.

Z perspektywy stosowania pompy ciepła, jako źródła ciepła, przygotowania c.w.u., a także chłodzenia, świadome stosowanie własnego źródła energii elektrycznej jest konieczne.

W pierwszej kolejności dobory źródeł ciepła (pompa ciepła) i energii elektrycznej (fotowoltaika) muszą być spójne. Zainstalowana moc paneli fotowoltaicznych powinna uwzględniać całoroczne zużycie energii elektrycznej, konsumowane na potrzeby gospodarstwa domowego i pompy ciepła.

Producent energii, aby odnieść korzyść, musi świadomie wykorzystywać okresy produkcji energii elektrycznej i autokonsumpcję. Trzeba mieć świadomość, iż przy dużym napływie energii do sieci jej cena będzie niska i w tym okresie należy ją zmagazynować i konsumować, po to, aby nie być zmuszonym do zakupu energii elektrycznej podczas szczytu, a więc po najwyższej cenie.

Bez zrozumienia mechanizmu działania systemu net-billing mogą się pojawić rozczarowania wśród użytkowników pomp ciepła. Niegospodarne wykorzystanie własnej produkcji oraz zakup energii po najwyższej cenie mogą powodować niską opłacalność stosowania pompy ciepła i jej wyższe koszty użytkowania.

4.14. Wymagania montażowe powietrznych pomp ciepła

4.14.1. Wstęp

Poprawne funkcjonowanie pompy ciepła zależy między innymi od właściwego jej montażu, który należy wykonać zgodnie z przepisami techniczno–budowlanymi, wymaganiami producenta oraz obowiązującą wiedzą techniczną.

Najczęściej stosowane pompy ciepła, których dolnym źródłem ciepła jest powietrze atmosferyczne, to urządzenia, których jednostka sprężarkowa wraz z parownikiem, układem sterowania, armaturą, instalacją chłodniczą, jednostką wentylatorową, stawiana jest na zewnątrz budynku. Urządzenie znajduje się zatem pod wpływem destrukcyjnych zewnętrznych czynników atmosferycznych, możliwej ingerencji drobnych zwierząt (np. ptaków, owadów, gryzoni).

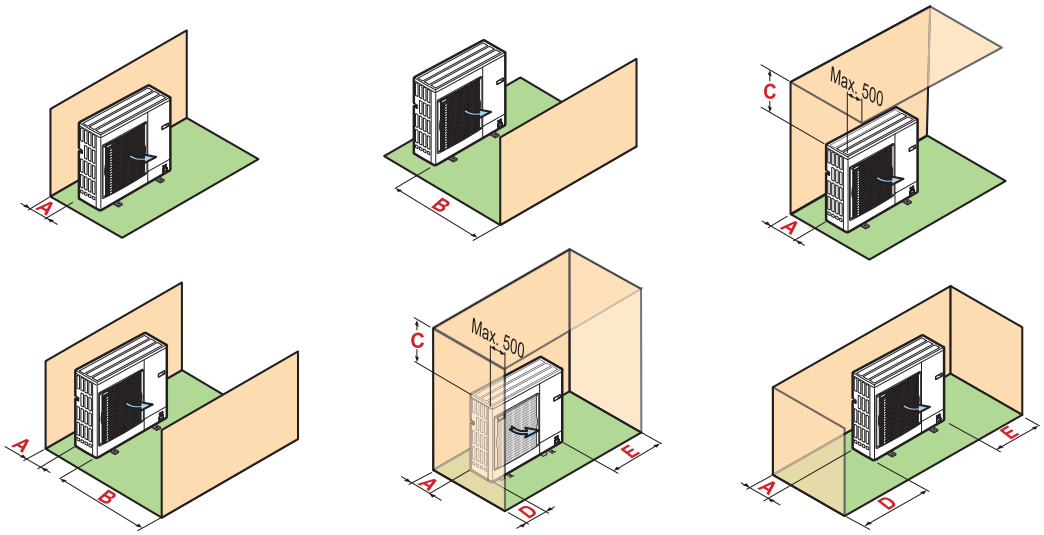
Należy pamiętać, iż samo urządzenie również nie jest obojętne dla otoczenia. Przede wszystkim jest źródłem hałasu, dlatego powinno być zlokalizowane w miejscu, w którym ten hałas nie będzie uciążliwy dla użytkowników budynku oraz dla sąsiadów.

Firma Brötje podaje wytyczne montażowe w opracowaniu [4.13].

4.14.2. Miejsce montażu jednostki zewnętrznej pompy ciepła powietrze/woda

W rozdziale 4.9 poświęconym akustyce zwrócono uwagę na duży wpływ miejsca montażu agregatu na moc i kierunkowość rozchodzenia się dźwięku (hałasu). Uniknięcie negatywnych skutków hałasującego urządzenia jest jednym z ważniejszych kryteriów wyboru jego lokalizacji.

Najpowszechniejszym modelem stosowanych pomp ciepła woda/powietrze są urządzenia typu monoblok i split z agregatem sprężarkowym przystosowanym do lokalizacji na zewnątrz budynku. Podstawą prawidłowej wymiany ciepła jest zapewnienie swobodnego przepływu powietrza przez parownik pompy ciepła. Dlatego bardzo ważna jest lokalizacja urządzenia z zachowaniem minimalnych odległości od elementów ograniczających przepływ powietrza (np. ściany). Poniżej przedstawiono wymagania określone przez firmę Brötje [4.13]:



Moc jednostki zewnętrznej	Jednostka	A	B	C	D	E
4 kW	mm	100	500	1000	200	300
6 kW	mm	100	500	1000	200	300
8 kW	mm	100	500	1000	200	300
11 kW	mm	150	1000	1500	300	500
16 kW	mm	150	1000	1500	300	500
22 kW	mm	150	1500	1500	300	500
27 kW	mm	150	1500	1500	300	500

Rys. 4.35. Minimalne odległości dla jednostek zewnętrznych [4.13]

Pobierane powietrze powinno być wolne od zanieczyszczeń, dlatego urządzenie powinno być oddalone od intensywnego ruchu samochodowego, roślinności, a szczególnie drzew (opadające liście oraz igliwie), źródeł pylenia itd.

Stawiając agregat na poziomie terenu należy zapewnić gładką, poziomą powierzchnię o odpowiedniej nośności.

Agregat pomp ciepła mniejszej mocy można zamontować na ścianie z wykorzystaniem systemowych uchwytów montażowych. Ściana, na której planowany jest montaż jednostki powinna być masywna (> 250 kg/m^2).

Ważnym punktem montażu jednostki zewnętrznej jest ograniczenie przenoszenia drgań na konstrukcję budynku. Zaleca się, aby posadowienie jednostki nie było trwale związane z budynkiem, a jeżeli nie jest to możliwe, to należy stosować elementy dystansowe i wibroizolacyjne.

Jednostka zewnętrzna w trybie grzania jest źródłem skroplin, które należy odprowadzić. Dlatego należy zapewnić wyniesienie urządzenia co najmniej 10 ÷ 20 cm nad poziom terenu. W okresach ujemnych temperatur zewnętrznych odprowadzenie skroplin należy zabezpieczyć przed zamarznięciem. Misę skroplin oraz instalację odprowadzenia narażoną na otoczenie poniżej 0°C należy wyposażyć w elektryczne przewody grzejne. Przewody grzejne należy podłączyć zgodnie z przepisami elektrycznymi i zabezpieczyć wyłącznikiem różnicowo–prądowym.

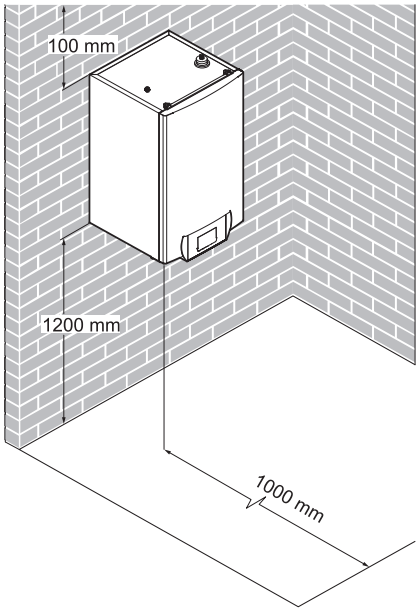
Nie należy odprowadzać skroplin bezpośrednio na poziom terenu, gdyż może to spowodować oblodzenie otaczającej powierzchni (np. chodnika), a także zamknięcie drożności instalacji (zalodzenie wypływu). Zaleca się odprowadzenie skroplin do instalacji kanalizacji lub odpowiednio przygotowanego gruntu, np. wyłożenie w zagłębieniu (poniżej głębokości przemarzania) geowłókniny oraz warstwy wodoprzepuszczalnej i sprowadzenie do niej przewodu odprowadzającego skropliny. Głębokość przemarzania gruntu zależy od rejonu Polski i wynosi ona od 80 do 140 cm poniżej poziomu terenu.

Przed przystąpieniem do montażu jednostki zewnętrznej wskazane jest zapoznanie się z wytycznymi producenta.

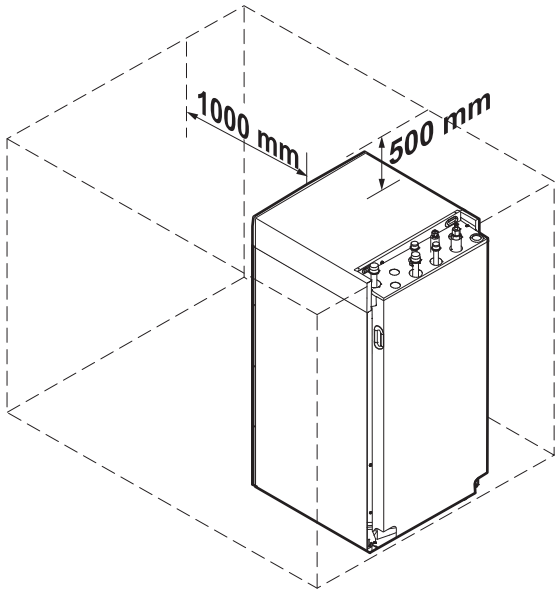
4.14.3. Miejsce montażu jednostki wewnętrznej pompy ciepła powietrze/woda

Zalecany jest montaż wewnętrznych jednostek pomp ciepła typu split lub pomp ciepła w wykonaniu wewnętrznym w wyznaczonych pomieszczeniach technicznych, w których zapewniona będzie dodatnia temperatura w całym roku. Oczywiście wymagania, szczególnie pożarowe, są pochodną charakterystyki i przeznaczenia budynku i te wymagania muszą być spełnione, podobnie jak te, dotyczące innych pomieszczeń technicznych. W przypadku stosowania pomp ciepła z palnym lub toksycznym czynnikiem chłodniczym szczególnie należy zwrócić uwagę na ograniczenia wynikające ze specyfiki tego czynnika.

Kubatura pomieszczenia musi zapewnić dostęp montażowy i serwisowy do urządzeń. W przypadku montażu jednostki wewnętrznej na ścianie budynku należy zapewnić jej odpowiednią nośność. Wymagane odległości montażowe i serwisowe powinny być podane w materiałach producenta pompy ciepła. Dla przykładu poniżej podano informacje z materiałów firmy Brötje dla pomp ciepła BLW serii C.



Rys. 4.36. Minimalne odległości montażowe dla jednostki wewnętrznej pompy ciepła BLW Split C [4.13]



Rys. 4.36. Minimalne odległości montażowe dla jednostki wewnętrznej pompy ciepła BLW Split C [4.13]

Pomieszczenie z wewnętrzną jednostką pompy ciepła należy wyposażyć w wentylację oraz instalację kanalizacji z możliwością odprowadzenia skroplin przy wykorzystaniu pompy ciepła do chłodzenia pomieszczeń w okresie letnim.

Montaż, szczególnie wewnątrz budynku, powinien spełniać także wymagania określone w cyklu czterech norm PN-EN 378 – (1÷4) „Instalacje chłodnicze i pompy ciepła. Wymagania dotyczące bezpieczeństwa i ochrony środowiska" [2.39 – 2.42]. Należy pamiętać, iż nawet jeżeli czynniki chłodnicze nie są palne (nie stwarzają atmosfery wybuchowej) i nie są toksyczne, to mogą skutecznie wyprzeć powietrze z pomieszczenia i w ten sposób stworzyć zagrożenie dla ludzi.

W większych obiektach pompy ciepła mogą współpracować z innym źródłem ciepła, w tym kotłami na paliwo gazowe. Warto zwrócić uwagę na zapisy w WT § 176.4 i 5 [1.1], które mówią, iż kotły na paliwo gazowe o łącznej mocy cieplnej powyżej 60 kW należy instalować w służącym wyłącznie do tego celu pomieszczeniu technicznym (z ograniczeniem do 2.000 kW) lub w budynku wolno stojącym przeznaczonym wyłącznie na kotłownię. Ten zapis można interpretować jako ograniczenie możliwości montażu pompy ciepła w jednym pomieszczeniu (budynku) z kotłami o łącznej mocy do 60 kW.

4.14.4. Palne i toksyczne czynniki chłodnicze w pompach ciepła

Coraz częściej stosowane są pompy ciepła wykorzystujące palne czynniki chłodnicze (np. R290, który zawiera co najmniej 99,5% czystego propanu C3H8 – zgodnie z klasyfikacją bezpieczeństwa - A3). Ich lokalizacja względem budynków, zagłębień, studzienek itd. stanowi pewien problem w zakresie bezpieczeństwa pracy i użytkowania. Niektórzy producenci podają w materiałach wytyczne dotyczące lokalizacji jednostek zewnętrznych pomp ciepła z czynnikiem R290. Polskie przepisy techniczno–budowlane nie zawierają wymagań dotyczących montażu pomp ciepła, a tym bardziej zawierających palny czynnik chłodniczy. Przy lokalizacji można posłużyć się pewnymi analogiami do magazynowania butli z gazem płynnym[1]:

a) WT § 178 [1.1] określa wymagania w zakresie lokalizacji butli gazowej (lub baterii) o nominalnej zawartości gazu do 33 kg – zgodnie z tym przepisem butla (lub bateria) może być zlokalizowana na zewnątrz budynku, w oznakowanym miejscu, na utwardzonym podłożu, w odległości nie mniejszej aniżeli 2 m od najbliższych otworów okiennych lub drzwiowych; zabronione jest sytuowanie w zagłębieniach terenu;

b) § 12.4 [1.15] określa na 3 m odległość, jaką musi spełniać lokalizacja wiązek butli z gazem płynnym od studzienek, zagłębień oraz otworów pomieszczeń z podłogą znajdującą się poniżej poziomu terenu. Oczywiście przepis ten nawiązuje do innego kontekstu aniżeli WT § 178 [1.1], natomiast jest wyraźną wytyczną odległościową, której niestety brakuje w przepisach techniczno–budowlanych dotyczących wymagań dla budynków.

Jeszcze bardziej trudne jest określenie wymagań dla pomp ciepła typu split lub pomp w wykonaniu wewnętrznym z palnym czynnikiem chłodniczym. Urządzenie typu split składa się z jednostki zewnętrznej i wewnętrznej połączonych instalacją. Czynnik chłodniczy

[1] *W butlach z gazem płynnym przechowywany jest gaz palny (propan–butan) o podobnym rzędzie ciśnienia, jak w agregatach sprężarkowych (rząd wielkości 20 bar).*

wprowadzany jest do wnętrza budynku i w przypadku rozszczelnienia instalacji lub wymiennika jednostki wewnętrznej istnieje wysokie prawdopodobieństwo rozlania się do wnętrza pomieszczenia.

WT nie przedstawiają wymagań w zakresie stosowania pomp ciepła z palnym czynnikiem wewnątrz budynku, jednak warto jak powyżej wspomóc się innymi przepisami i analogią rozwiązań. Zgodnie z § 12.4 [1.16] butli z gazem płynnym zabrania się magazynować w:

a) pomieszczeniach poniżej poziomu terenu;

b) pomieszczeniach, w których znajdują się studzienki, otwory kanalizacyjne lub inne wentylowane zagłębienia;

c) kotłowniach, hydroforniach, węzłach ciepłowniczych;

d) garażach i pomieszczeniach, w których znajdują się pojazdy silnikowe.

W zakresie wymagań bezpieczeństwa i ochrony środowiska w stosowaniu pomp ciepła zaleca się przestrzeganie zapisów zawartych w cyklu czterech norm PN-EN 378 – (1÷4) „Instalacje chłodnicze i pompy ciepła. Wymagania dotyczące bezpieczeństwa i ochrony środowiska" [2.39 – 2.42]. W wyborze lokalizacji pompy ciepła szczególnie warto zapoznać się z normą PN-EN 378-1 „Instalacje chłodnicze i pompy ciepła. Wymagania dotyczące bezpieczeństwa i ochrony środowiska. Część 1: Wymagania podstawowe, definicje, klasyfikacja i kryteria wyboru" [2.39]. Zgodnie z normą należy:

a) zakwalifikować pomieszczenia, w których może pojawić się urządzenie lub instalacja z czynnikiem chłodniczym, pod względem dostępności (dostęp ogólny, nadzorowany, kontrolowany);

b) zakwalifikować lokalizację instalacji chłodniczych, która została określona na IV klasy;

c) zaklasyfikować instalację chłodniczą zgodnie z podziałem na:

   a. system bezpośredni rozłączalny (bezpośredni, otwarty natryskowy, kanałowy, otwarty wentylowany natryskowy);

   b. system pośredni (zamknięty, wentylowany, wentylowany zamknięty, podwójny, wysokociśnieniowy);

d) określić rodzaj stosowanego czynnika chłodniczego oraz jego właściwości fizyczne i chemiczne (norma zawiera stabelaryzowane dane).

Na podstawie tych danych określa się maksymalną ilość czynnika chłodniczego, który może być stosowany w instalacji. W przypadku przekroczenia granicznej wartości ilości czynnika chłodniczego w odniesieniu do przestrzeni, norma narzuca zastosowanie innych rozwiązań w celu zapewnienia co najmniej równoważnego poziomu bezpieczeństwa (np. wentylacja, zawory bezpieczeństwa, układ detekcji z układem alarmowym).

4.14.5. Zabezpieczenie przed niskimi temperaturami

Jednostki zewnętrzne, ze względu na swoją specyfikę, będą poddawane wpływom czynników atmosferycznych, w tym także niskiej temperaturze w okresie zimowym. W przypadku pomp ciepła typu split i zlokalizowaniu jednostki wewnętrznej w pomieszczeniu o dodatniej temperaturze powietrza wewnętrznego można uznać, iż zmienne warunki zewnętrzne nie mają wpływu na bezpieczeństwo pracy układu grzewczego, a w szczególności ogrzewaną przez pompę ciepła wodę grzewczą.

W zastosowaniach pomp monoblokowych zewnętrznych woda grzewcza wyprowadzana jest na zewnątrz budynku i może pojawić się ryzyko poddania jej wpływowi na działania ujemnej temperatury zewnętrznej w okresie zimowym. Woda w postaci ciała stałego ma objętość około 7% większą aniżeli w postaci ciekłej, stąd zamknięta w ograniczonej przestrzeni (urządzenie, instalacja) może spowodować uszkodzenie (rozsadzenie) ścianek ograniczających tą przestrzeń.

Są dwie podstawowe możliwości, z których każda ma swoje zalety i wady:

1. Przy zastosowaniu czystej, ale uzdatnionej, wody grzewczej w okresie np. zaniku zasilania elektrycznego pompy ciepła może pojawić się zastój wody w pompie ciepła i instalacji. Jeżeli zastój będzie dłuższy, a powietrze zewnętrzne będzie mieć ujemną temperaturę, to istnieje ryzyko zamarznięcia wody w urządzeniu i w instalacji. Pewnym rozwiązaniem jest zapewnienie gwarantowanego źródła zasilania elektrycznego przynajmniej do zasilania wodnej pompy obiegowej, która wymuszać będzie przepływ wody w instalacji i wydłużenie w czasie procesu ewentualnego zamarznięcia.

W skrajnym przypadku można doposażyć układ w odwodnienie (również automatyczne), niemniej jest to najmniej zalecane rozwiązanie i wiąże się z późniejszymi problemami uruchomieniowymi systemu.

W czasie normalnej pracy pompy ciepła praktycznie nie występuje ryzyko obniżenia temperatur wody grzewczej poniżej zadanej temperatury. Urządzenia są tak skonstruowane, iż nawet w okresie braku zapotrzebowania na ciepło same kontrolują temperaturę wody grzewczej i ją zabezpieczają.

Zastosowanie czystej wody grzewczej w przypadku pomp ciepła monoblok, w wykonaniu zewnętrznym wiąże się z pewnym ryzykiem, które jest do uzgodnienia pomiędzy projektantem a inwestorem i użytkownikiem układu. Niektórzy z producentów pomp ciepła, pomimo ryzyka wyprowadzenia wody na zewnątrz, preferują to rozwiązanie.

2. Zastosowanie jako wody grzewczej mieszaniny wody i czynnika niezamarzającego (np. glikol etylenowy, propylenowy) zabezpiecza instalację przed mrozami nawet w okresie zaniku przepływu. W tym aspekcie jest to rozwiązanie bezpieczne. Natomiast zastosowanie czynnika niezamarzającego ma wady. Przede wszystkim mieszanina wody i czynnika niezamarzającego ma:

a. niższą pojemność cieplną aniżeli woda, a więc muszą występować większe przepływy cieczy, aby dostarczyć tą samą ilość ciepła;

b. wyższą lepkość aniżeli woda, a zatem nakład energetyczny przesyłu ciepła jest wyższy;

c. przy zastosowaniu wymiennika pośredniego (aby w instalacji wewnętrznej c.o. stosować czystą wodę) obniża się temperaturę czynnika grzewczego;

d. w przypadku zastosowania mieszaniny niezamarzającej w całej instalacji c.o. konieczna jest korekta (weryfikacja) doborowa grzejników; czynnik niezamarzający ma określony kolor, zatem przy jakimkolwiek wycieku jest on widoczny; należy czynnik wprowadzić do całej pojemności instalacji, a to związane jest z konkretnymi kosztami zakupu;

e. mieszanina niezamarzająca starzeje się i wskazana jest jej okresowa wymiana.

Jak wspomniano powyżej projektant i zamawiający/użytkownik muszą rozważyć potencjalne ryzyko zamarznięcia wody w urządzeniu lub instalacji i czy jest ono akceptowalne lub nie.

4.14.6. Podsumowanie

Montaż nawet prostych pomp ciepła wymaga odpowiedniej wiedzy i doświadczenia. Nieprawidłowo lub w złym miejscu zamontowane urządzenie może być źródłem problemów użytkowych i niezadowolenia użytkownika. W przypadku stosowania pomp ciepła z palnym i/lub toksycznym czynnikiem chłodniczym należy mieć na uwadze bezpieczeństwo pracy i ochronę otoczenia.

4.15. Jakość wody i wyposażenie układów grzewczych

4.15.1. Jakość wody w układach grzewczych pomp ciepła

Jakość wody (skład chemiczny), jej temperatura oraz zawartość powietrza (tlenu) mają duże znaczenie w zapewnieniu poprawnej, długotrwałej i bezawaryjnej pracy pompy ciepła i instalacji grzewczej. Niska jakość wody, wysoka temperatura, obecność powietrza sprzyjają odkładaniu kamienia kotłowego ($CaCO_3$) w urządzeniach oraz instalacji. Obecność kamienia kotłowego pogarsza procesy wymiany ciepła, zwiększa opory przepływu czynnika grzewczego.

Niska jakość wody przy zastosowaniu różnych materiałów, z których wykonana jest instalacja oraz jej elementy (urządzenia, armatura), sprzyja zachodzeniu bardzo niekorzystnego procesu, jakim jest korozja.

Temat jakości wody grzewczej jest szerzej omówiony w rozdziale 3.18 Poradnika. Wymagania co do jakości wody w instalacji sprecyzowane są w normie PN-C-04607:1993P powołanej w WT [1.1].

4.15.2. Obecność powietrza w instalacji

Obecność powietrza w obiegu grzewczym jest zjawiskiem niepożądanym – obniża jakość procesu wymiany ciepła, sprzyja pojawianiu się korozji materiałowej, uderzeniom hydraulicznym, generuje negatywne efekty akustyczne.

Zagadnienie obecności powietrza w wodzie grzewczej oraz sposoby jego usuwania przedstawione są w rozdziale 3.8.2.9 Poradnika.

4.15.3. Wodne pompy obiegowe, armatura zabezpieczająca, regulacyjna, odcinająca, kontrolno-pomiarowa

Wyposażenie instalacji grzewczej z pompami ciepła jest tożsame z wyposażeniem instalacji z kotłami niskoparametrowymi. Elementy te oraz wytyczne ich doboru opisane są w rozdziale 3.8 Poradnika.

5. Przykłady rozwiązań sterowania układami technologicznymi kotłowni z kotłami i pompami ciepła firmy Brötje

5.1. Wskazówki projektowe

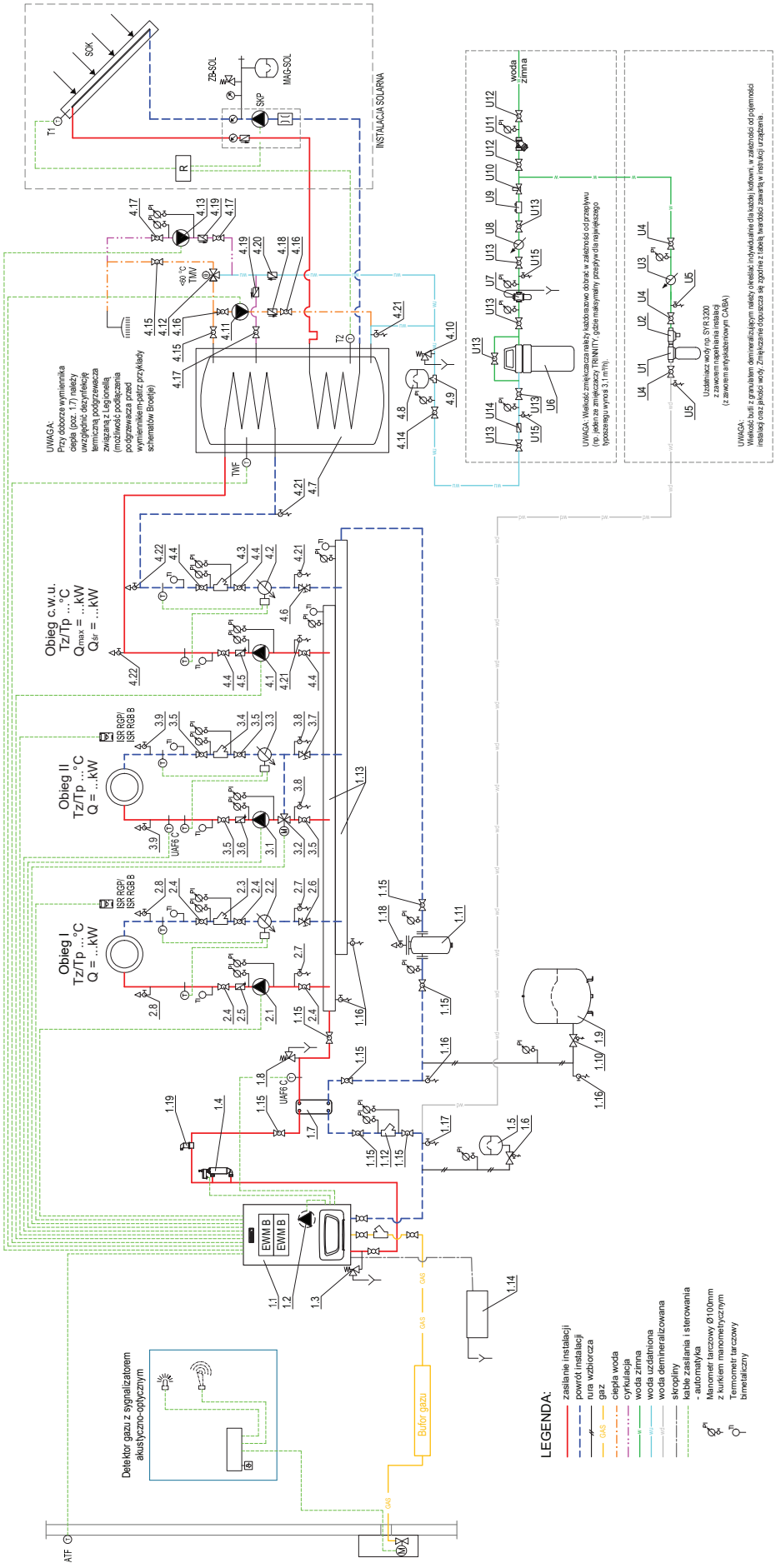
Podstawową informacją techniczną dla danego kotła Brötje są katalogi techniczne dostarczane przez firmę BIMs PLUS a w wersji on-line dostępne na stronie www.broetje.pl
Informacje techniczne zawarte w katalogach technicznych to ogólne informacje o produkcie, zasady działania, wyposażenie, regulacja, wymagane przepływy i systemy odprowadzania spalin.
Przy projektowaniu należy przestrzegać zawartych w tych informacjach wskazówek projektowych.
Do obowiązków projektantów należy dobór urządzeń kontrolno – zabezpieczających i sprawdzenie czy kocioł jest wyposażony w tego typu urządzenia.

5.2. Przykładowe schematy hydrauliczne z zastosowaniem regulatorów firmy Brötje

W dalszej części rozdziału zaprezentowano przykładowe schematy współpracy kotłów Brötje z instalacją, z obiegami z zaworami mieszającymi, z instalacją solarną lub z pompą ciepła.
W opracowaniu przedstawiono wybrane, przykładowe schematy wodnych kotłowni z kotłami Brötje. Więcej informacji można znaleźć w katalogach technicznych firmy Brötje oraz na stronie www.broetje.pl. Pomocą służą również pracownicy Działów doradztwa technicznego BIMs PLUS.

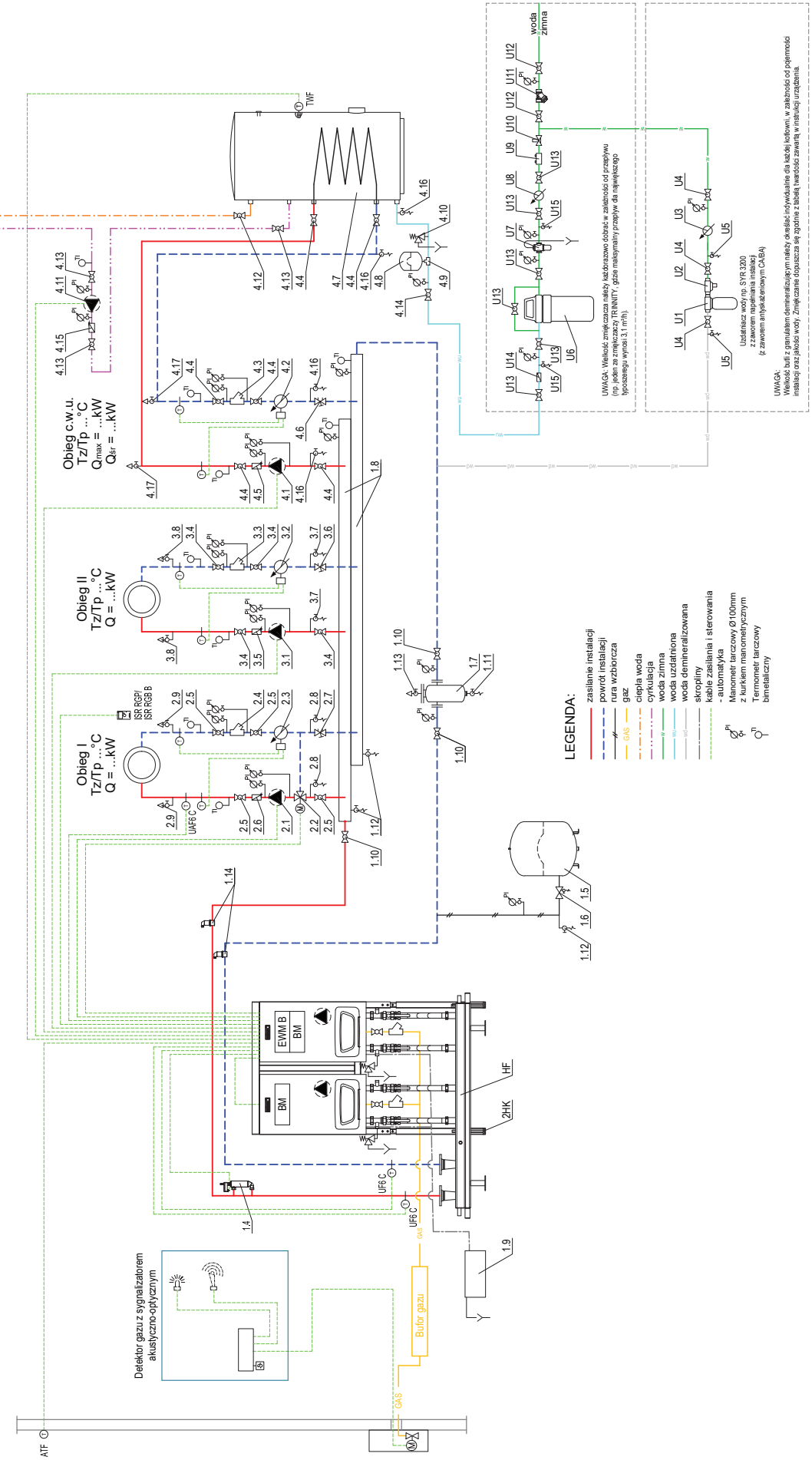
Podczas podejmowania decyzji o wyborze schematu hydraulicznego kotłowni należy brać pod uwagę między innymi:

- wskazówki projektowe producenta kotłów,
- pojemność wodną instalacji wodnej, stąd propozycje rozdzielenia wody kotłowej od instalacyjnej wymiennikami ciepła, w celu zapewnienia dłuższej żywotności kotłów,
- odpowiednie uzdatnienie wody kotłowej i wody użytkowej,
- wyposażenie obiegów grzewczych w urządzenia automatycznej regulacji jak zawory termostatyczne, zawory mieszające itp.,
- opór hydrauliczny drogi przepływ energii cieplnej pomiędzy kotłami a kolektorem zasilania obiegów grzewczych,
- sposób przygotowania c.w.u. (w podgrzewaczu pojemnościowym z wężownicą lub w zewnętrznym wymienniku ciepła współpracującym z zasobnikiem).

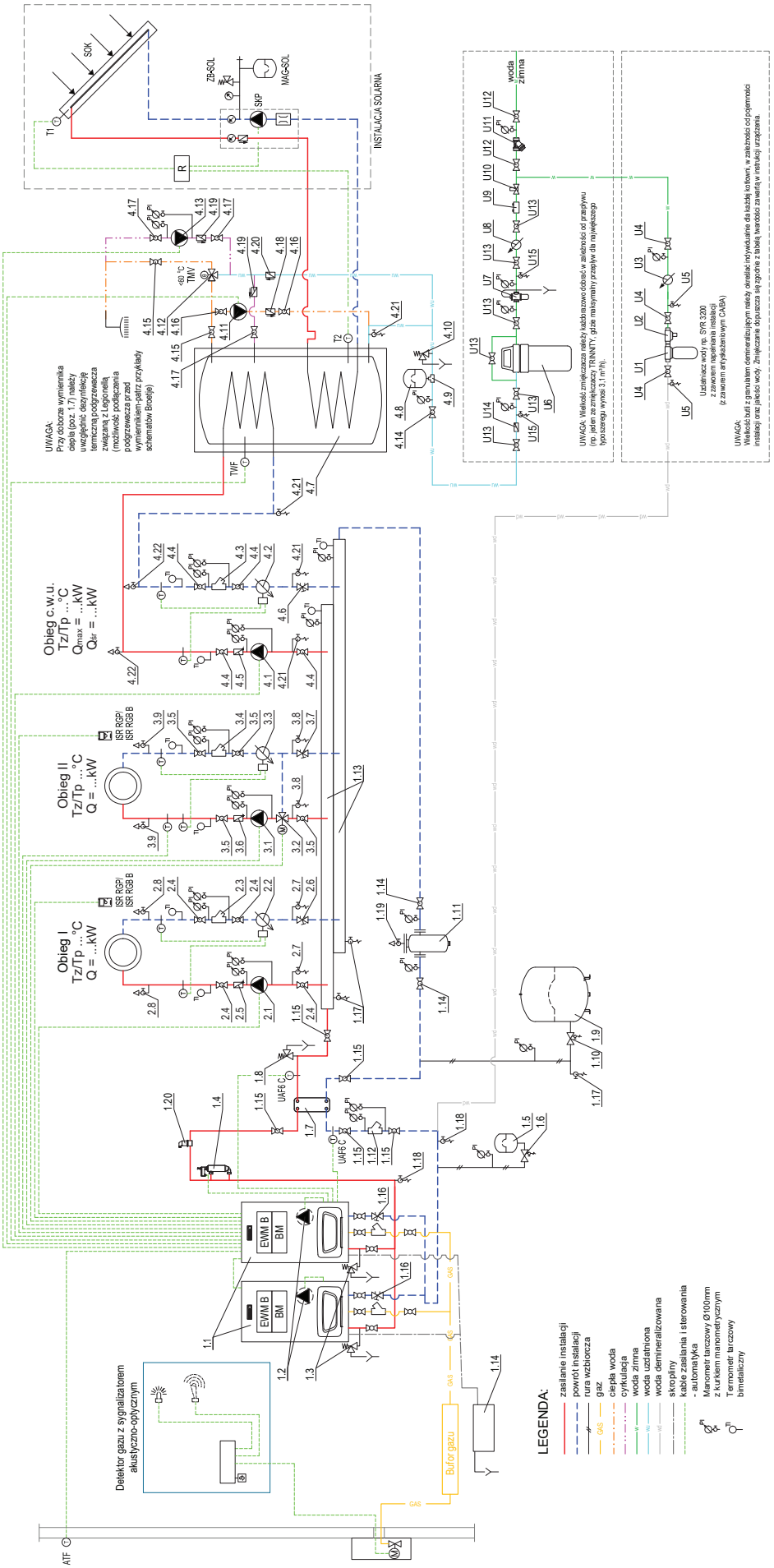


Przykład 1: Kocioł WGB 50/70/90i - z jednym obiegiem c.o. pompowym, z jednym obiegiem z zaworem mieszającym, z obiegiem c.w.u. z podgrzewaczem biwalentnym i systemem solarnym. Specyfikację urządzeń na rysunku można uzyskać w Działach Doradztwa Technicznego Bims Plus

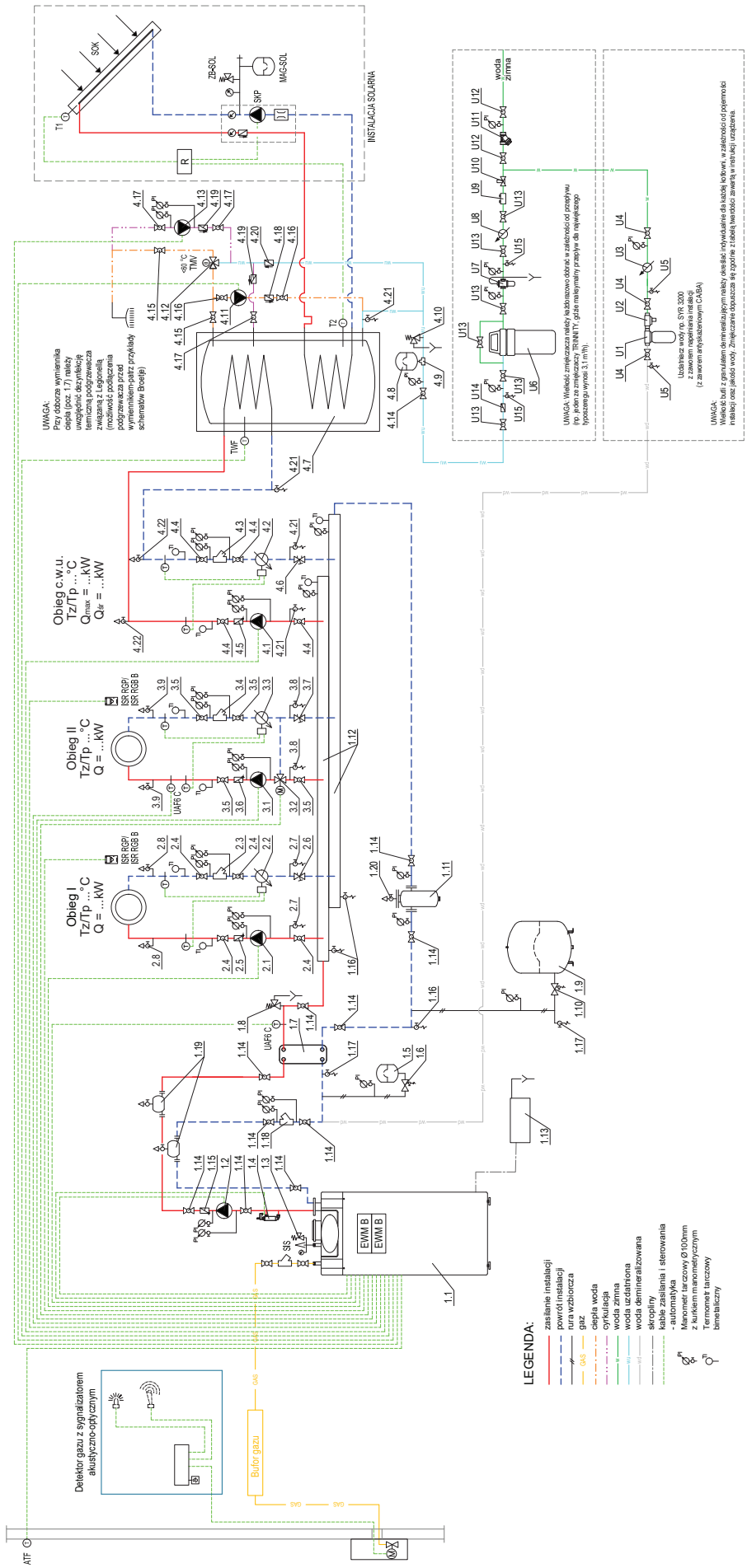
Przykład 2: Kaskada HydroFixx dwóch kotłów WGB 50/70/90i na stelażu montażowym, z jednym obiegiem c.o. z zaworem mieszającym, z jednym obiegiem c.o. pompowym i obiegiem c.w.u. z jednym podgrzewaczem zasobnikowym. Specyfikację urządzeń na rysunku można uzyskać w Działach Doradztwa Technicznego Bims Plus

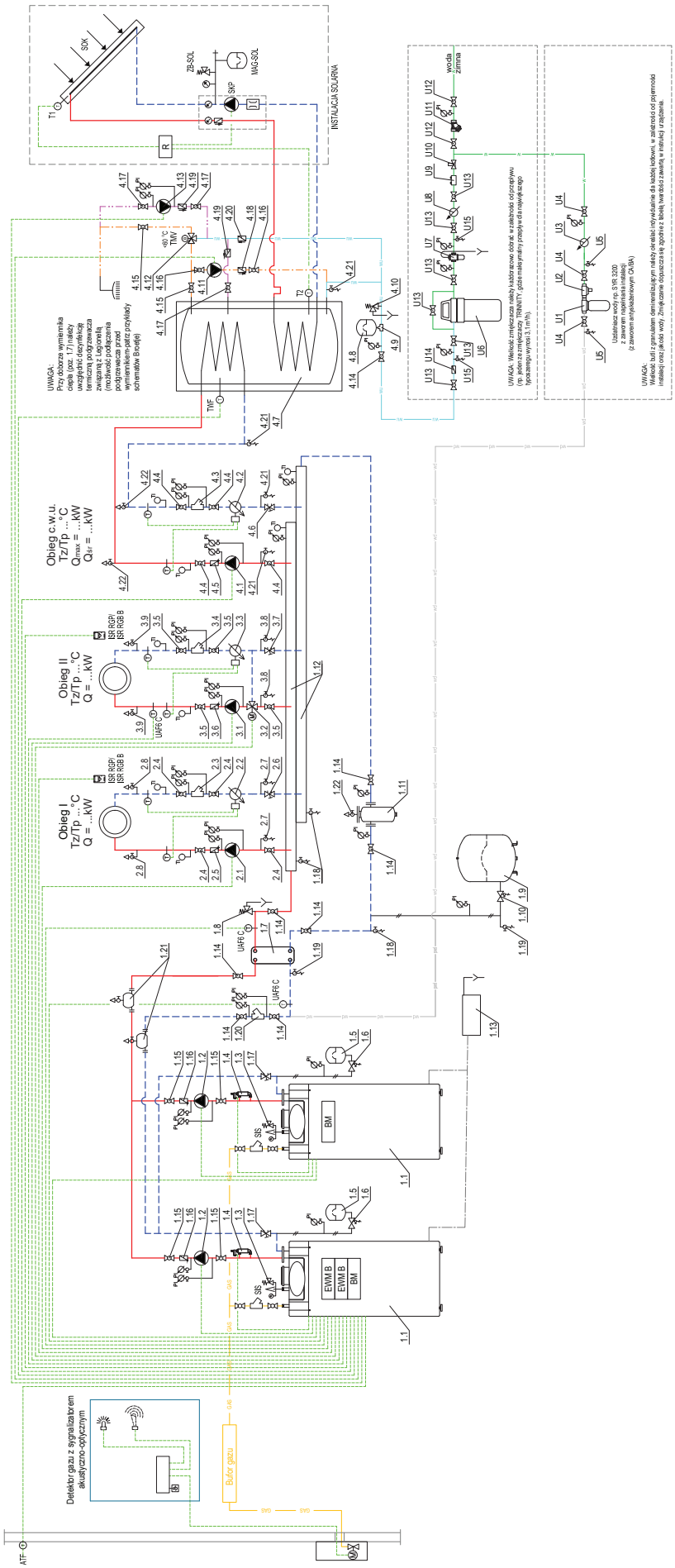


Przykład 3: Kaskada dwóch kotłów WGB 50/70/90i - z jednym obiegiem c.o. pompowym, z jednym obiegiem c.o. z zaworem mieszającym, z obiegiem c.w.u. z podgrzewaczem biwalentnym i systemem solarnym. Specyfikację urządzeń na rysunku można uzyskać w Działach Doradztwa Technicznego Bims Plus



Przykład 4: Kocioł SGB 125-610i z jednym obiegiem c.o. pompowym, z jednym obiegiem c.o. z zaworem mieszającym, z obiegiem c.w.u. z podgrzewaczem biwalentnym i systemem solarnym. Specyfikację urządzeń na rysunku można uzyskać w Działach Doradztwa Technicznego Bims Plus

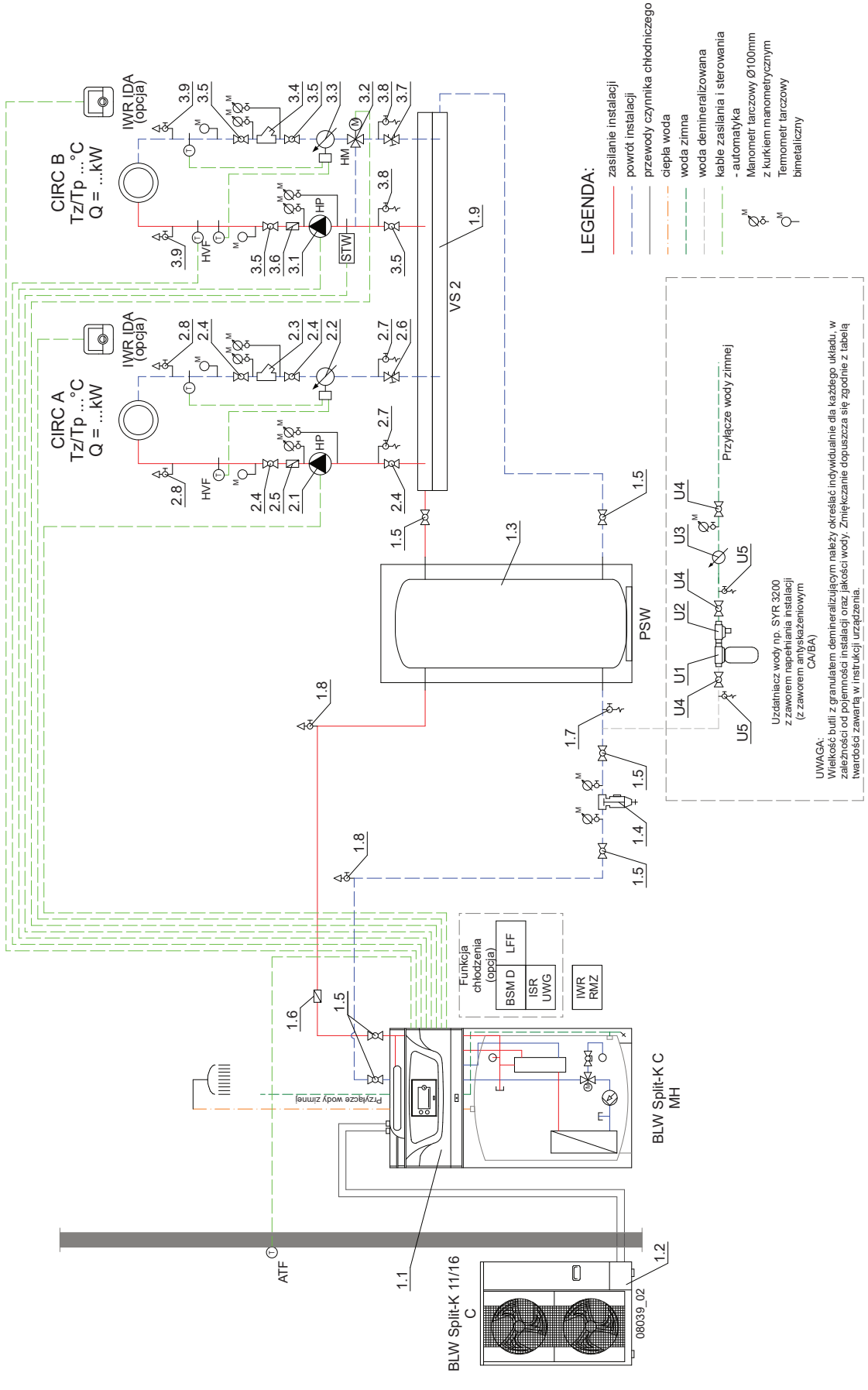




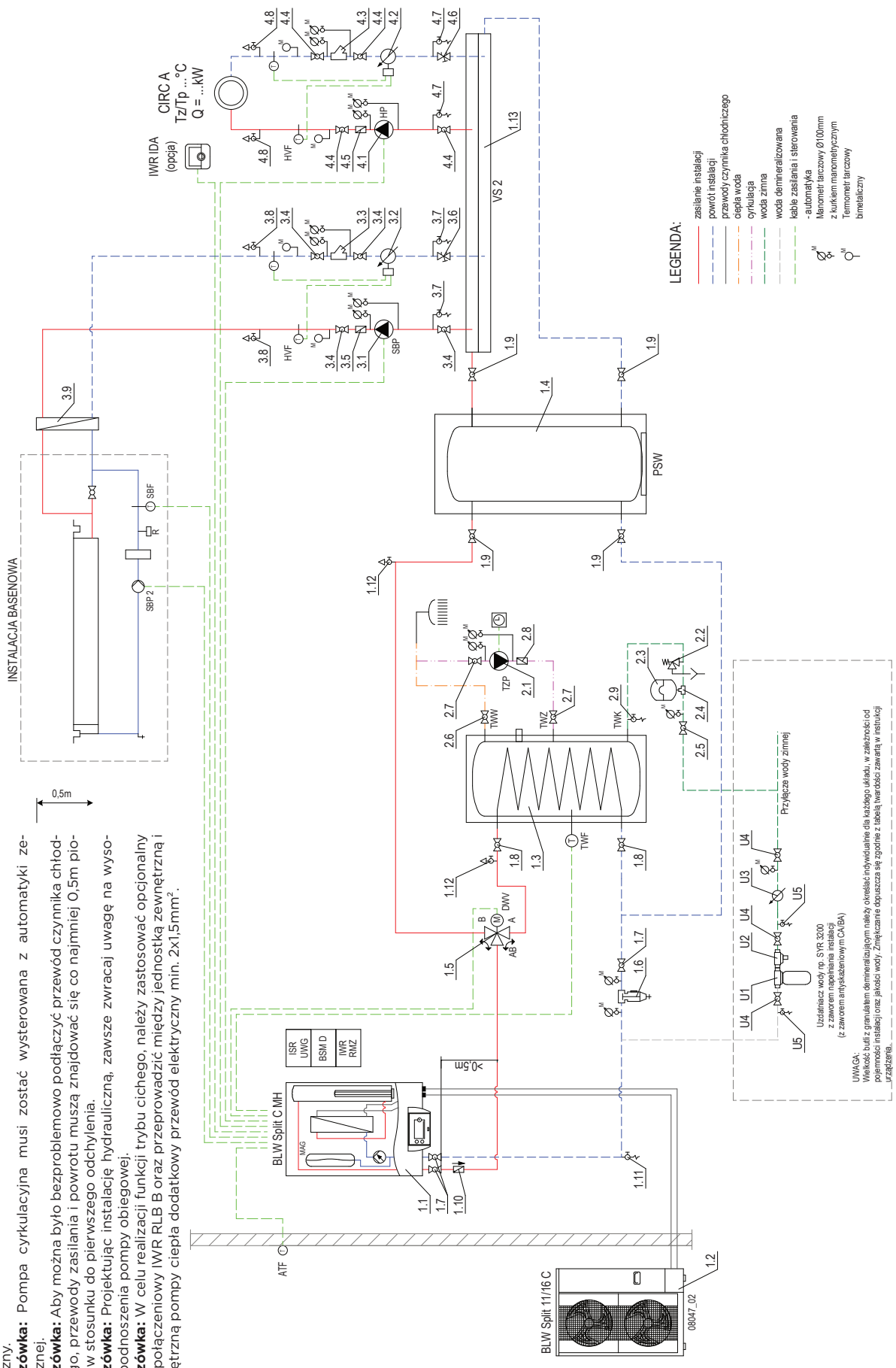
Przykład 5: Kaskada dwóch kotłów SGB 125-610i z jednym obiegiem c.o. pompowym, z jednym obiegiem c.o. z zaworem mieszającym, z obiegiem c.w.u. z podgrzewaczem biwalentnym i systemem solarnym. Specyfikację urządzeń na rysunku można uzyskać w Działach Doradztwa Technicznego Bims Plus

Przykład 6: Pompa ciepła BLW Split-K C z jednym obiegiem c.o. bez zaworu mieszającego, jednym obiegiem c.o. z zaworem mieszającym i wbudowaną grzałką elektryczną jako źródło szczytowe.
Specyfikację urządzeń na rysunku można uzyskać w Działach Doradztwa Technicznego Bims Plus.

Wskazówka: Dla funkcji ochrony przed zamarzaniem należy podłączyć czujnik zewnętrzny.
Wskazówka: W trybie chłodzenia graniczna temperatura zasilania to 18°C, aby uniknąć kondensacji. Temperatura ta musi być ustawiona/określona i nie może spaść poniżej. Temperaturę graniczną chłodzenia określono w normie DIN 1946 część 2.
Wskazówka: Ponieważ wartość zadana pompy ciepła w trybie chłodzenia jest o 4 K niższe od wartości zadanej obiegu chłodzenia, wartość zadana w obiegu chłodzenia musi być ustawiona na 22°C, aby zapobiec kondensacji.
Wskazówka: Projektując instalację hydrauliczną, zawsze zwracaj uwagę na wysokość podnoszenia pompy obiegowej.
Wskazówka: W celu realizacji funkcji trybu cichego, należy zastosować opcjonalny kabel połączeniowy IWR RLB B oraz przeprowadzić między jednostką zewnętrzną i wewnętrzną pompy ciepła dodatkowy przewód elektryczny min. 2x1,5mm².



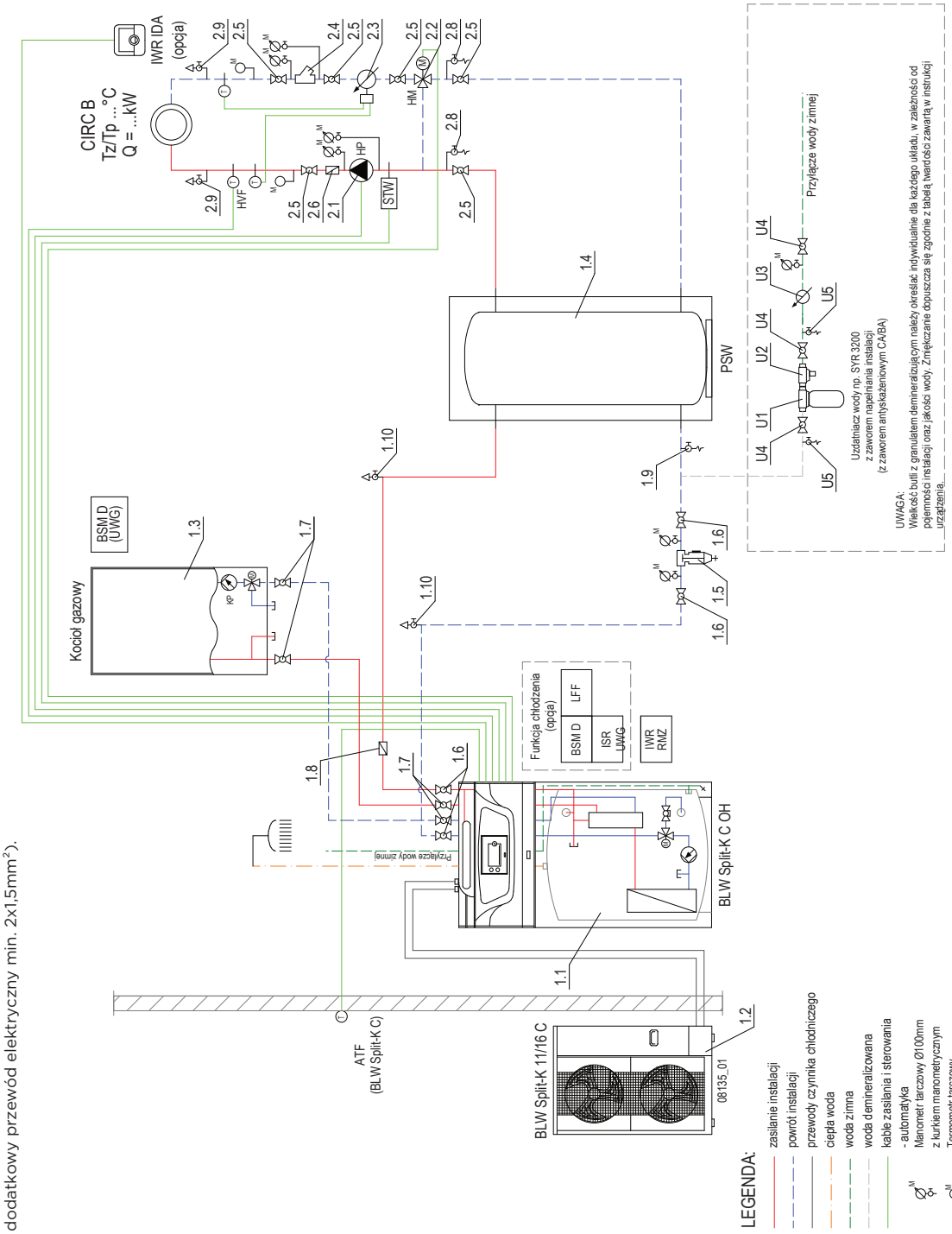
Przykład 7: Pompa ciepła BLW Split C z jednym obiegiem c.o. bez zaworu mieszającego, obiegiem basenowym, obiegiem c.w.u. z podgrzewaczem wężownicowym i wbudowaną grzałką elektryczną jako źródło szczytowe.
Specyfikację urządzeń na rysunku można uzyskać w Działach Doradztwa Technicznego Bims Plus.



Wskazówka: Nastawa parametrów CN1 i CN2: Wartości podane są na tabliczce znamionowej modułu wewnętrznego. Parametry CN służą również do określenia typu modułu zewnętrznego oraz typu jednostki wewnętrznej (wspomaganie hydrauliczne lub elektryczne).
Wskazówka: Dla funkcji ochrony przed zamarzaniem należy podłączyć czujnik zewnętrzny.
Wskazówka: Pompa cyrkulacyjna musi zostać wysterowana z automatyki zewnętrznej.
Wskazówka: Aby można było bezproblemowo podłączyć przewód czynnika chłodniczego, przewody zasilania i powrotu muszą znajdować się co najmniej 0,5m pionowo w stosunku do pierwszego odchylenia.
Wskazówka: Projektując instalację hydrauliczną, zawsze zwracaj uwagę na wysokość podnoszenia pompy obiegowej.
Wskazówka: W celu realizacji funkcji trybu cichego, należy zastosować opcjonalny kabel połączeniowy IWR RLB B oraz przeprowadzić między jednostką zewnętrzną i wewnętrzną pompy ciepła dodatkowy przewód elektryczny min. 2x1,5mm².

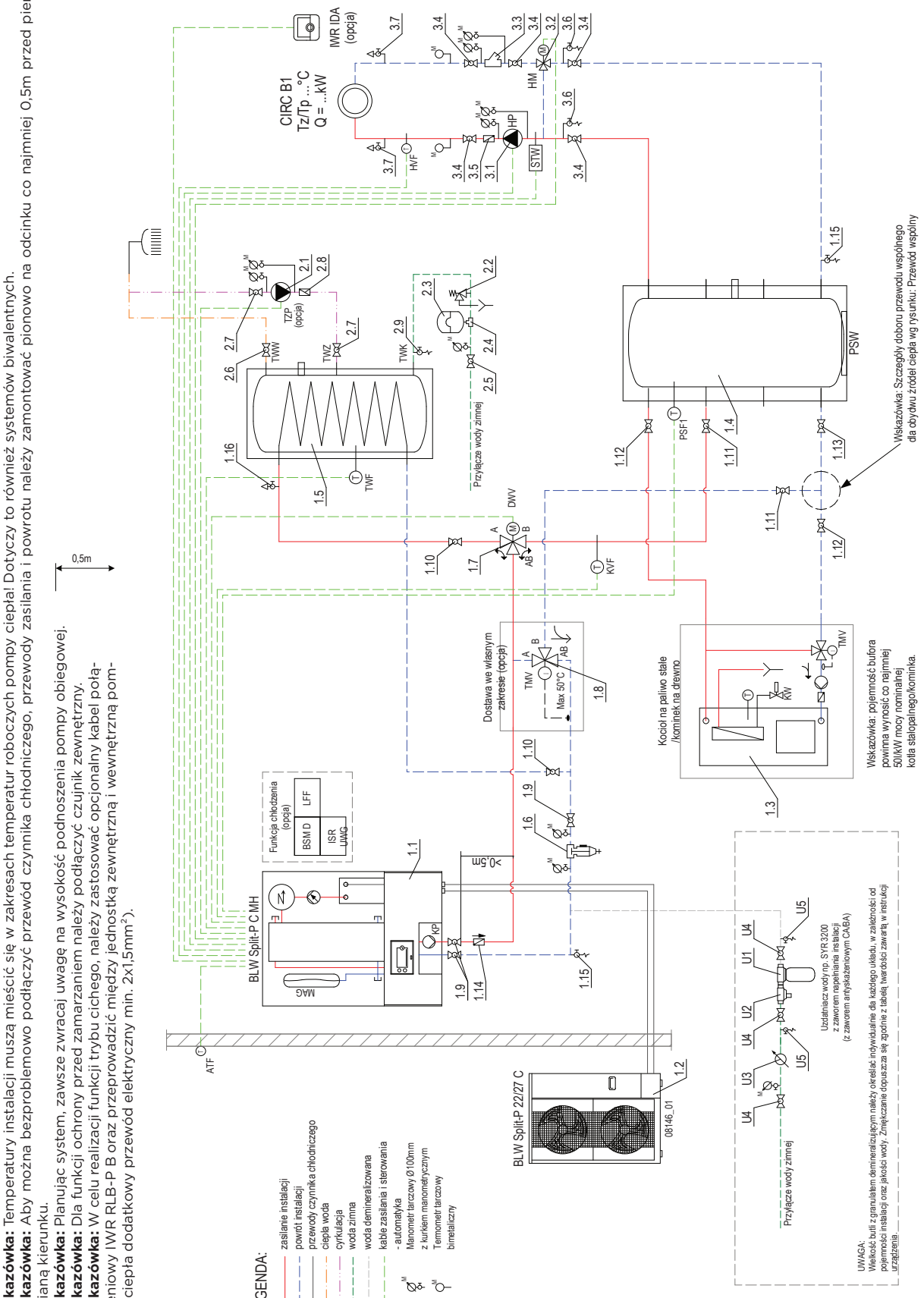
Przykład 8: Pompa ciepła BLW Split-K C z jednym obiegiem c.o. z zaworem mieszającym i kotłem gazowym jako źródło szczytowe.
Specyfikację urządzeń na rysunku można uzyskać w Działach Doradztwa Technicznego Bims Plus.

Wskazówka: Dla funkcji ochrony przed zamarzaniem należy podłączyć czujnik zewnętrzny.
Wskazówka: W trybie chłodzenia graniczna temperatura zasilania to 18°C, aby uniknąć kondensacji. Temperatura ta musi być ustawiona/określona i nie może spaść poniżej. Temperaturę graniczną chłodzenia określono w normie DIN 1946 część 2.
Wskazówka: Ponieważ wartość zadana pompy ciepła w trybie chłodzenia jest o 4 K niższe od wartości zadanej obiegu chłodzenia, wartość zadana w obiegu chłodzenia musi być ustawiona na 22°C, aby zapobiec kondensacji.
Wskazówka: Temperatury instalacji muszą mieścić się w zakresach temperatur roboczych pompy ciepła! Dotyczy to również systemów biwalentnych.
Wskazówka: Ustawić wartość zadaną dodatkowego źródła ciepła o +5°C wyższą niż wartość zadana dla CWU. Sygnał ze styku BCKP 2 to sygnał bezpotencjałowy.
Wskazówka: Projektując instalację hydrauliczną, zawsze zwracaj uwagę na wysokość podnoszenia pompy obiegowej.
Wskazówka: W celu realizacji funkcji trybu cichego, należy zastosować opcjonalny kabel połączeniowy IWR RLB B oraz przeprowadzić między jednostką zewnętrzną i wewnętrzną pompy ciepła dodatkowy przewód elektryczny min. 2x1,5mm².



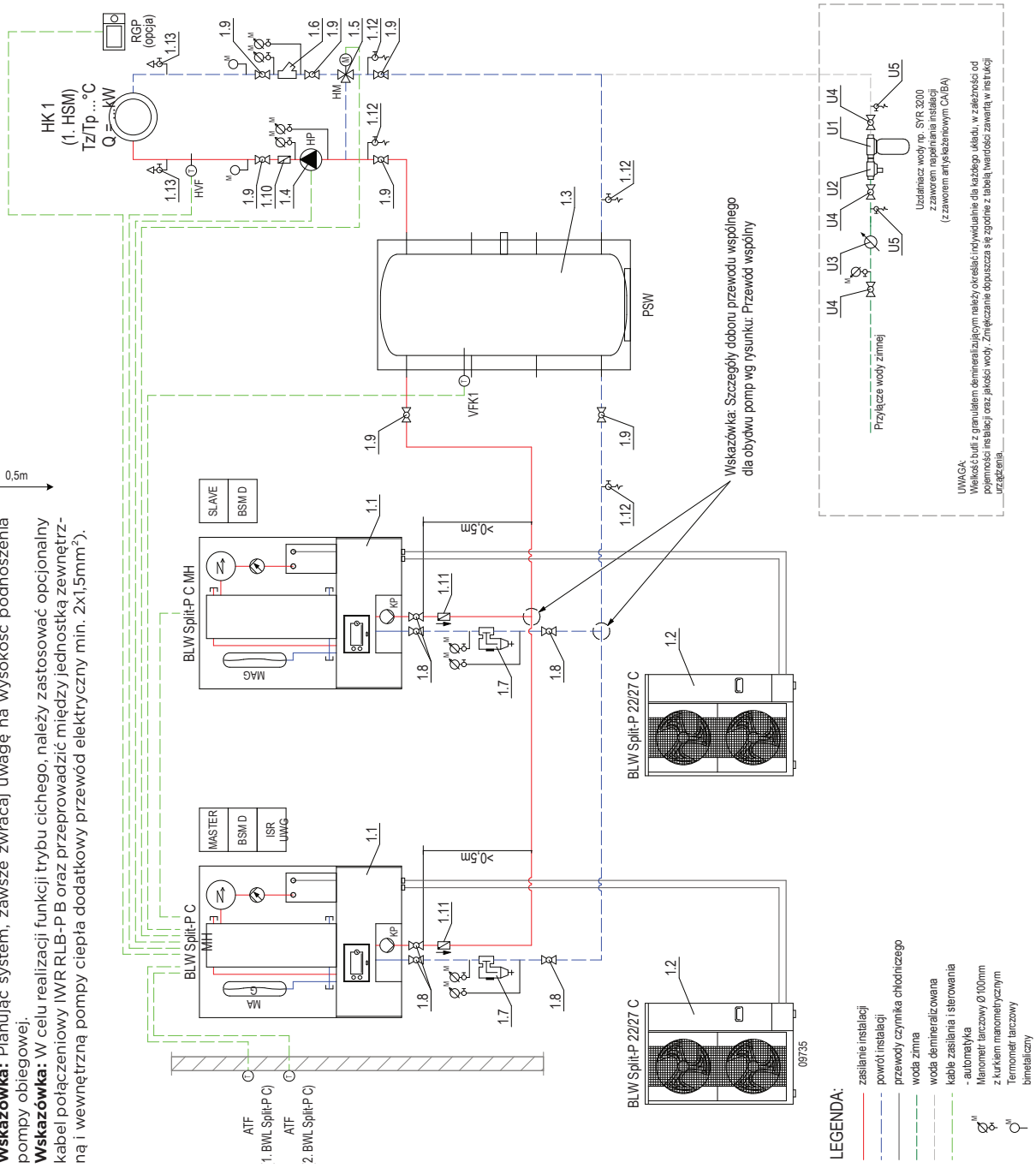
Przykład 9: Pompa ciepła BLW Split-P C z jednym obiegiem c.o. z zaworem mieszającym, obiegiem c.w.u. z podgrzewaczem wężownicowym, wbudowaną grzałką elektryczną jako źródło szczytowe i kotłem na paliwo stałe.
Specyfikację urządzeń na rysunku można uzyskać w Działach Doradztwa Technicznego Bims Plus.

Wskazówka: Jeżeli moc znajdującego się w obiekcie kotła na paliwo stałe jest wystarczająca do napełnienia zbiornika buforowego, to aby zapobiec awariom czujnika wysokiego ciśnienia podczas odszraniania lub funkcji ochrony przed zamarzaniem, należy koniecznie zastosować układ mieszający.
Wskazówka: Schematyczne przedstawienie odpowiada integracji termicznego zaworu mieszającego. Integrację hydrauliczną można znaleźć w instrukcji montażu termicznego zaworu mieszającego.
Wskazówka: Temperatury instalacji muszą mieścić się w zakresach temperatur roboczych pompy ciepła! Dotyczy to również systemów biwalentnych.
Wskazówka: Aby można bezproblemowo podłączyć przewód czynnika chłodniczego, przewody zasilania i powrotu należy zamontować pionowo na odcinku co najmniej 0,5m przed pierwszą zmianą kierunku.
Wskazówka: Planując system, zawsze zwracaj uwagę na wysokość podnoszenia pompy obiegowej.
Wskazówka: Dla funkcji ochrony przed zamarzaniem należy podłączyć czujnik zewnętrzny.
Wskazówka: W celu realizacji funkcji trybu cichego, należy zastosować opcjonalny kabel połączeniowy IWR RLB-P B oraz przeprowadzić między jednostką zewnętrzną i wewnętrzną pompy ciepła dodatkowy przewód elektryczny min. 2x1,5mm².



Przykład 10: Kaskada pomp ciepła BLW Split-P C z jednym obiegiem c.o. z zaworem mieszającym i wbudowanymi grzałkami elektrycznymi jako źródło szczytowe.
Specyfikację urządzeń na rysunku można uzyskać w Działach Doradztwa Technicznego Bims Plus.

Wskazówka: Aby można bezproblemowo podłączyć przewód czynnika chłodniczego, przewody zasilania i powrotu należy zamontować pionowo na odcinku co najmniej 0,5m przed pierwszą zmianą kierunku.
Wskazówka: Dla funkcji ochrony przed zamarzaniem należy podłączyć czujnik zewnętrzny.
Wskazówka: Aby osiągnąć optymalną sprawność dla tego układu hydraulicznego, należy wyłączyć ochronę instalacji przed zamarzaniem pompy kotła. Na miejscu należy upewnić się, że przegroda budynku gwarantuje ochronę przewodów zasilania przed zamarzaniem.
Wskazówka: Planując system, zawsze zwracaj uwagę na wysokość podnoszenia pompy obiegowej.
Wskazówka: W celu realizacji funkcji trybu cichego, należy zastosować opcjonalny kabel połączeniowy IWR RLB-P B oraz przeprowadzić między jednostką zewnętrzną i wewnętrzną pompy ciepła dodatkowy przewód elektryczny min. 2x1,5mm².



6. Załączniki

6.1. Wykaz rozporządzeń i ustaw

1.1. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie:
tekst jednolity: Dz.U. 2022 poz. 1225 z późn. zmianami;

1.2. Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 26 kwietnia 2013 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać sieci gazowe i ich usytuowanie:
Dz.U. 2013 poz. 640;

1.3. Rozporządzenie Ministra Gospodarki i Pracy z dnia 20 października 2005 r. w sprawie zasadniczych wymagań dotyczących efektywności energetycznej nowych wodnych kotłów grzewczych opalanych paliwami ciekłymi lub gazowymi:
Dz.U. 2005 nr 218 poz. 1846 z późn. zmianami;

1.4. Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 11 grudnia 2006 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie zasadniczych wymagań dotyczących efektywności energetycznej nowych wodnych kotłów grzewczych opalanych paliwami ciekłymi lub gazowymi:
Dz.U. 2006 nr 240 poz 1741;

1.5. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej:
Dz.U. 2015 poz. 376 z późn. zmianami;

1.6. Rozporządzenie Ministra Rozwoju z 11 września 2020 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego:
tekst jednolity: Dz.U. 2022 poz. 1679 z późn. zmianami;

1.7. Ustawa z dnia 20 maja 2016 r. o efektywności energetycznej:
tekst jednolity:
Dz.U. 2021 poz. 2166 z późn. zmianami (tekst ujednolicony: Dz.U. 2016 poz. 831);

1.8. Ustawa z dnia 29 sierpnia 2014 r. o charakterystyce energetycznej budynków:
tekst jednolity: Dz. U. 2024 poz. 101;

1.9. Ustawa z dnia 20 lutego 2015 r. o odnawialnych źródłach energii:
tekst jednolity: Dz.U. 2023 poz. 1436 z późn. zmianami (tekst ujednolicony: Dz.U. 2015 poz. 478);

1.10. Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 7 grudnia 2012 r. w sprawie rodzajów urządzeń technicznych podlegających dozorowi technicznemu:
Dz.U.2012 poz. 1468;

1.11. Rozporządzenie Ministra Rozwoju i Technologii z dnia 17 grudnia 2021 r. w sprawie warunków technicznych dla niektórych urządzeń ciśnieniowych podlegających dozorowi technicznemu:
Dz.U. 2022 poz. 68;

1.12. Ustawa z dnia 21 grudnia 2000 r. o dozorze technicznym:
tekst jednolity: Dz.U. 2023 poz. 1622;

1.13. Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska:
tekst jednolity: Dz.U. 2024 poz. 54;

1.14. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 2 lipca 2010 r. w sprawie rodzajów instalacji, których eksploatacja wymaga zgłoszenia:
tekst jednolity Dz.U. 2019 poz. 1510;

1.15. Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 7 czerwca 2010 roku „w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów" (Dz. U. Nr 109 Poz. 719 wraz z późniejszymi zmianami);

1.16. Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 6 września 1999 roku „w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy magazynowaniu, napełnianiu i rozprowadzaniu gazów płynnych" (Dz. U. 1999 Nr 75 Poz. 846);

6.2. Wykaz norm

2.1.	PN-B-01440: 1998 P	Technika sanitarna. Istotne wielkości, symbole i jednostki miar. (Norma wycofana - brak zastąpienia)
2.2.	PN-EN 1717: 2003 P	Ochrona przed wtórnym zanieczyszczeniem wody w instalacjach wodociągowych i ogólne wymagania dotyczące urządzeń zapobiegających zanieczyszczaniu przez przepływ zwrotny.
2.3.	PN-B-02151-2:2018-01	Akustyka budowlana – Ochrona przed hałasem w budynkach – Część 2: Wymagania dotyczące dopuszczalnego poziomu dźwięku w pomieszczeniach
2.4.	PN-B-02151-3:2015-10 P	Akustyka budowlana – Ochrona przed hałasem w budynkach – Część 3: Wymagania dotyczące izolacyjności akustycznej przegród w budynkach i elementów budowlanych.
2.5.	PN-B-02170: 2016 – 12 P	Ocena szkodliwości drgań przekazywanych przez podłoże na budynki.
2.6.	PN-B-02171: 2017 – 06 P	Ocena wpływu drgań na ludzi w budynkach.
2.7.	PN-B-02403: 1982 P	Ogrzewnictwo. Temperatury obliczeniowe zewnętrzne. (Norma wycofana - brak zastąpienia; przywołana Rozporządzeniem [1.1]).
2.8.	PN-B-02413: 1991 P	Ogrzewnictwo i ciepłownictwo. Zabezpieczenie instalacji ogrzewań wodnych systemu otwartego. Wymagania. (Norma wycofana - brak zastąpienia; przywołana Rozporządzeniem [1.1]).
2.9.	PN-B-02414: 1999 P	Ogrzewnictwo i ciepłownictwo. Zabezpieczenie instalacji ogrzewań wodnych systemu zamkniętego z naczyniami wzbiorczymi przeponowymi. Wymagania.
2.10.	PN-B-02415: 1991 P	Ogrzewnictwo i ciepłownictwo. Zabezpieczenie wodnych zamkniętych systemów ciepłowniczych. Wymagania. (Norma wycofana - brak zastąpienia; przywołana Rozporządzeniem [1.1])
2.11.	PN-B-02421: 2000 P	Ogrzewnictwo i ciepłownictwo. Izolacja cieplna przewodów, armatury i urządzeń. Wymagania i badania odbiorcze.
2.12.	PN-B-02431-1: 1999 P	Ogrzewnictwo. Kotłownie wbudowane na paliwa gazowe o gęstości względnej mniejszej niż 1. Wymagania.
2.13.	PN-B-02440: 1976 P	Zabezpieczenie urządzeń ciepłej wody użytkowej. Wymagania. (Norma wycofana - brak zastąpienia; w części przywołana Rozporządzeniem [1.1])
2.14.	PN-B-03430: 1983/ Az3: 2000	Wentylacja w budynkach mieszkalnych zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej. Wymagania. (Norma wycofana – brak zastąpienia; w części przywołana Rozporządzeniem [1.1])
2.15.	PN-B-10425: 1989 P	Przewody dymowe, spalinowe i wentylacyjne murowane z cegły. Wymagania techniczne i badania przy odbiorze. (norma zastąpiona przez PN-B-10425: 2019 – 09 P; przywołana Rozporządzeniem [1.1];)
2.16.	PN-C-04607: 1993 P	Woda w instalacjach ogrzewania. Wymagania i badania dotyczące jakości wody. (Norma wycofana - brak zastąpienia; przywołana Rozporządzeniem [1.1])
2.17.	PN-C-04750: 2011 P	Paliwa gazowe. Klasyfikacja, oznaczenia i wymagania. (Norma wycofana - brak zastąpienia)
2.18.	PN-C-04753: 2011 P	Gaz ziemny. Jakość gazu dostarczanego odbiorcom z sieci dystrybucyjnej. (Norma wycofana - brak zastąpienia; przywołana w części Rozporządzeniem [1.1])
2.19.	PN-C-96008: 1998 P	Przetwory naftowe. Gazy węglowodorowe (skroplone C3-C4).
2.20.	PN-C-96024: 2020-12 P	Przetwory naftowe. Oleje opałowe.
2.21.	PN-E-05204: 1994 P	Ochrona przed elektrycznością statyczną. Ochrona obiektów, instalacji i urządzeń. Wymagania.

2.22.	PN-EN 303 – 1: 2000 P	ta norma została zastąpiona normą **PN-EN 303-1:2017 – 10 E** Kotły grzewcze – Część 1. Kotły grzewcze z palnikami nadmuchowymi. Terminologia, ogólne wymagania, badania i oznaczenie.
2.23.	PN-EN 303-1:2000/A1:2005 P	ta norma została zastąpiona normą **PN-EN 303-1:2017 – 10 E**
2.24.	PN-EN 303-2:2000 P	ta norma została zastąpiona normą **PN-EN 303 – 2: 2017 – 09 E** Kotły grzewcze – Część 2. Kotły grzewcze z palnikami nadmuchowymi. Wymagania specjalne dotyczące kotłów z olejowymi palnikami rozpylającymi.
2.25.	PN-EN 303-2:2000/A1:2005 P	ta norma została zastąpiona normą **PN-EN 303-2: 2017 – 09 E**
2.26.	PN-EN 303-3:2002 P	Kotły grzewcze - Część 3: Kotły grzewcze na paliwa gazowe. Konstrukcje zespolone. Kocioł i palnik.
2.27.	PN-EN 303-3:2002/A2: 2005 P	Kotły grzewcze - Część 3: Kotły grzewcze na paliwa gazowe. Konstrukcje zespolone. Kocioł i palnik.
2.28.	PN-EN 303-4:2002 P	Kotły grzewcze - Część 4: Kotły grzewcze z palnikami nadmuchowymi. Wymagania specjalne dotyczące kotłów grzewczych z olejowymi palnikami nadmuchowymi o mocy do 70 kW i maksymalnym ciśnieniu roboczym 3 bar. Terminologia, wymagania specjalne, badania i oznakowanie.
2.29.	PN-EN 303-5+A1: 2023 – 05 E	Kotły grzewcze - Część 5: Kotły grzewcze na paliwa stałe z ręcznym i automatycznym zasypem paliwa o mocy nominalnej do 500 kW. Terminologia, wymagania, badania i oznakowanie.
2.30.	PN-EN 303-6: 2019 – 10 E	Kotły grzewcze - Część 6. Kotły grzewcze z palnikami nadmuchowymi. Wymagania specjalne dotyczące działania i charakterystyki energetycznej podgrzewaczy ciepłej wody użytkowej w kotłach dwufunkcyjnych z olejowymi palnikami rozpylającymi o nominalnej mocy cieplnej nieprzekraczającej 70 kW.
2.31.	PN-EN 1443: 2019 – 05 E	Kominy. Wymagania ogólne.
2.32.	PN-EN 1457-1: 2012 P	Kominy - Ceramiczne wewnętrzne przewody kominowe – Część 1: Przewody kominowe pracujące w stanie suchym- Wymagania i metody badań.
2.33.	PN-EN 1457-2:2012 P	Kominy - Ceramiczne wewnętrzne przewody kominowe – Część 2: Przewody kominowe pracujące w stanie mokrym- Wymagania i metody badań.
2.34.	PN- EN 12828 + A1: 2014 - 05 E	Instalacje ogrzewcze w budynkach – Projektowanie wodnych instalacji centralnego ogrzewania.
2.35.	PN-EN 12831:2006 P	Instalacje grzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego. (Norma wycofana - zastąpiona przez PN-EN 12831-1:2017 – 08 E; przywołana Rozporządzeniem [1.1])
2.36.	PN-EN 13384-1 + A1: 2019 – 07 E	Kominy - Metody obliczeń cieplnych i przepływowych - Część 1: Kominy z podłączonym jednym urządzeniem grzewczym.
2.37.	PN-EN 13384-2 + A1: 2019-07 E	Kominy - Metody obliczeń cieplnych i przepływowych - Część 2: Kominy z podłączonym wieloma urządzeniami grzewczymi.
2.38.	PN-EN 13384-3: 2006 E	Kominy-Metody obliczeń cieplnych i przepływowych - Część 3: Metody przygotowania wykresów i tablic dotyczących kominów z podłączonym jednym paleniskiem.
2.39	PN-EN 378-1 + A1: 2021-03	Instalacje chłodnicze i pompy ciepła – Wymagania dotyczące bezpieczeństwa i ochrony środowiska -Część 1: Wymagania podstawowe, definicje, klasyfikacja i kryteria doboru.
2.40	PN-EN 378-2: 2017-03	Instalacje chłodnicze i pompy ciepła – Wymagania dotyczące bezpieczeństwa i ochrony środowiska -Część 2: Projektowanie, konstrukcja, badanie, znakowanie i dokumentowanie
2.41	PN-EN 378-3 + A1: 2021-03	Instalacje chłodnicze i pompy ciepła – Wymagania dotyczące bezpieczeństwa i ochrony środowiska -Część 3: Usytuowanie instalacji i ochrona osobista.
2.42	PN-EN 378-3 + A1: 2021-03	Instalacje chłodnicze i pompy ciepła – Wymagania dotyczące bezpieczeństwa i ochrony środowiska -Część 4: Obsługa, konserwacja, naprawa i odzysk

6.3. Wykaz literatury

3.1. Katalogi techniczne firmy Brötje

3.2. Adamczewski A., "Kotły na drewno - o paliwie i konstrukcjach urządzeń" Polski Instalator 1/2010

3.3. Bąkowski K. „Instalowanie urządzeń gazowych. Poradnik" Wyd. Stowarzyszenie Elektryków Polskich, Warszawa 2012

3.4. Bąkowski K. „Praktyczne wskazówki instalowania małych kotłów gazowych" Polski Instalator 6/2005

3.5. Bąkowski K. „Wskazówki instalowania kotłów gazowych średnich i dużych mocy" Numer Specjalny Polskiego Instalatora

3.6. Böhm G. „Projektowanie instalacji ciepłej wody" Polski Instalator 1/97

3.7. Budzynowski J. „Odprowadzenie spalin i wentylacja" INSTAL 1/2003

3.8. Budzynowski J., Spór o kominy, Rynek Instalacyjny, październik 2003

3.9. Bylicki J., Lechman G. „Kondensacja raz jeszcze" INSTAL 10/2005

3.10. Chmielowski A. „Odprowadzanie spalin" Polski Instalator 4/2001

3.11. Ciśnieniowe naczynia przeponowe do instalacji grzewczych, chłodniczych, solarnych, instalacji wody użytkowej reflex: N, NG, G, C, S, refix: DE, DC, DD, DT. Katalog 2014. Reflex

3.12. Ćwięk J., Węglarz A. „ Obowiązek poprawy efektywności energetycznej – nowe wyzwania" Inżynier budownictwa 09/2016

3.13. Gebhardt Z. „Normalizacja a bezpieczeństwo urządzeń gazowych typu B11BS" Ciepłownictwo, Ogrzewnictwo, Wentylacja12/2006

3.14. Grabarczyk Cz. „Przepływy cieczy w przewodach. Metody obliczeniowe" Wyd. Envirotech, Poznań 1997

3.15. Grzegorczyk A. „Pompy obiegowe regulowane elektronicznie" Wyd. Grundfos – Materiały szkoleniowe

3.16. Instrukcje robocze do projektowania systemów spalania, Technika grzewcza Körting

3.17. Jadwiszczak P. Wpływ zmian Warunków Technicznych 2017 i 2021 na budynki jednorodzinne. Obudowa cieplna i wyposaże-nie instalacyjne", Politechnika Wrocławska, PORT PC 2016

3.18. Jeleń I. Duże kotłownie z małych kotłów – układy kaskadowe. Polski Instalator 4/2005

3.19. Jeleń I. "Kolektory słoneczne - tylko bez przegrzewania" Polski Instalator 9/2006

3.20. Jurkiewicz A. „Energia pierwotna – korzyść czy wypaczenie?" www.audyt-energetyczny.net

3.21. Kasperkiewicz K. Nowe zasady obliczania projektowego obciążenia cieplnego pomieszczeń i budynków wg PN--EN12831:2006, "Instalacje grzewcze w budynkach - metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego" - internet

3.22. Koczyk H. [red.] Ogrzewnictwo praktyczne. Projektowanie. Montaż. Certyfikacja energetyczna. Eksploatacja. Systherm Serwis Poznań 2009

3.23. Kołodziejczyk W., Zasady stosowania doboru armatury regulacyjnej w instalacjach centralnego ogrzewania, Instal 2,3/1999

3.24 Kowalski Cz. „Kotły gazowe centralnego ogrzewania, wodne niskotemperaturowe" Warszawa WNT 1992

3.25. Kragh-Möller O. „Wpływ zastosowanego zaworu i zwymiarowania zładu na natężenie przepływu w zaworach trójdrogowych" Seminarium Specjalistyczne firmy Danfoss Warszawa 1972

3.26. Kubski P. „Dyrektywa ErP i jej skutki dla branży" Magazyn Instalatora 08/2015

3.27. Kwiatkowski J., Cholewa L. „Centralne ogrzewanie, pomoce projektanta" Arkady, Warszawa 1980

3.28. Lewandowski W.M. „Proekologiczne odnawialne źródła energii" Wydawnictwa Naukowo Techniczne, Warszawa 2008

3.29. Ludwińska A., Dudkiewicz E., Bartnicki G. "Przygotowanie ciepłej wody w zakładach gastronomicznych" COW 7-8/2010

3.30. Magna3. Pompy obiegowe i cyrkulacyjne. Grundfos Katalog 2012

3.31. Marcolla K., Kanoniczak K. Wentylacja naturalna w budynkach wielorodzinnych zasilanych gazem w świetle obowiązujących przepisów. Szkolenie techniczne. Instalacje i urządzenia gazowe w przemyśle, w budynkach użyteczności publicznej i komunalnej, Energo-Eko-Tech, Poznań – Tarnowo Podgórne, październik 2006

3.32. Marcolla K. „Układy odprowadzania spalin z kotłów opalanych paliwami gazowymi i ciekłymi", Poznań 1991

3.33. Marcolla K. „Zbiór wzorów i tablic do ćwiczeń z hydrauliki i hydrologii" Wydawnictwo Uczelniane PP, Poznań 1967

3.34. Ministerstwo Infrastruktury i Budownictwa „ Poradnik w zakresie poprawy charakterystyki energetycznej budynków" Warszawa 2016

3.35. Mizielińska K., Dobór kotłów, Polski Instalator 7-8/2001

3.36. Mizielińska K., Kotły kondensacyjne – przegląd, Polski Instalator 1/2003

3.37. Mizielińska K., Obliczenia zapotrzebowania na olej, Ciepłownictwo, Ogrzewnictwo, Wentylacja, 4/6 1997

3.38. Mizielińska K., Metody hydraulicznego oddzielania obiegów kotłowych od obiegów grzewczych, Ciepłownictwo, Ogrzewnictwo, Wentylacja, nr 10/1997

3.39. Mizelińska K., Technika kondensacyjna – omówienie efektywności, Polski Instalator 1/2003

3.40. Pilarski S., Joniec W. "Kotły na paliwo stałe. Urządzenia do odprowadzenia nadmiaru ciepła" Rynek Instalacyjny 7-8/2009

3.41. Piotrowska-Woroniak J., Woroniak G. "Jak zaprojektować instalację słoneczną" Rynek Instalacyjny 12/2002

3.42. Płuciennik M. Wybrane zasady doboru naczyń wzbiorczych wg wymagań nowej normy PN-EN 12828 "Instalacje ogrzewcze w budynkach. Projektowanie wodnych systemów instalacji ogrzewczych" INSTAL 9/2007

3.43. Płuciennik M. "Kotły na paliwa stałe w zamkniętych układach c.o. - droga do życiowych przepisów" Polski Instalator 01/2004

3.44. Płuciennik M., Zimmer J. „Projektowanie instalacji wodociągowych wody zimnej i ciepłej. Poradnik" Wyd. Instytut Techniki Budowlanej, Warszawa 2012

3.45. Poradnik WILO „Podstawy techniki pompowej" 2013

3.46. Pyrkov V. „Regulacja hydrauliczna systemów ogrzewania i chłodzenia. Teoria i praktyka" Wyd. Systherm D. Gazińska s.j., Poznań 2007

3.47. Radwan W. „Kotłownie gazowe. Problemy projektowe." INSTAL nr4/1999

3.48. Rataj Z., Założenia techniczno-ekonomiczne przy modernizacji i budowie kotłowni, Ogólnopolskie szkolenie techniczne, Bezpieczna i ekonomiczna eksploatacja kotłowni gazowo-olejowych, Energo-Eko-Tech, Poznań-Kiekrz, październik 2001r.

3.49. Recknagel H., Sprenger E., Schramek R.: Kompendium ogrzewnictwa i klimatyzacji, OMNISCALA, Wrocław 2008

3.50. Schlagowski G. „Efektywność zastosowania i przykładowe rozwiązania instalacyjne w układach ogrzewczych z zastosowaniem gazowych kotłów kondensacyjnych" Informacje INSTAL 4/99

3.51. Strzeszewski M. "Obliczanie rocznego zapotrzebowania na energię wg normy PN-EN ISO 13790:2009 COW 6/2010

3.52. Systemy centralnego ogrzewania i wentylacji. Poradnik dla projektantów i instalatorów. WNT, Warszawa 2007

3.53. Szaflik W., Projektowanie instalacji ciepłej wody użytkowej w budynkach mieszkalnych" WUPS, Szczecin 2008

3.54. Szczechowiak E.[red.], Energooszczędne układy zaopatrzenia budynków w ciepło. Budowa i eksploatacja, Poznań 1994

3.55. Szczechowiak E., "Technika instalacyjna w budynkach niskoenergetycznych" MTP Instalacje, Poznań 2008

3.56. Szczechowiak E., "Zaopatrzenie w ciepło - zmiany przyszłościowe" Inżynieria Sanitarna. Inżynieryjna Ochrona Środowiska. Wydawca PZ ITS, Poznań 2008

3.57. Taler D. „Sprzęgła hydrauliczne w instalacjach grzewczych Ciepłownictwo, Ogrzewnictwo, Wentylacja 4/2000 i 5/2000

3.58. Toczyłowska B. „Wymagania jakości wody w instalacjach centralnego ogrzewania" Informacje INSTAL 5/1993

3.59. Układy stabilizacji ciśnienia Reflexomat (sterowany kompresorowo) i Variomat (sterowany pompowo) Katalog, Reflex 2013

3.60. Uzdatnianie wody w układach parowych, wodnych i obiegach chłodniczych, Epuro

3.61. Warunki techniczne wykonania i odbioru kotłowni na paliwa gazowe i olejowe, II wydanie – Polska Korporacja Techniki Sanitarnej, Grzewczej, Gazowej i Klimatyzacji, Warszawa 2000

3.62. Warunki techniczne jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. Tekst ujednolicony po nowelizacji z komentarzem. Wyd. ITB, Warszawa 2009

3.63. Warunki Urzędu Dozoru Technicznego. Urządzenia ciśnieniowe. Kotły wodne. WUDT-UC-KW Wydanie 01.2005

3.64. Warunki Urzędu Dozoru Technicznego. Urządzenia ciśnieniowe. Wymagania ogólne. WUDT-UC-WO-A Wydanie 01.2005

3.65. Wasilewski W. „Przepływ wody wodociągowej w węźle c.w.g. z zasobnikiem" COW 1/1977

3.66. Weber A.P. „Centralne ogrzewania wodne. Obliczanie i konstrukcja" Wyd. Arkady, Warszawa 1975

3.67. Wytyczne projektowania instalacji centralnego ogrzewania, Wymagania techniczne COBRTI INSTAL zeszyt 2, Warszwa, sierpień 2001

3.68. „Zalecenia do projektowania instalacji ciepłej wody, wentylacji i klimatyzacji minimalizujące namnażanie się bakterii Legionella" Wymagania Techniczne COBRTI INSTAL, zeszyt 11 Warszawa, październik 2005

3.69. Zawada B. „Układy sterowania w systemach wentylacji i klimatyzacji" Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2006

3.70. Zawory regulacyjne. Podręcznik użytkownika. Honeywell

3.71. Żarski K., Obiegi wodne i parowe w kotłowniach. Poradnik projektanta, Warszawa 2000

Bibliografia do rozdziału 4 i uzupełnienie do rozdziału 3:

3.72. Materiały techniczne firmy Flamco (flamco.aalberts-hfc.com/pl)

3.73. Materiały techniczne firmy Grundfos (grundfos.com/pl)

3.74. Materiały techniczne firmy Reflex (reflex.pl)

3.75. Materiały techniczne firmy Wadex (wadex.pl)

3.76. Materiały techniczne firmy Husty (husty.pl)

3.77. Bąkowski K. „Sieci i instalacje gazowe. Poradnik projektowania, budowy i eksploatacji." Wyd. Naukowe PWN SA, Warszawa 2013

3.78. Władysław Szaflik: „Projektowanie instalacji ciepłej wody w budynkach mieszkalnych" Ośrodek Informacji „Technika instalacyjna w budownictwie" Warszawa 2011

4.1. BWP/PORT PC: portpc.pl/pdf/7Kongres/prezentacje/01_Prezentacja_startowa_Pawe%C5%82_Lachman_final.pdf

4.2. Jan Szargut: „ Termodynamika techniczna" Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2005 r.

4.3. PORT PC „Wytyczne projektowania wykonania i odbioru instalacji z pompami ciepła. Część 2. Skrócona metoda obliczania rocznego współczynnika efektywności pomp ciepła" Wydanie 01/2014

4.4. Lachman: „Karty produktów i etykiety energetyczne" #Akademia Czystego Powietrza 2020 - www.czystepowietrze.gov.pl/wp-content/uploads/2020/05/Karty-produkt%C3%B3w-i-etykiety-energetyczne--%E2%80%93-prezentacja-z-Akademii-Czystego-Powietrza.pdf

4.5. Kazimierz Wojtas: „Średniosezonowy wskaźnik efektywności agregatu ziębniczego w kontekście zapotrzebowania na energię do chłodzenia budynków" Rynek Instalacyjny 9/2014

4.6. Hans-Jürgen ULLRICH: „Technika chłodnicza. Tom 1". IPPU MASTA 1998, Gdańsk

4.7. Rafał Burzyński „Sprawność pomp ciepła. Część 1. Co trzeba wiedzieć." Polski Instalator 10/2023

4.8. K. Piechurski, M. Szulgowska – Zgrzywa „Obliczanie rocznej efektywności pomp ciepła powietrze/woda" Rynek Instalacyjny 6/2016

4.9. M. Rubik: „Chłodnictwo i pompy ciepła" Grupa Medium, Warszawa 2023 r.

4.10. PN-B-02403:1982 „Ogrzewnictwo – Temperatury obliczeniowe zewnętrzne"

4.11. PN-B-03430:1983 + Az3:2000 „Wentylacja w budynkach mieszkalnych, zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej – Wymagania."

4.12. PN-EN 12831 „Charakterystyka energetyczna budynków – Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego – część 1: Obciążenie cieplne, Moduł M3-3."

4.13. Brötje Heizung: „Informacja techniczna. Pompy ciepła „Split Inverter" powietrze/woda."

4.14. Bundesverband Wärmpumpe e.V. (BWP): „Poradnik do przygotowania ciepłej wody" wydawca PORT PC

4.15. PORT PC: „Wytyczne projektowania, doboru, montażu i uruchomienia instalacji z pompami ciepła w budynkach jednorodzinnych i wielorodzinnych. Część 7" Wydanie III 01/2020

4.16. Piotr Narowski: „Zmiany klimatu wymagają zmian w projektowaniu systemów HVAC" Rynek Instalacyjny 7-8/2023

4.17. Ministerstwo Inwestycji i Rozwoju: „Dane do obliczeń energetycznych. Typowe lata meteorologiczne i statystyczne dane klimatyczne do obliczeń energetycznych budynków" www.gov.pl/web/archiwum-inwestycje--rozwoj/dane-do-obliczen-energetycznych-budynkow

4.18. „Poradnik inwestora. Energia geotermalna i pompy ciepła. Informacje i porady dla początkujących" PORT PC 08/2014

4.19. Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Państwowy Instytut Badawczy: „Biuletyn monitoringu klimatu Polski. Rok 2022."

4.20. Lachman P. i inni: „Wytyczne projektowania, wykonania i odbioru instalacji z pompami ciepła. Część 1 Dolne źródła do pomp ciepła." PORT PC, Kraków 2021

4.21. Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo Budowlane (Dz. U. 1994 Nr 89 poz. 414 wraz z późniejszymi zmianami)

4.22. Rozporządzenie Ministra Rozwoju z 11 września 2020 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego:
(tekst jednolity: Dz.U. 2020 poz. 1609 z późn. zmianami)

4.23. Ustawa z dnia 9 czerwca 2011 roku Prawo geologiczne i górnicze (Dz.U. 2011 Nr 163 poz. 981 wraz z późniejszymi zmianami)

4.24. Marcolla K. i inni: „Poradnik branżowy, część wentylacyjna.” HBH, Poznań 2019.

4.25. Bundesverband der Deutschen Heizungindustrie: “Informationsblatt Nr. 37 – Wärmeübergabe – und Kühlsysteme in Verbindung mit einer Wärmepumpe.” März 2019

4.26. Bundesverband der Deutschen Heizungindustrie: “Informationsblatt Nr. 51 – “Fussbodenheizung/ - kühlung” Juni 2023

4.27. Prelekcja – M. Rubik: „Wykorzystanie pomp ciepła w chłodzeniu płaszczyznowym” PZITS – webinarium 10 listopada 2023 r. pt. „Efektywne wykorzystanie chłodzenia i ogrzewania budynków i pomieszczeń TANS”

4.28. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 14 czerwca 2007 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku, (Dz. U. 2007 nr 120 poz. 826 z późniejszymi zmianami)

4.29. Jacek Nurzyński „Akustyka w budownictwie” Wydawnictwo PWN S.A. Warszawa 2018

4.30. M. Miara: „Pompy ciepła w istniejących budynkach” PORT PC, Kraków, czerwiec 2021. (https://portpc.pl/pdf/9kongres/materialy/2021_Poradnik_PC_w_istniejacych_budynkach.pdf)

4.31. Fraunhofer Instytut für Solare Energiesysteme ISE: “Abschlussbericht. Wärmepumpen in Bestandsgebäuden. Ergebnisse aus dem Forschungsprojekt “WPsmart im Bestand” Version 2.1 (stan: 23.07.2020) (https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/downloads/pdf/Forschungsprojekte/BMWi-03ET1272A-WPsmart_im_Bestand-Schlussbericht.pdf)

4.32. www.gov.pl/web/nfosigw

4.33. PN-EN 378-1:2017-03 „Instalacje chłodnicze i pompy ciepła. Wymagania dotyczące bezpieczeństwa i ochrony środowiska. Część 1 : Wymagania podstawowe, definicje, klasyfikacja i kryteria wyboru.”

4.34. www.udt.gov.pl/szwo-i-f-gazy

4.35. Ministerstwo Klimatu i Środowiska „Nowoczesne zasady rozliczeń prosumentów od 2022 r.” Warszawa, grudzień 2021 r.

4.36. J. Kaczor, M. Zasada – Wiśniewska: „Analiza ekonomiczna zastosowania instalacji fotowoltaicznej współpracującej z powietrzną pompą ciepła na potrzeby budynku jednorodzinnego wobec obowiązującego prawa w Polsce.” część 1 – COW nr 54/6 (2023), część 2 – COW 54/7 (2023), część 3 – COW nr 54/9 (2023)

4.37. P. Lachman: „Budynki jednorodzinne z pompą ciepła, fotowoltaiką i magazynami energii elektrycznej” Rynek Instalacyjny nr 6/2023

4..38. PORT PC: „Polski rynek pomp ciepła po trzech kwartałach 2023 r. – jakie są perspektywy wzrostu? https://portpc.pl/polski-rynek-pomp-ciepla-po-trzech-kwartalach-2023-r-jakie-sa-perspektywy-wzrostu/

4.39. Forum Energii: „Budynki w pułapce gazowej. Dlaczego rozwój instalacji mikroinstalacji i pomp ciepła w Polsce spowalnia? Luty 2024; www.forum-energii.eu

6.4. Przeliczenie podstawowych jednostek miar

Ciśnienie	$N/m^2 = 1\ Pa$	daPa	bar	mbar=hPa	mm sł. H_2O	kG/cm^2
$N/m^2 = 1\ Pa$=	1	0,1	0,00001	0,01	0,102	$1{,}02 \times 10^{-5}$
daPa=	10	1	0,0001	0,1	1,02	0,000102
kPa	100	100	0,01	10	100,02	$1{,}02 \times 10^{-2}$
bar=	100.000	10.000	1	1000	10.200	1,02
mbar=hPa	100	10	0,001	1	10,2	0,00102
mm sł. H_2O	9,81	0,981	$9{,}81 \times 10^{-5}$	0,0981	1	0,0001
kG/cm^2=atm=	98.100	9,810	0,981	981	10.000	1

Energia	kWh	MJ	J=Ws	cal	kcal	Mcal
KWh=	1	3,6	$3{,}6 \times 10^{6}$	$8{,}6 \times 10^{5}$	860	0,860
MJ=	0,277	1	10^{6}	$2{,}388 \times 10^{5}$	238,8	0,2388
J=Ws=	$2{,}778 \times 10^{-7}$	10^{-6}	1	0,2388	$2{,}388 \times 10^{-4}$	$2{,}388 \times 10^{-7}$
cal=	$1{,}163 \times 10^{-6}$	$4{,}1868 \times 10^{-3}$	4,1868	1	0,001	10^{-6}
kcal=	$1{,}163 \times 10^{-3}$	$4{,}1868 \times 10^{-6}$	$4{,}1868 \times 10^{3}$	1000	1	0,001
mcal=	1,163	4,1868	$4{,}1868 \times 10^{6}$	10^{6}	1000	1

Moc	KW	J/s=W	MJ/h	kcal/min	kcal/h
KW=	1	1000	3,6	14,33	860
J/s=W=	0,001	1	0,0036	0,01433	0,860
MJ/h=	0,2778	277,8	1	3,98	238,8
kcal/min=	0,06977	69,768	0,2512	1	60
kcal/h=	0,001163	1,163	0,004186	0,01667	1

Tabela przeliczeniowa różnych jednostek twardości wody						
	stopień francuski °F	stopień niemiecki °n	$gCaCO_3/m^3$	stopień angielski °A	mval/l	milimol/l
stopień francuski	1	0,56	10	0,70	0,20	0,10
stopień niemiecki	1,79	1	17,86	1,23	0,36	0,18
$gCaCO_3/m^3$	0,1	0,056	1	0,07	0,02	0,01
stopień angielski	1,43	0,8	14,3	1	0,29	0,14
mval/l	5	2,8	50	3,5	1	0,5
milimol/l	10	5,6	100	7	2,0	1

Tabela pary wodnej nasyconej	
Temperatura [°C]	**Nadciśnienie [bar]**
100	0,013
105	0,208
110	0,433
115	0,691
120	0,985
125	1,321
130	1,701
135	2,131
140	2,614
145	3,155
150	3,760
155	4,433
160	5,180
165	6,008
170	6,920
175	7,925
180	9,027
185	10,324

Tabela pojemności wodnej rury stalowej	
Średnica	**dm³/m**
3/8”	0,13
½”	0,21
¾”	0,38
1″	0,60
1¼”	1,02
1½”	1,39
2″	2,21
2½”	3,72
3”	5,13
4”	8,71

Tabela pojemności wodnej rury miedzianej	
Średnica	**dm³/m**
10x0,8	0,05
12x1	0,08
15x1	0,13
18x1	0,20
22x1,2	0,30
28x1,2	0,52
35x1,5	0,80
42x1,5	1,20

6.5. Wymagania dla kotłów gazowych

Typ kotła	Moc znam.	Strumień masowy wody				Minimalna temperatura dla		Hydrauliczne wymagania w instalacjach	
		Wartość normatywna		Min	Max	Kotła	Powrotu	Jednokotłowych	Wielokotłowych
		przy Dt=20K	przy Dt=10K						
	kW	kg/h	kg/h	kg/h	kg/h	°C	°C		
LogoBloc L	500	21495	42990	0	42990	48	35	Podwyższenie temp. powrotu	Podwyższenie temp. powrotu
	600	25794	51588		51588				

6.6. Wymagania dla kotłów z palnikiem olejowym

Typ kotła	Moc znam.	Strumień masowy wody				Minimalna temperatura dla		Hydrauliczne wymagania w instalacjach	
		Wartość normatywna		Min	Max	Kotła	Powrotu	Jednokotłowych	Wielokotłowych
		przy Dt=20K	przy Dt=10K						
	kW	kg/h	kg/h	kg/h	kg/h	°C	°C		
LogoBloc L	500	21495	42990	0	42990	48	35	zalecane podwyższenie temp. powrotu	zalecane podwyższenie temp. powrotu
	600	25794	51588		51588				

6.7. Formy dozoru technicznego i terminy badań technicznych

Lp.	Rodzaj urządzenia		Forma dozoru	Terminy badań			Książka ruchu
				Rewizja zewnętrzna	Rewizja wewnętrzna[1)]	Próba ciśnieniowa	
1	2		3	4	5	6	7
Kotły cieczowe o TD ≤ +110°C							
30	Kotły paleniskowe o mocy ≤ 70 kW		uproszczony	–	–	–	–
31	Kotły kondensacyjne o mocy ≤ 100 kW		uproszczony	–	–	–	–
32	Elektryczne oraz gazowe pojemnościowe podgrzewacze wody użytkowej o TD < 100°C i pojemności V ≤ 300 litrów		ograniczony	-	–	–	–
33	Pozostałe		pełny	2 lata	–	–	
ZBIORNIKI STAŁE							
34	Zbiorniki stałe, w tym wymienniki ciepła, dla których PD x V ≤ 300 barów x litr, lub PD ≤ 0,7 bara		uproszczony	–	–	–	–
Zbiorniki stałe, w tym wymienniki ciepła, o PD x V > 300 barów x litr i PD > 0,7 bara							
35	Zbiorniki stałe użytkowane w blokach energetycznych		pełny	1 rok	5 lat	10 lat	tak
36	Zbiorniki wypełnione całkowicie wodą	100°C < TD ≤ 110°C	pełny	2 lata	–	–	
37		TD ≤ 100°C i pojemności V ≤ 1000 litrów albo TD ≤ 40°C	uproszczony	–	–	–	–
38		40°C < TD ≤ 100°C i pojemności V > 1000 litrów	pełny	4 lata	–	–	–
39	Wymienniki ciepła płytowe o temperaturze nośnika ciepła TD ≤ 110°C		uproszczony	–	–	–	–

Legenda:
TD – temperatura dopuszczalna
PD – ciśnienie dopuszczalne

BRÖTJE HEIZUNG

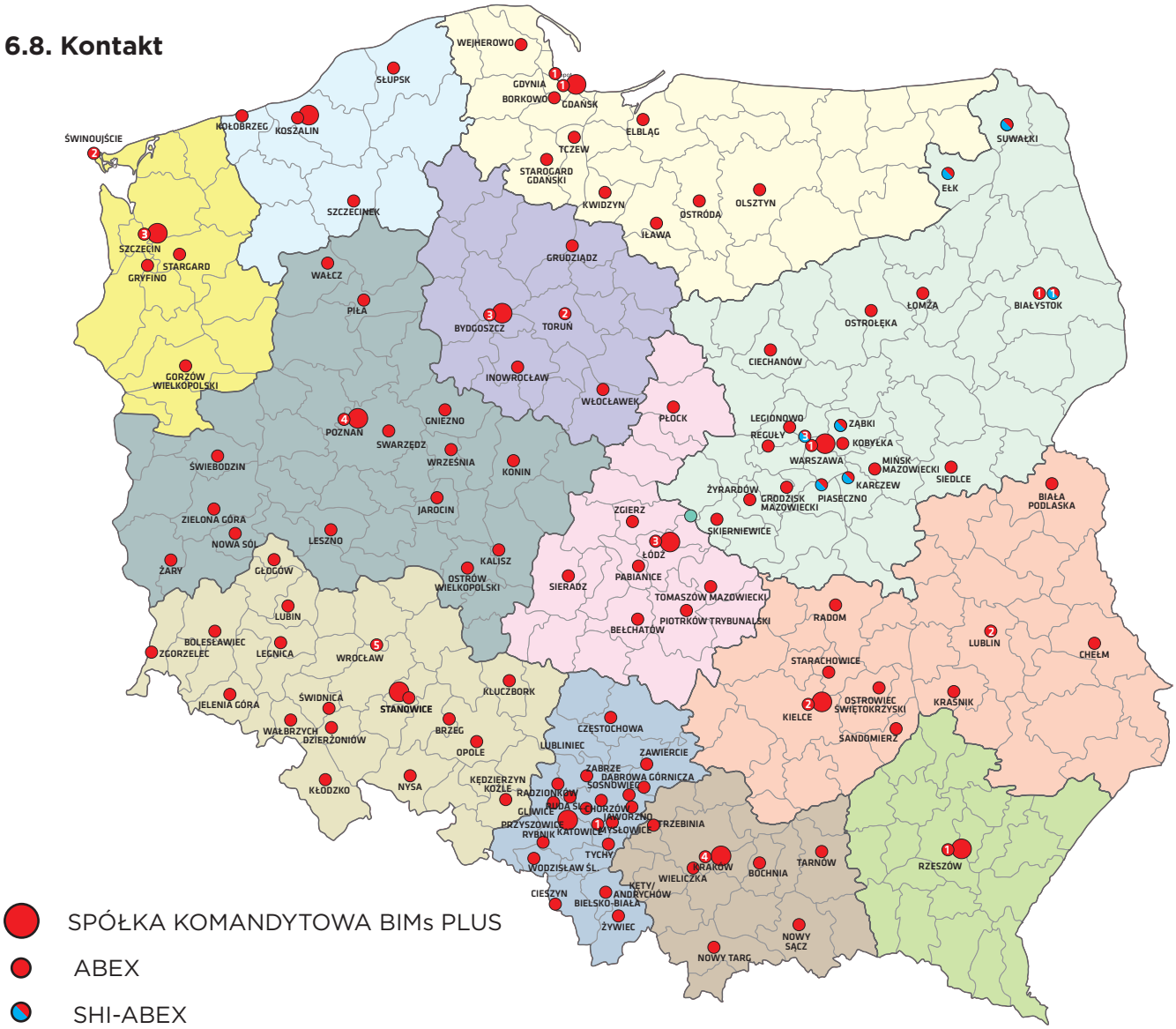
...jesteśmy do Twojej dyspozycji!

Zgłoszenia serwisowe (pierwsze uruchomienia i naprawy):

0 8 0 1 2 7 6 8 5 3
0 8 0 1 B R O T J E

www.broetje.pl

6.8. Kontakt



SPÓŁKA KOMANDYTOWA BIMs PLUS

ABEX

SHI-ABEX

DWS – współpraca z projektantami

BIMs PLUS Bydgoszcz	ul. Hermana Frankego 1 85-862 Bydgoszcz	tel. 510 221 817
BIMs PLUS Dolny Śląsk	ul. Klonowa 1, Stanowice 55-200 Oława	tel. 510 153 167 tel. 517 111 054
BIMs PLUS Gdańsk	ul. Przywidzka 4 80-174 Gdańsk	tel. 510 022 996
BIMs PLUS Górny Śląsk	ul. Graniczna 82 44-178 Przyszowice k/Gliwic	tel. 601 527 914
BIMs PLUS Kielce	ul. Krakowska 287A 25-801 Kielce	tel. 510 221 837
BIMs PLUS Koszalin	ul. Żytnia 9 75-818 Koszalin	tel. 601 887 981
BIMs PLUS Kraków	ul. Góra Libertowska 45 30-444 Libertów	tel. 510 221 860
BIMs PLUS Łódź	ul. Papiernicza 5 92-312 Łódź	tel. 510 023 006
BIMs PLUS Poznań	ul. Św. Mikołaja 9 62-080 Swadzim	tel. 667 095 055 tel. 516 684 075
BIMs PLUS Rzeszów	ul. Krakowska 150A 35-506 Rzeszów	tel. 573 808 244
BIMs PLUS Szczecin	ul. Warzymice 200 72-005 Przecław	tel. 667 095 053
BIMs PLUS Warszawa	ul. Majowa 107, Dybów-Kolonia 05-250 Radzymin	tel. 510 022 982 tel. 510 022 918 tel. 571 311 932 – podlaskie

Inżynierowie Brötje – współpraca firmami instalacyjnymi

BIMs PLUS Bydgoszcz	ul. Hermana Frankego 1 85-862 Bydgoszcz	tel. 605 351 402
BIMs PLUS Dolny Śląsk	ul. Klonowa 1, Stanowice 55-200 Oława	tel. 695 100 194 – dolnośląskie/opolskie tel. 573 808 727 – dolnośląskie
BIMs PLUS Gdańsk	ul. Przywidzka 4 80-174 Gdańsk	tel. 601 775 716 – pomorskie i warmińsko-mazurskie
BIMs PLUS Górny Śląsk	ul. Graniczna 82 44-178 Przyszowice k/Gliwic	tel. 605 987 671
BIMs PLUS Kielce	ul. Krakowska 287A 25-801 Kielce	tel. 510 220 821
BIMs PLUS Koszalin	ul. Żytnia 9 75-818 Koszalin	tel. 601 887 981 – zachodniopomorskie (region koszaliński)
BIMs PLUS Kraków	ul. Góra Libertowska 45 30-444 Libertów	tel. 510 221 831
BIMs PLUS Łódź	ul. Papiernicza 5 92-312 Łódź	tel. 510 022 921 – łódzkie
BIMs PLUS Poznań	ul. Wichrowa 28 60-449 Poznań	tel. 607 689 015
BIMs PLUS Rzeszów	ul. Krakowska 150A 35-506 Rzeszów	tel. 571 311 958
BIMs PLUS Szczecin	ul. Warzymice 200 72-005 Przecław	tel. 605 034 158 – zachodniopomorskie (region szczeciński)
BIMs PLUS Warszawa	ul. Majowa 107, Dybów-Kolonia 05-250 Radzymin	tel. 510 998 935 – mazowieckie tel. 605 987 602 – podlaskie

Lokalizacje firm Grupy BIMs PLUS

Stan na: marzec 2024 r.

Nazwa	Adres	Telefon
Bełchatów	ul. Piłsudskiego 19, 97-400 Bełchatów	48 605 987 662
Biała Podlaska	ul. Sidorska 102, 21-500 Biała Podlaska	48 83 344 14 50
Białystok	ul. Ciołkowskiego 165 C, 15-516 Białystok	48 571 311 869
Białystok	ul. Depowa 11, 15-620 Białystok	48 85 740 25 85
Bielsko-Biała	ul. Piekarska 20, 43-300 Bielsko-Biała	48 33 822 13 73, 48 605 552 339
Bochnia	ul. Brodzinskiego 68 ,32-700 Bochnia	48 14 611 95 58
Bolesławiec	ul. Dolne Młyny 34, 59-700 Bolesławiec	48 75 734 51 70
Borkowo	ul. Kartuska 58, 83-330 Borkowo	48 510 998 294, 48 573 222 309
Brzeg	ul. Włościańska 9, 49-304 Brzeg	48 573 808 257, 48 797 903 919
Bydgoszcz	ul. Łęczycka 6, 85-737 Bydgoszcz	48 52 326 48 50
Bydgoszcz	ul. Hermana Frankego 1, 85-862 Bydgoszcz	48 52 326 96 96
Bydgoszcz	ul. Chołoniewskiego 17-19, 85-127 Bydgoszcz	48 52 370 00 66
Bydgoszcz	ul. Nakielska 119, 85-367 Bydgoszcz	48 52 376 08 70
Chełm	ul. Chemiczna 16A, 22-100 Chełm	48 82 564 95 80
Chorzów	ul. Legnicka 84-86, 41-503 Chorzów	48 510 023 015, 48 32 345 30 10
Cieszyn	ul. Bielska 136, 43-400 Cieszyn	48 510 204 760
Częstochowa	ul. Św. Jadwigi 20, 42-226 Częstochowa	48 510 022 913, 48 34 321 84 80
Dąbrowa Górnicza	ul. Wybickiego 1A, 41-303 Dąbrowa Górnicza	48 510 220 852
Radzymin	Dybów-Kolonia, ul. Majowa 107, 05-250 Radzymin	48 22 510 78 00
Dzierżoniów	ul. Staszica 30, 58-200 Dzierżoniów	48 74 816 19 85
Elbląg	ul. Warszawska 72, 82-300 Elbląg	48 55 236 75 10
Ełk	ul. Ignacego Łukasiewicza 4, 19-300 Ełk	48 87 621 20 70
Gdańsk	ul. Grunwaldzka 355, 80-309 Gdańsk	48 510 022 991
Gdańsk	ul. Przywidzka 4, 80-174 Gdańsk	48 58 668 71 00
Gdynia	ul. Hutnicza 25A, 81-061 Gdynia	48 574 802 089
Gliwice	ul. Portowa 16B, 44-102 Gliwice	48 601 527 915
Głogów	ul. Sikorskiego 48, 67-200 Głogów	48 76 832 35 15
Gniezno	ul. Fabryczna 10, 62-200 Gniezno	48 510 023 075, 48 516 684 371
Gorzów Wielkopolski	ul. Żeglarska 18, 66-400 Gorzów Wielkopolski	48 603 857 312, 48 95 712 15 02
Grodzisk Mazowiecki	ul. Chrzanów Mały 44, 05-825 Chrzanów Mały	48 22 738 45 30, 48 22 738 45 31
Grudziądz	ul. Focha 15, 86-300 Grudziądz	48 56 461 01 55
Gryfino	ul. Czechosłowacka 2, 74-100 Gryfino	48 510 204 770
Iława	ul. Platynowa 2, 14-200 Iława	48 89 641 28 08
Inowrocław	ul. Cicha 17, 88-100 Inowrocław	48 52 356 08 10
Jarocin	ul. Os. Rzeczypospolitej 6a, 63-200 Jarocin	48 573 804 283, 48 510 204 869
Jaworzno	ul. Szymborskiej 14, 43-600 Jaworzno	48 571 311 841
Jelenia Góra	ul. Grunwaldzka 53, 58-506 Jelenia Góra	48 75 767 26 71
Kalisz	ul. Wrocławska 46, 62-800 Kalisz	48 62 768 71 09, 48 515 177 848
Katowice	ul. Kępowa 45B, 40-583 Katowice	48 512 011 595
Kędzierzyn Koźle	ul. Wyspiańskiego 49, 47-200 Kędzierzyn Koźle	48 77 406 14 30
Kielce	ul. Krakowska 287 A, 25-801 Kielce	48 41 347 84 41
Kluczbork	ul. Powstańców Śląskich 34, 46-200 Kluczbork	48 77 457 42 27
Kłodzko	ul. Zajęcza 4, 57-300 Kłodzko	48 74 867 40 80
Kobyłka	ul. Krzywa 16, 05-230 Kobyłka	48 22 581 35 90

Nazwa	Adres	Telefon
Kołobrzeg	ul. Bałtycka 41, 78-100 Kołobrzeg	48 94 351 82 28
Konin	ul. Zakładowa 4 A, 62-510 Konin	48 63 242 68 55, 48 601 873 529
Koszalin	ul. Żytnia 9, 75-818 Koszalin	48 94 346 34 90
Koszalin	ul. Żytnia 9, 75-818 Koszalin	48 94 317 07 77
Koszalin	ul. Franciszkańska 22, 75-256 Koszalin	48 94 316 96 15, 48 519 274 915
Kraków	ul. Adama Vetulaniego 5, 31-223 Kraków	48 605 987 618, 48 12 415 04 40
Kraków	ul. Gromadzka 46, 30-714 Kraków	48 12 255 53 00
Kraków	ul. Makuszyńskiego 22 A, 31-752 Kraków	48 12 259 60 55
Kraków	ul. Nad Serafą 56a, 30-864 Kraków	48 12 659 32 10
Kraśnik	ul. Lubelska 115, 23-200 Kraśnik	48 81 884 04 48
Kwidzyn	ul. 11 Listopada 22/1, 82-500 Kwidzyn	48 55 245 00 52
Legnica	ul. Nowodworska 25A, 59-220 Legnica	48 76 850 74 80
Leszno	ul. Luksemburska 3, 64-100 Leszno	48 65 520 02 05, 48 605 987 645
Libertów	ul. Góra Libertowska 45, 30-444 Libertów	48 12 643 86 00
Libertów	ul. Góra Libertowska 45, 30-444 Libertów	48 12 643 86 00
Lubin	ul. Marii Skłodowskiej / Curie 97a, 59-300 Lubin	48 76 847 44 99
Lublin	ul. Przyjacielska 4, 20-704 Lublin	48 510 204 643
Lublin	ul. Zadębie 65, 20-231 Lublin	48 81 749 69 00
Lublin	ul. Zadębie 65, 20-231 Lublin	48 81 749 69 00
Legionowo	Łajski, ul. Przemysłowa 4, 05-119 Legionowo	48 601 564 052, 48 22 774 14 35
Łomża	ul. Nowogrodzka 153J, 18-400 Łomża	48 86 215 15 57
Łódź	ul. Jasień 38/40, 93-562 Łódź	48 510 022 932
Łódź	ul. Zgierska 69, 91-465 Łódź	48 510 220 826
Łódź	ul. Papiernicza 5, 92-312 Łódź	48 42 677 49 00
Mysłowice	ul. Karola Miarki 25, 41-400 Mysłowice	48 32 223 80 92, 48 512 011 708
Nowa Sól	ul. Zielonogórska 63 C, 67-100 Nowa Sól	48 68 356 24 20, 48 510 022 940
Nowosolna	ul. Byszewska 3a, 92-701 Nowosolna	48 572 007 223
Nowy Sącz	ul. Magazynowa 7, 33-300 Nowy Sącz	48 18 442 76 80
Nowy Targ	ul. Ludźmierska 29, 34-401 Nowy Targ	48 18 264 90 90
Nysa	ul. Granitowa 1, 48-304 Nysa	48 510 023 058
Oborniki	ul. Obrzycka 133, 64-600 Oborniki	48 573 808 527, 48 573 808 528
Olsztyn	ul. Sprzętowa 3, 10-467 Olsztyn	48 89 537 53 50
Opole	ul. Budowlanych 44B, 45-123 Opole	48 77 453 89 80
Ostrołęka	ul. Graniczna 8, 07-410 Ostrołęka	48 29 767 42 00
Ostrowiec Świętokrzyski	ul. Kilińskiego 39 A, 27-400 Ostrowiec Świętokrzyski	48 41 262 04 42, 48 510 221 803
Ostróda	ul. Grunwaldzka 55, 14-100 Ostróda	48 572 007 232, 48 572 007 233
Ostrów Wielkopolski	ul. Wańkowicza 1 B, 63-400 Ostrów Wielkopolski	48 62 735 10 30, 48 601 873 529
Pabianice	ul. Łaska 3/5, 95-200 Pabianice	48 510 220 868
Pęchcin	ul. Przemysłowa 3, 06-400 Pęchcin	48 23 672 15 53
Piaseczno	ul. Geodetów 176F, 05-500 Piaseczno	48 601 275 943
Piła	ul. Wojciecha Kossaka 101, 64-920 Piła	48 510 169 153
Piotrków Trybunalski	ul. Kostromska 39 A, 97-300 Piotrków Trybunalski	48 510 023 008
Płock	ul. Kostrogaj 21, 09-400 Płock	48 510 220 886
Poznań	ul. Adama Kręglewskiego 9A, 61-248 Poznań	48 61 830 78 88, 48 510 023 093
Poznań	ul. Szczawnicka 4, 60-471 Poznań	48 61 843 76 39, 48 510 220 850

Nazwa	Adres	Telefon
Poznań	ul. Bałtycka 7, 61-013 Poznań	48 61 852 40 14, 48 605 351 401
Poznań	ul. Kowalewicka 12, 60-002 Poznań	48 61 830 78 88, 48 605 489 109
Poznań	ul. Św. Mikołaja 9, 62-080 Swadzim	48 61 84 98 100
Przecław	ul. Warzymice 200, 72-005 Przecław	48 91 425 02 46
Przecław	ul. Warzymice 200, 72-005 Przecław	48 91 425 02 21
Przyszowice k/Gliwic	ul. Graniczna 82, 44-178 Przyszowice k/Gliwic	48 32 731 41 00
Przyszowice k/Gliwic	ul. Graniczna 82, 44-178 Przyszowice k/Gliwic	48 32 731 41 29
Radom	ul. Tartaczna 16/18, 26-600 Radom	48 510 022 962, 48 48 340 29 00
Radzionków	ul. Objazdowa 25, 41-922 Radzionków	48 510 022 915
Michałowice / Reguły	ul. Żytnia 6, 05-816 Michałowice / Reguły	48 22 753 35 60
Ruda Śląska	ul. Katowicka 151, 41-710 Ruda Śląska	48 510 265 835, 48 32 240 3065
Rybnik	ul. Mikołowska 84, 44-203 Rybnik	48 605 987 610, 48 32 433 26 33
Rzeszów	ul. Krakowska 150A, 35-506 Rzeszów	48 17 860 58 21
Rzeszów	ul. Krakowska 150A, 35-506 Rzeszów	48 17 860 58 20
Sandomierz	ul. Trześniowska 2C, 27-601 Sandomierz	48 15 864 29 78, 48 510 023 048
Siedlce	ul. Warszawska 31, 08-110 Siedlce	48 25 640 38 40
Sieradz	ul. Polskiej Organizacji Wojskowej 64a, 98-200 Sieradz	48 510 990 715
Skierniewice	ul. Łódzka 79A, 96-100 Skierniewice	48 510 023 039
Słupsk	ul. Jałowcowa 63, 76-200 Słupsk	48 59 840 44 90
Sosnowiec	ul. Mireckiego 22B, 41-200 Sosnowiec	48 505 524 455
Stanowice	ul. Klonowa 1, 55-220 Oława, Stanowice	48 71 301 11 00
Stanowice	ul. Klonowa 1, 55-220 Oława, Stanowice	48 71 301 11 02
Starachowice	ul. Borkowskiego 1, 27-200 Starachowice	48 41 333 63 01
Stargard	ul. Gdańska 4G, 73-110 Stargard	48 510 807 043, 48 91 577 71 25
Starogard Gdański	ul. Skarszewska 5B, 83-200 Starogard Gdański	48 58 775 55 30
Stojadła	ul. Warszawska 75A, 05-300 Stojadła	48 25 740 56 28
Suwałki	ul. Ludwika Waryńskiego 26A, 16-400 Suwałki	48 875 672 128
Swarzędz	ul. Wrzesińska 174, 62-017 Swarzęd	48 61 815 77 20, 48 510 023 074
Szczecin	ul. Wrzesińska 3, 70-835 Szczecin	48 510 040 632, 48 91 48 11 400
Szczecin	ul. Maksymiliana Golisza 10E, 71-682 Szczecin	48 571 293 552, 48 91 421 31 80
Szczecin	ul. Ściegiennego 39; 70-354 Szczecin	48 571 311 973
Szczecinek	ul. Waryńskiego 8, 78-400 Szczecinek	48 94 372 48 31
Świdnica	ul. Piekarska 9, 58-100 Świdnica	48 573 802 021, 48 573 802 020
Świebodzin	ul. Plac Dworcowy 3, 66-200 Świebodzin	48 516 684 418, 48 510 204 817
Świnoujście	ul. Fińska 1, 72-600 Świnoujście	48 510 204 749
Tarnów	ul. Lwowska 134A, 33-100 Tarnów	48 14 624 02 25
Tczew	ul. 30 Stycznia 47, 83-110 Tczew	48 58 531 03 63
Tomaszów Mazowiecki	ul. Legionów 3, 97-200 Tomaszów Mazowiecki	48 510 204 658
Toruń	ul. Bema 9, 87-100 Toruń	48 56 622 59 01
Toruń	ul. Polna 105, 87-100 Toruń	48 56 655 78 07
Trzebinia	ul. Przemysłowa 8, 32-540 Trzebinia	48 32 645 33 99
Tychy	ul. Przemysłowa 60, 43-100 Tychy	48 510 023 020
Wałbrzych	ul. Armii Krajowej 1, 58-302 Wałbrzych	48 74 844 60 27
Wałcz	ul. Bydgoska 75, 78-600 Wałcz	48 510 204 762, 48 572 007 229
Warszawa	ul. Poleczki 23, 02-822 Warszawa	48 22 565 48 90

Nazwa	Adres	Telefon
Warszawa	ul. Olbrachta 94, 01-102 Warszawa	48 510 204 781
Warszawa	ul. Kosmatki 12, 03-982 Warszawa	48 22 740 50 40
Warszawa	ul. Elektronowa 2, 03-219 Warszawa	48 573 808 217
Wejherwo	ul. Gdańska 51, 84-200 Wejherowo	48 58 572 03 06
Włocławek	ul. Spółdzielcza 7, 87-800 Włocławek	48 54 412 06 16
Wodzisław Śląski	ul. Rybnicka 15C, 44-313 Wodzisław Śląski	48 510 204 734
Wołów	ul. Koszarowa 1-3, 56-100 Wołów	48 572 007 947, 48 573 808 513
Wrocław	ul. Mariana Morelowskiego 32/34, 52-429 Wrocław	48 510 010 722, 48 71 319 81 92, 48 71 319 83 00, 48 71 315 46 81
Wrocław	ul. Bolesława Krzywoustego 82-86, 51-166 Wrocław	48 71 33 49 938
Wrocław	ul. Karwińska 11, 52-015 Wrocław	48 797 903 813
Wrocław	ul. Stargardzka 9C, 54-156 Wrocław	48 71 351 05 76
Wrocław	ul. Żmigrodzka 249B, 51-129 Wrocław	48 71 352 80 01
Września	ul. Objazdowa 27, 62-300 Września	48 510 010 397
Wyry	ul. Pszczyńska 20, 43-175 Wyry	48 572 007 956
Zabrze	ul. Wolności 92a, 41-800 Zabrze	48 573 222 307
Zawiercie	ul. Pogorzelska 5, 42-400 Zawiercie	48 510 204 759, 48 32 671 86 10
Zgierz	ul. Boczna 3, 95-100 Zgierz	48 797 903 633
Zgorzelec	ul. Łużycka 87, 59-900 Zgorzelec	48 75 721 06 71
Zielona Góra	ul. Dekoracyjna 8, 65-722 Zielona Góra	48 68 329 02 93, 48 601 871 448
Żary	ul. Witosa 29, 68-200 Żary	48 510 204 763
Żyrardów	ul. Mickiewicza 49, 96-300 Żyrardów	48 46 855 00 71
Żywiec	ul. Fabryczna 19, 34-300 Żywiec	48 510 204 663

Notatki

Notatki



www.broetje.pl