



AWADUKT THERMO ANTYBAKTERYJNY

GRUNTOWY POWIETRZNY WYMIENNIK CIEPŁA DO MECHANICZNEJ WENTYLACJI
INFORMACJA TECHNICZNA DN 200 – DN 630



EFEKTYWNOŚĆ
ENERGETYCZNA

SPIS TREŚCI

1	Informacje ogólne i wskazówki dot. bezpieczeństwa	4
1.1	Wskazówki dotyczące Informacji Technicznej	5
1.2	Obowiązujące normy i dyrektywy	5
2	Definicje / skróty / symbole	6
3	Wprowadzenie	8
4	Zasada działania i obszary zastosowania	9
4.1	Zasada działania GPWC	9
4.2	Zasada działania rekuperatora	10
4.3	Obszary zastosowania GPWC	11
4.3.1	Działanie GPWC zimą (ogrzewanie powietrza)	11
4.3.2	Działanie GPWC latem (chłodzenie)	11
5	Komponenty systemu	13
5.1	Czerpnie powietrza	13
5.1.1	Czerpnia powietrza REHAU do instalacji GPWC o przepływie do ok. 1500 m³/h	13
5.1.2	Czerpnia powietrza REHAU do instalacji od ok. 1500 m³/h do ok. 6500 m³/h	14
5.1.3	Filtr	15
5.2	Rury	15
5.2.1	Przewodność cieplna	18
5.2.2	Wewnętrzna warstwa antybakteryjna	18
5.2.3	System uszczelnień Safety Lock	18
5.2.4	Odporność chemiczna	19
5.2.5	Wytyczne dotyczące ochrony przeciwpożarowej	19
5.3	Program kształtek	20
5.3.1	Kolana	20
5.3.2	Trójniki	21
5.3.3	Złączki	22
5.3.4	Zaślepka	24
5.3.5	Redukcje	24
5.4	Przejście szczelne	25
5.4.1	Przejście szczelne AWADUKT Thermo do wody nie wywierającej ciśnienia	25
5.4.2	Przejście szczelne AWADUKT Thermo do wody wywierającej ciśnienie	26
5.4.2.1	Uszczelnienie okrężne AWADUKT Thermo	26
5.4.2.2	Kolnierzowe przejście szczelne	27
5.5	Odpływ kondensatu	28
5.5.1	Odpływ kondensatu z otworem rewizyjnym	28
5.5.2	Odpływ kondensatu standard	28
5.5.3	Syfon kulowy	29
5.5.4	Studnia zbierająca kondensat	30
5.6	Rozdzielacz AWADUKT Thermo	33
6	Montaż komponentów systemu	35
6.1	Ogólne informacje dot. dostawy komponentów systemu	35
6.2	Montaż czerpni powietrza	35
6.2.1	Transport	35
6.2.2	Składowanie na budowie	35
6.2.3	Wskazówki dotyczące montażu czerpni powietrza	36
6.3	Montaż rur, kształtek i rozdzielacza	37
6.3.1	Transport	37
6.3.2	Składowanie na budowie	37
6.3.3	Załadunek / rozładunek	38
6.3.4	Wskazówki dotyczące montażu	38
6.3.4.1	Kierunek i głębokość montażu	38
6.3.4.2	Technika połączeń	39
6.3.4.3	Wykonanie połączenia	39
6.3.4.4	Obcinanie rur	40
6.3.4.5	Połączenie zgrzewane	40
6.3.4.6	Wytyczne dotyczące zgrzewania	40
6.3.4.7	Zgrzewanie doczołowe	40
6.3.4.8	Zgrzewanie elektrooporowe	41
6.3.4.9	Materiały do wykonania podsypki	41
6.3.5	Montaż i wypełnienie wykopu	42
6.3.5.1	Przygotowanie powierzchni do montażu	42
6.3.5.2	Zmiana szerokości wykopu w szczególnych przypadkach	42
6.3.5.3	Określenie szerokości wykopu	42
6.3.5.4	Strefa posadowienia rurociągu i obudowa wykopu	43
6.3.5.5	Wypełnienie	44
6.3.5.6	Zagęszczenie gruntu	44
6.3.5.7	Układanie rurociągu w wodzie gruntowej lub w warstwach wodonośnych	45
6.3.5.8	Minimalne odległości od budynków i innych rurociągów	46
6.3.5.9	Ogólne wymagania dotyczące montażu	47
6.3.5.10	Wydłużalność termiczna	47
6.3.5.11	Układanie w gruntach plastycznych	47
6.4	Przejście szczelne	47
6.4.1	Przejścia szczelne w przypadku wody nie wywierającej ciśnienia	47
6.4.2	Kolnierzowe przejście szczelne AWADUKT Thermo do bezpośredniego montażu w wodzie wywierającej ciśnienie	47
6.4.3	Tuleja AWADUKT Thermo do uszczelnienia okrężnego	48
6.4.4	Modułowe uszczelnienie okrężne	48
6.5	Kontrola montażu	48
6.5.1	Kontrola wzrokowa	48
6.5.2	Zagęszczanie	48
6.5.3	Szczelność	48
6.5.3.1	Informacje ogólne	48
6.5.3.2	Próba szczelności przy użyciu powietrza (procedura L)	49
6.5.3.3	Próba szczelności przy użyciu wody (procedura W)	50
6.5.4	Kwalifikacje personelu	50
6.6	Obliczenia statyczne (wg arkusza roboczego ATV-DWK A 127)	50
6.6.1	Założenia techniczne	50
6.6.2	Informacje ogólne	50
6.6.3	Zapewnienie przejścia obciążeń	50
6.6.4	Dopuszczalne odkształcenie	50
7	Czynniki wpływające na wydajność energetyczną	51
7.1	Podstawowe zasady techniki grzewczej dotyczące wymiarowania instalacji GPWC	51
7.2	Czynniki wpływające na obliczenia szacunkowe	51
7.2.1	Klimat / lokalizacja	52
7.2.2	Grunt	52
7.2.3	Natężenie przepływu / prędkość przepływu	54
7.2.4	Głębokość montażu	55
7.2.5	Metoda montażu	55
7.2.6	Długość rur	55
7.3	Charakterystyczne parametry GPWC	55
7.3.1	Natężenie przepływu na 1 m długości GPWC	55
7.3.2	Wskaźnik efektywności energetycznej	55
7.4	Obliczenie ilości kondensatu	56

7.5.	Konserwacja i czyszczenie	56
7.5.1	Wytyczne dotyczące konserwacji systemu.	56
7.5.2	Inspekcja higieniczna.	56
7.5.3	Kontrola higieniczna	57
7.5.4	Czyszczenie	57
7.5.4.1	Czyszczenie za pomocą szczotek	57
7.5.4.2.	Czyszczenie za pomocą wody.	57
8	Tabele/diagramy	58
9	Rysunki	63

1 INFORMACJE OGÓLNE I WSKAZÓWKI DOTYCZĄCE BEZPIECZEŃSTWA

Objaśnienie symboli graficznych:



Wskazówka dotycząca bezpieczeństwa



Wskazówka prawna



Ważna informacja



Aktualność Informacji Technicznej

Dla zachowania bezpieczeństwa i zapewnienia prawidłowego stosowania produktów REHAU należy regularnie sprawdzać, czy została wydana nowa wersja Informacji Technicznej.

Data wydania Informacji Technicznej jest podana zawsze w lewym dolnym rogu strony tytułowej. Aktualna wersja Informacji Technicznej jest dostępna w Biurach Handlowo-Technicznych REHAU, w hurtowniach oraz w wersji elektronicznej na stronie internetowej REHAU.



Wskazówki dotyczące bezpieczeństwa i instrukcje obsługi

- dla bezpieczeństwa własnego i innych osób przed rozpoczęciem prac montażowych należy w całości przeczytać instrukcje obsługi
- instrukcje obsługi należy zachować do wglądu
- w przypadku pytań i niejasności dotyczących poszczególnych wytycznych montażowych proszę się zwrócić do Biura Handlowo-Technicznego REHAU
- nieprzestrzeganie wskazówek dotyczących bezpieczeństwa może prowadzić do szkód materialnych lub zranienia osób

Zastosowanie zgodne z przeznaczeniem

System AWADUKT Thermo może być projektowany, instalowany i użytkowany wyłącznie w sposób opisany w niniejszej Informacji Technicznej. Każde inne zastosowanie jest niezgodne z przeznaczeniem i tym samym niedopuszczalne.

Należy przestrzegać wszystkich obowiązujących krajowych i międzynarodowych przepisów w zakresie montażu, instalacji, zapobiegania wypadkom i bezpieczeństwa oraz wskazówek zawartych w niniejszej Informacji Technicznej.

Obszary zastosowań, które wykraczają poza zakres Informacji Technicznej (zastosowania specjalne) wymagają konsultacji z działem technicznym REHAU. W celu uzyskania porady technicznej należy się zwrócić do Biura Handlowo-Technicznego REHAU.

Wskazówki dotyczące projektowania i montażu dotyczą bezpośrednio konkretnych produktów REHAU i odnoszą się do ogólnie obowiązujących norm i przepisów.

Należy przestrzegać aktualnie obowiązujących wytycznych, norm i przepisów.



Wymagania dotyczące personelu

- nasze systemy mogą być instalowane wyłącznie przez wykwalifikowany i przeszkolony personel

- prace przy urządzeniach i przewodach elektrycznych mogą przeprowadzać wyłącznie wykwalifikowane osoby z odpowiednimi uprawnieniami

Ogólne środki ostrożności

- miejsce pracy należy utrzymywać w czystości i usunąć z niego zbędne przedmioty
- należy zapewnić odpowiednie oświetlenie miejsca pracy
- nie dopuszczać do miejsca montażu dzieci i zwierząt domowych oraz nieupoważnionych osób
- należy stosować wyłącznie komponenty przeznaczone do danego systemu instalacyjnego. Zastosowanie komponentów nie należących do systemu lub użycie narzędzi, które nie pochodzą z danego systemu REHAU może spowodować wypadek lub inne zagrożenie

Odzież robocza

- podczas montażu należy nosić odpowiednie ubranie ochronne, okulary ochronne, rękawiczki, obuwie ochronne i opaskę na długie włosy
- nie należy zakładać obszernych ubrań ani biżuterii, ponieważ ruchome elementy narzędzi i instalacji mogą o nie zahaczać
- przy wykonywaniu prac montażowych na wysokości głowy lub powyżej należy zakładać kask ochronny

1.1 Wskazówki dotyczące Informacji Technicznej

Niniejsza Informacja Techniczna dotyczy rur wykonanych z PP do gruntowego powietrznego wymiennika ciepła o średnicach DN 200 – DN 630. Należy przestrzegać obowiązujących przepisów krajowych.

1.2 Obowiązujące normy i dyrektywy

ATV-DVK A 127P

Obliczenia statyczno-wytrzymałościowe kanałów i przewodów kanalizacyjnych
ATV-DVWK A 139

Budowa i badanie przewodów i kanałów kanalizacyjnych

ATV-DVWK A 142

Przewody i kanały kanalizacyjne w obszarach zlewni

AV0030

REHAU Materialmerkkblatt

DIN 1045

Stahl- Und Stahlbetonbau

DIN 1054

Baugrund- Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau – Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1

DIN 1055

Einwirkungen auf Tragwerke

DIN 1072

Straßen- und Wegbrücken; Lastannahmen

DIN 1946

Raumluftechnik

DIN 4022

Baugrund und Grundwasser, Kurzbeschreibung, Benennen und Beschreiben von Boden und Fels

DIN 4060

Rohrverbindungen von Abwasserkanälen und -leitungen mit Elastomerdichtungen – Anforderungen und Prüfungen an Rohrverbindungen, die Elastomerdichtungen enthalten

DIN 4108-6

Berechnung des Jahresheizwärme- und des Jahresheizenergiebedarfs

DIN 4124

Baugruben und Gräben. Böschungen – Verbau – Arbeitsraumbreiten

DIN 4701-10

Energetische Bewertung heiz- und raumluftechnischer Anlagen

DIN 8078

Rohre aus Polypropylen (PP) – PP-H, PP-B, PP-R, PP-RCT – Allgemeine Güteanforderung, Prüfung

DIN 18196

Erd- und Grundbau – Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke

DIN 18300

Erdarbeiten

DIN 18305

Wasserhaltungsarbeiten

DIN 18306

Entwässerungskanalarbeiten

PN EN 476

Wymagania ogólne dotyczące elementów stosowanych w systemach kanalizacji deszczowej i sanitarnej

PN EN 681

Uszczelnienia z elastomerów – Wymagania materiałowe dotyczące uszczelnień złączy rur wodociągowych i odwadniających

PN EN 1610

Budowa i badania przewodów kanalizacyjnych

PN EN 1852

Systemy przewodów rurowych z tworzyw sztucznych do podziemnego bezciśnieniowego odwadniania i kanalizacji – Polipropylen (PP)

PN EN ISO 9969

Rury z tworzyw sztucznych – Oznaczenie sztywności obwodowej
PN EN 779

Przeciwpyłowe filtry powietrza do wentylacji ogólnej – Określanie parametrów filtracyjnych

PN EN 1295-1

Obliczenia statyczne rurociągów ułożonych w ziemi w różnych warunkach obciążenia

PN EN ISO 10993

Biologiczna ocena wyrobów medycznych

PN EN ISO 14688-Z

Badania geotechniczne - Oznaczanie i klasyfikowanie gruntów - Część 1 i 2
PN ENV 1046

Systemy przewodów rurowych z tworzyw sztucznych – Systemy poza konstrukcjami budynków do przesyłania wody lub ścieków – Praktyka instalowania pod ziemią i nad ziemią

PN EN 13476-1/2/3

Systemy przewodów rurowych z tworzyw sztucznych do podziemnego bezciśnieniowego odwadniania i kanalizacji

PN EN 13779

Wentylacja budynków niemieszkalnych – Wymagania dotyczące właściwości instalacji wentylacji i klimatyzacji

PKN-CEN/TS 15223

Systemy przewodów rurowych z tworzyw sztucznych – Potwierdzone parametry projektowe podziemnych systemów przewodów rurowych z tworzyw termoplastycznych

VDI 3803 Raumluftechnik – Zentrale raumluftechnische Anlagen

VDI 6022 Raumluftechnik, Raumlufqualität

VDI 4640 Thermische Nutzung des Untergrundes

ZTV A-StB 97 Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Aufgrabungen in Verkehrsflächen

ZTV E-StB 94 Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten in Verkehrsflächen

Prawo wodne

Ustawa z dn. 18 lipca 2001 r. Prawo wodne

ATV = Abwassertechnische Vereinigung

DIN = Deutsches Institut für Normung e.V.

DVWK = Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau e.V.

DWA = Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.

EN = Norma Europejska

ISO = International Organization for Standardization

VDI = Verein Deutscher Ingenieure e.V.

ZTV = Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen

2 DEFINICJE / SKRÓTY / SYMBOLE

Komponent

W niniejszej Informacji Technicznej jako komponent jest określany każdy element systemu, który służy do transportu powietrza i który można łączyć z innymi komponentami.

Wskaźnik efektywności energetycznej

Wskaźnik efektywności energetycznej gruntowego powietrznego wymiennika ciepła to chwilowy stosunek oddanego wzgl. pobranego ciepła do zużytej energii elektrycznej, w odniesieniu do określonego zakresu funkcji systemu.

Strumień objętości powietrza zewnętrznego

Strumień objętości powietrza, który wpływa z zewnątrz do instalacji wzgl. bezpośrednio do pomieszczenia bez kondycjonowania powietrza.

Higiena

Higiena to nauka o zapobieganiu chorobom oraz utrzymaniu i poprawie zdrowia.

Higiena powietrza

Dziedzina higieny, która zajmuje się wzajemnymi oddziaływaniami ludzi i powietrza, którym oddychamy, mającymi wpływ na dobre samopoczucie.

Grunt

Jako grunt jest określona cała materia znajdująca się pod powierzchnią ziemi.

Warstwa wodonośna

Jest to wypełniona wodą gruntową warstwa gruntu skalnego lub niespoistego. Ze względu na swoje właściwości hydrauliczne warstwa wodonośna może gromadzić i przewodzić wodę gruntową.

Woda gruntowa

Jest to woda wypełniająca puste przestrzenie gruntu i podlegająca sile grawitacji. Woda gruntowa powstaje w wyniku przesiąkania wód opadowych.

Woda opadowa

Znajduje się na powierzchni ziemi w wyniku opadów, następnie odpływa lub wsiąka w grunt.

Klimatyzacja

Klimatyzacja to zespół wszystkich elementów i urządzeń służących do wymiany powietrza w pomieszczeniach i utrzymania żądanych warunków klimatycznych.

Powietrze zewnętrzne (PZ)

Powietrze zewnętrzne to powietrze z otoczenia, które dostaje się do urządzenia wentylacyjnego lub klimatyzacyjnego.

Powietrze odprowadzane (WY)

Powietrze, które jest odprowadzane na zewnątrz po przejściu przez klimatyzację i system odzyskiwania ciepła.

Powietrze świeże (PŚ)

Powietrze, które jest doprowadzane do klimatyzowanych pomieszczeń po przejściu przez system klimatyzacji.

Powietrze zużyte (ZP)

Jest to powietrze odprowadzane z klimatyzowanych pomieszczeń.

Odzysk ciepła (OC)

Ogólne pojęcie określające metody odzyskiwania energii cieplnej ze strumienia powietrza w celu jej ponownego wykorzystania.

Współczynnik krotności wymiany powietrza

Opisuje stosunek wymienionej objętości powietrza w ciągu godziny do objętości pomieszczenia.

Powietrze obiegowe (PO)

Część powietrza zużytego, która jest zawracana do systemu kondycjonowania powietrza.

Ogrzewanie powietrzem

Doprowadzanie energii cieplnej do pomieszczenia za pomocą ogrzanego powietrza nawiewanego przez system wentylacji. (temperatura powietrza nawiewanego > temperatura powietrza w pomieszczeniu)

Wentylacja

System wymiany powietrza w pomieszczeniach.

Gruntowy powietrzny wymiennik ciepła GPWC

Jako GPWC określa się instalację służącą do przenoszenia energii cieplnej z gruntu na strumień powietrza przepływający przez instalację rurową wymiennika (w przypadku ogrzewania) lub odwrotnie (w przypadku chłodzenia).

Współczynnik przenikania ciepła

Określa wydajność przenoszenia energii cieplnej z gruntu na strumień powietrza przepływający przez instalację rurową wymiennika ciepła (w przypadku ogrzewania) lub odwrotnie (w przypadku chłodzenia).

Wentylator

Wentylator to urządzenie służące do transportu powietrza nawiewanego i zużytego.

Średnica nominalna DN

Średnica nominalna określa klasyfikację rury i jest wyrażona w milimetrach. Zawsze podaje się średnicę zewnętrzną rury.

Wierzchołek rury

Wierzchołek rury to górna połowa powierzchni wewnętrznej rury.

Dno rury

Dno rury to dolna połowa powierzchni wewnętrznej rury.

Głębokość układania

Określa różnicę wysokości między poziomem, na którym jest układana rura, a powierzchnią gruntu.

Stopień zagęszczenia

Iloraz gęstości substancji suchej gruntu wg DIN 18125-2 i wyznaczonego współczynnika Proctora wg DIN 18127.

Skrót	Objaśnienie	Jednostka
a	Grubość ścianki przy końcu bosym po zukosowaniu rur	mm
a	Grubość dolnej warstwy podsypki	mm
A_0	Powierzchnia przekroju poprzecznego wlotu powietrza	mm ²
b	Szerokość ukosowania przy obcinaniu rur	mm
b	Grubość górnej warstwy podsypki	mm
B	Szerokość wykopu na wysokości stropu rury	m
c	Warstwa przykrywająca rury i kształtki	mm
DN	Średnica nominalna	mm
DN/OD	Średnica nominalna, zewnętrzna	mm
DN/ID	Średnica nominalna, wewnętrzna	mm
d	Średnia wartość średnicy nominalnej $d_n - e_n$	mm
di	Średnica wewnętrzna rury	mm
d_n	Nominalna średnica wewnętrzna	mm
e_n	Nominalna grubość ścianki	mm
g	Przyspieszenie ziemskie 9,81	m/s ²
t	Temperatura	K
L	Długość	m
q_{ref}	Napór na wieżową czerpnię powietrza	kN/m ²
ws	Prędkość powietrza w rurze pionowej	m/s
wL	Prędkość powietrza w GPWC	m/s

Skrót	Objaśnienie
EPDM	Kauczuk etylenowo-propylenowo-dienowy (miękki materiał uszczelniający)
PP	Polipropylen

Symbol	Objaśnienie	Jednostka
α	Współczynnik rozszerzalności temperaturowej określa, o ile milimetrów wydłuży się ciało fizyczne o długości 1 m po ogrzaniu o 1 K.	mm/m K
β	Kąt nachylenia zbocza	°
Δl	Zmiana długości	mm
Δt	Różnica temperatur	°C; K
ε	Wydłużenie (zmiana długości na jednostkę długości)	-
ε	Wskaźnik efektywności energetycznej	-

3 WPROWADZENIE

Rosnące ceny energii i malejące zasoby energetyczne powodują, że zmienia się sposób myślenia inwestorów, projektantów i architektów. Coraz mniejsza dostępność surowców kopalnych sprawia, że energooszczędne rozwiązania budowlane coraz bardziej zyskują na znaczeniu. Istotnym elementem jest tutaj mechaniczna wentylacja pomieszczeń mieszkalnych i biurowych.

Jeśli powietrze jest wykorzystywane jako nośnik ciepła dla budynku, wówczas gruntowy powietrzny wymiennik ciepła, w skrócie GPWC, idealnie nadaje się do zmniejszenia emisji dwutlenku węgla i redukcji kosztów energii.

W domach niskoenergetycznych i pasywnych systemy do mechanicznej wentylacji pomieszczeń należą już do standardu. Zastosowane instalacje GPWC służą głównie do podgrzewania powietrza zimą oraz by zapobiec oblodzeniu wymiennika ciepła w systemie wentylacyjnym. Efekt chłodzenia, z którym mamy do czynienia latem, jest wykorzystywany jako dodatkowa korzyść w celu klimatyzacji budynku.

W budynkach przemysłowych, biurowych i użyteczności publicznej coraz częściej poszukuje się ekonomicznych rozwiązań wspomagających systemy chłodzenia. Zastosowanie konwencjonalnych agregatów chłodniczych wiąże się jednak z wysokimi kosztami eksploatacyjnymi. Poprzez zastosowanie GPWC można zredukować zapotrzebowanie na konwencjonalne agregaty chłodnicze lub całkowicie z nich zrezygnować. Pozwala to nie tylko zaoszczędzić na kosztach eksploatacyjnych, ale także znacząco zredukować emisję dwutlenku węgla. Uwzględnienie GPWC w projekcie systemu wentylacyjnego stanowi duże wyzwanie, ponieważ należy określić wszystkie zależności związane z zastosowaniem systemu i uwzględnić je w całym projekcie.



4 ZASADA DZIAŁANIA I OBSZARY ZASTOSOWANIA

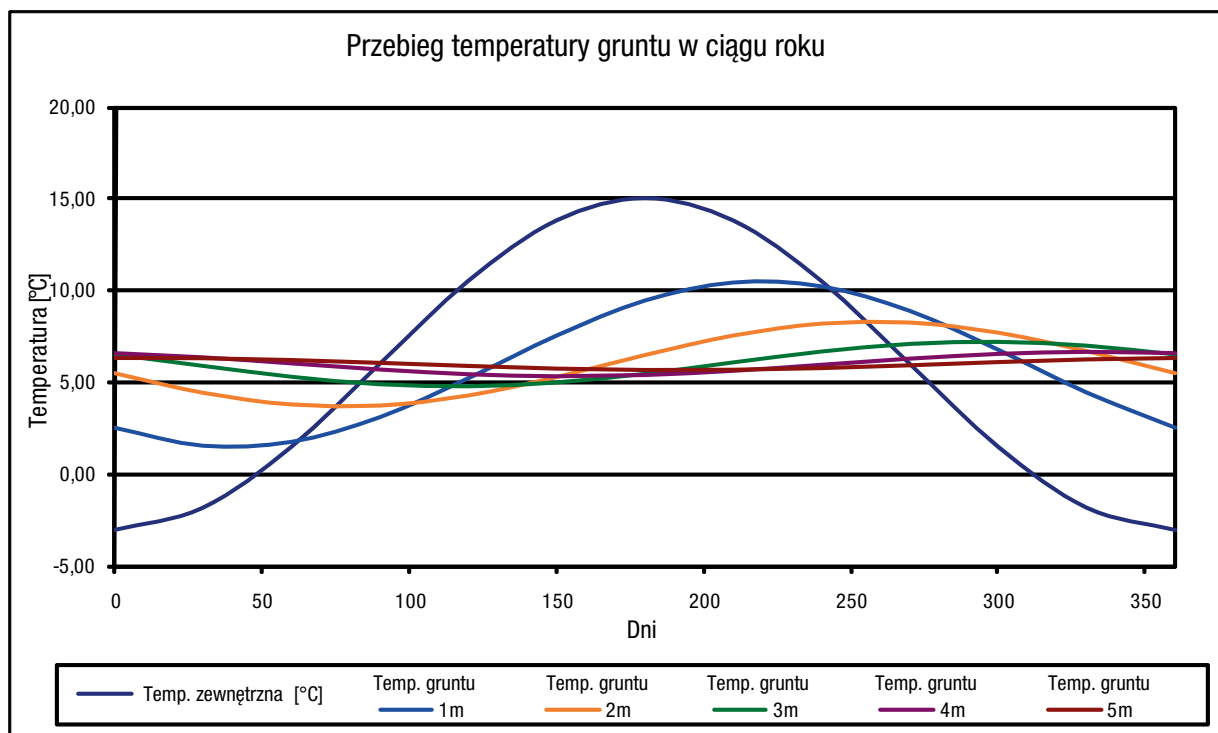
4.1 Zasada działania GPWC

Gruntowy powietrzny wymiennik ciepła to rura lub system rur ułożonych w gruncie, który służy do transportu powietrza potrzebnego do funkcjonowania systemu wentylacji.

Promieniowanie słoneczne, opady i inne czynniki klimatyczne nagrzewają powierzchnię gruntu latem, natomiast zimą powodują jej schłodzenie. Na wykresie 1 jest przedstawiony roczny przebieg temperatury na różnych głębokościach. Górne warstwy gruntu znacznie bardziej podlegają wpływowi

temperatury zewnętrznej niż warstwy położone głębiej, dlatego różnica między temperaturą latem i zimą maleje wraz ze wzrostem głębokości. Ze względu na uwarunkowania związane ze zdolnością magazynowania energii gruntu mamy do czynienia z przesunięciem faz między poszczególnymi krzywymi.

Właśnie dzięki różnicom temperatury zewnętrznej i w gruncie występującym w ciągu roku możliwe jest ogrzewanie zimą i chłodzenie latem powietrza przepływającego przez rury.

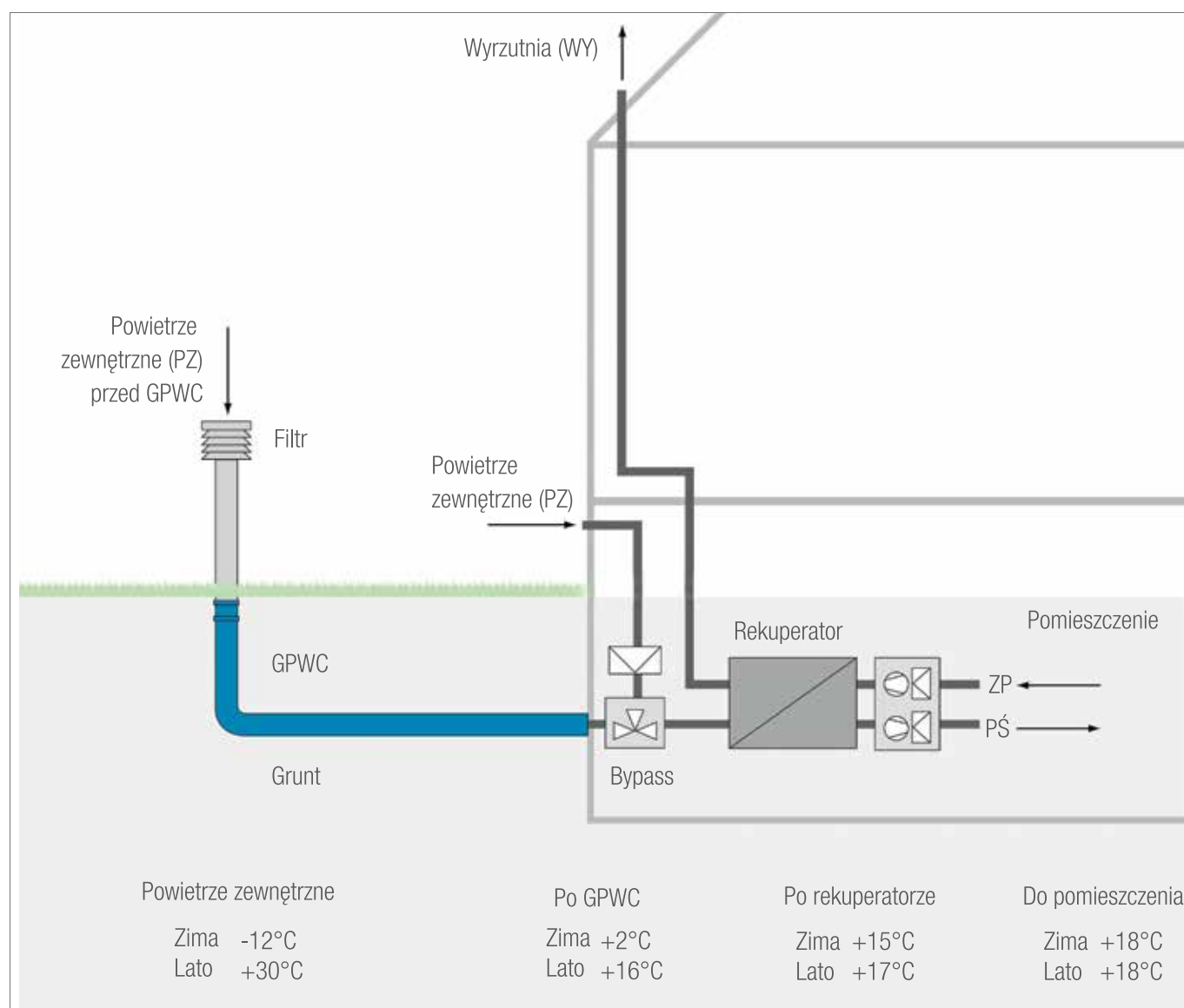


Przebieg temperatury gruntu i tym samym różnica temperatury zewnętrznej i gruntu niezbędna do procesu wymiany ciepła w dużym stopniu zależy od składu gruntu i warunków klimatycznych. Na oba parametry wpływa szereg czynników zewnętrznych, które należy uwzględnić przy projektowaniu z odpowiednim zakresem tolerancji. Dodatkowo występują różne oddziaływania wynikające ze sposobu układania, doboru rur, sposobu użytkowania i innych warunków ramowych, dlatego przy projektowaniu GPWC mówi się o wielowariantowej analizie parametrów. Projektant musi być świadomy, że na podstawie tej kompleksowej analizy nigdy nie można z góry dokładnie wyliczyć wydajności GPWC. Na etapie projektowania należy otwarcie poruszyć i uwzględnić tę typową dla wszystkich systemów geotermalnych problematykę projektowania. Jednocześnie należy zwrócić uwagę na efektywność, ekonomiczność i zalety ekologiczne systemu.

4.2 Zasada działania rekuperatora

Rekuperatory działają z reguły według tej samej zasady przekazywania energii cieplnej. Ze strumienia przepływającego powietrza o wyższej temperaturze ciepło jest oddawane chłodniejszemu strumieniowi. Efektywność przekazywania energii jest zależna między innymi od powierzchni wymiennika ciepła i wielkości strumienia przepływu. Zasadniczo rozróżnia się trzy rodzaje transportu strumieni przepływu: transport strumieni identycznych, przeciwnych i krzyżowych. W transporcie strumieni identycznych media płyną w tym samym kierunku. W transporcie strumieni przeciwnych mamy do czynienia z przeciwnymi kierunkami przepływu, a w przypadku transportu strumieni krzyżowych kierunki przepływu mediów krzyżują się.

Poniższy rysunek przedstawia przykład typowego systemu wentylacji. Zassane powietrze zewnętrzne (PZ) dostaje się do rekuperatora poprzez GPWC z filtrem lub czerpnię ścianową w zależności od pory roku. W rekuperatorze przechodzi przez wymiennik ciepła. Jednocześnie zużyte powietrze (ZP) wydostaje się z pomieszczenia do innego odcinka krzyżowego wymiennika ciepła. Przedstawione na rysunku cieplejsze zużyte powietrze oddaje w wymienniku część swojej energii do chłodniejszego powietrza zewnętrznego, co powoduje jego ogrzanie. Ogrzane w ten sposób powietrze świeże (PŚ) dostaje się jako powietrze nawiewane poprzez wentylator do systemu rozdzielczego w budynku. Chłodniejsze powietrze zużyte (WY) wydostaje się poprzez wyrzutnię na zewnątrz.



Skróty:

GPWC - gruntowy powietrzny wymiennik ciepła

PZ - powietrze zewnętrzne

ZP - powietrze zużyte

PŚ - powietrze świeże

WY - powietrze zużyte usuwane przez wyrzutnię

4.3 Obszary zastosowania GPWC

GPWC należy do systemów wentylacyjnych wg dyrektywy VDI 4640.

Z tego względu we wszystkich obszarach zastosowań należy przestrzegać w szczególności wytycznych DIN 1946 oraz wytycznych VDI 6022 dotyczących higieny.

System GPWC jest przeznaczony do zastosowania z nośnikiem ciepła w postaci powietrza i zasadniczo może funkcjonować na trzy sposoby.

(1) Ogrzewanie powietrza świeżego nawiewanego

Instalacja GPWC służy wyłącznie do ogrzewania powietrza świeżego nawiewanego. Regulacja systemu działa tak, że po przekroczeniu określonej temperatury zewnętrznej dopływ powietrza świeżego nawiewanego przez GPWC jest odcinany. Powietrze przechodzi wówczas przez obejście by-pass.

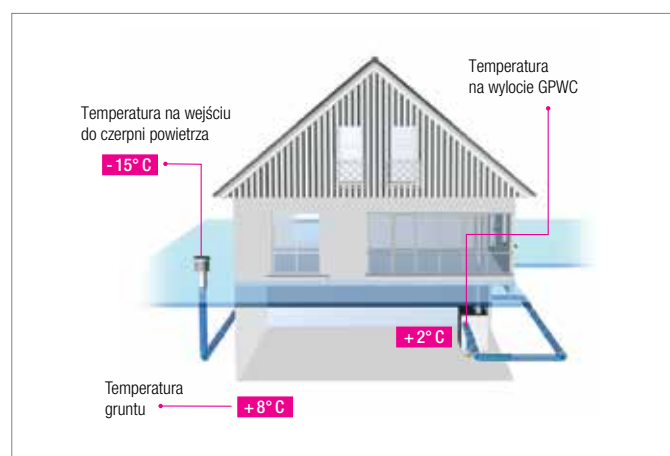
(2) Chłodzenie powietrza świeżego nawiewanego

Instalacja GPWC służy wyłącznie do chłodzenia powietrza świeżego nawiewanego. Regulacja systemu polega na odcięciu dopływu powietrza nawiewanego przez GPWC, gdy temperatura powietrza zewnętrznego spadnie poniżej określonej wartości. Powietrze przechodzi wówczas przez obejście by-pass.

(3) Ogrzewanie i chłodzenie powietrza świeżego nawiewanego

Instalacja GPWC służy zarówno do ogrzewania, jak i chłodzenia powietrza świeżego nawiewanego. Ten wariant stanowi najbardziej ekonomiczne rozwiązanie. Jeśli przejście powietrza przez GPWC wpływa negatywnie na skuteczność systemu wentylacji, strumień powietrza przechodzi przez obejście by-pass. Dzięki zastosowaniu optymalnego systemu sterowania za pomocą obejścia by-pass możliwe jest maksymalne zwiększenie efektywności GPWC.

4.3.1 Działanie GPWC zimą (ogrzewanie powietrza)



Przykład działania GPWC zimą

Szczególnie w przypadku budynków mieszkalnych z maksymalnym przepływem do ok. 750 m³/h instalacje GPWC są wymiarowane tak, aby zapobiec oblodzeniu rekuperatora po stronie powietrza odprowadzanego. Ze względu na bardzo duży stopień efektywności stosowanych obecnie rekuperatorów, wynoszący ponad 80%, mamy do czynienia z problemem możliwego oblodzenia wymiennika ciepła po stronie powietrza odprowadzanego, jeśli temperatura powietrza nawiewanego jest niższa niż -3 °C. Oblodzenie następuje w wyniku tak dużego schłodzenia przez powietrze zewnętrzne powietrza zużytego, że następuje jego kondensacja i zamarzanie kondensatu.

Aby zapewnić wystarczającą ochronę przed oblodzeniem, przy projektowaniu instalacji do ok. 750 m³/h należy założyć minimalną temperaturę wyjściową z GPWC wynoszącą od -3°C do -2°C.

Oprócz temperatury granicznej koniecznej do zapobiegania oblodzeniu spowodowanemu powietrzem odprowadzanym przy projektowaniu instalacji GPWC należy uwzględnić również wymagane minimalne natężenie przepływu lub dostępną powierzchnię pod zabudowę systemu.

4.3.2 Działanie GPWC latem (chłodzenie)

Szczególnie w przypadku budynków biurowych i użyteczności publicznej w ostatnich latach znacznie wzrosło zapotrzebowanie na chłodzenie wewnątrz budynków. Przyczyny wzrostu temperatury pomieszczeń to po pierwsze coraz większa ilość używanych urządzeń i komputerów, a po drugie coraz lepsza izolacja cieplna budynków. Prowadzi to często do tego, że potrzebny chłód musi być dostarczany z dodatkowych źródeł. Dotychczas stosowano tradycyjne systemy klimatyzacyjne, które wymagają dużych nakładów energetycznych i tym samym powodują znaczny wzrost kosztów eksploatacyjnych.

Zastosowanie GPWC umożliwia obniżenie zapotrzebowania na tradycyjne urządzenia klimatyzacyjne lub całkowitą rezygnację z nich. Wskutek tego dodatkowo zmniejsza się zużycie energii oraz koszty eksploatacji urządzeń.

Uwaga: w przypadku chłodzenia niskie temperatury na wyjściu z GPWC wiążą się z wysoką wilgotnością powietrza. W razie potrzeby konieczne jest również dodatkowe ogrzewanie.

W budynkach mieszkalnych, w których natężenie przepływu wynosi poniżej 750 m³/h, gdzie najczęściej głównym zadaniem GPWC jest ogrzewanie powietrza, efekt chłodzenia wynikający z działania GPWC może być wykorzystany bez dodatkowych kosztów i przyczynia się do zwiększenia komfortu mieszkania bez żadnych dodatkowych nakładów finansowych.

Przy zastosowaniu GPWC do chłodzenia rozróżnia się trzy opisane poniżej sposoby działania, które mogą występować równocześnie.

1) Chłodzenie wynikowe

W przypadku chłodzenia wynikowego system GPWC jest projektowany wg określonego natężenia przepływu, które jest konieczne zgodnie z wymaganiami higienicznymi. Można się również odnieść do maksymalnej dostępnej powierzchni na instalację. Nie wykonuje się specjalnego projektu systemu chłodzenia. Efekt chłodzenia jest raczej dodatkową korzyścią, z której można korzystać bez ponoszenia dodatkowych kosztów. Temperatura na wyjściu z GPWC może w bardzo ciepłe dni przekroczyć 26°C. Dodatkowe wykorzystanie systemu GPWC zimą powoduje zwiększenie ekonomiczności użytkowania systemu GPWC. Przy tej formie chłodzenia GPWC może być wykonane z lub bez obejścia by-pass.

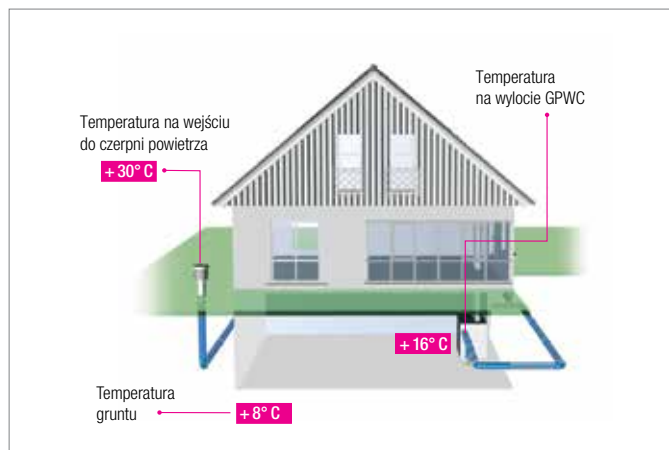
2) Chłodzenie kontrolowane

W przypadku chłodzenia kontrolowanego system GPWC jest projektowany na określoną temperaturę wewnątrz pomieszczeń, która nie może zostać przekroczona. Należy tutaj uwzględnić zarówno zewnętrzne, jak i wewnętrzne czynniki. Ze względu na bardzo wysokie szczytowe zapotrzebowanie na chłodzenie konieczna jest możliwie jak najlepsza regeneracja systemu GPWC.

Aby chronić zasoby energetyczne systemu po pierwsze musi być wykorzystywana niższa temperatura występująca w nocy, a po drugie przy odpowiedniej temperaturze zewnętrznej (np. 20°C) powietrze zewnętrzne powinno być nawiewane przez obejście by-pass. Niezbędne jest dostosowanie strategii chłodzenia do wszystkich komponentów systemu, aby nie dopuścić do przeciążenia systemu GPWC. Do chłodzenia kontrolowanego konieczne jest zaprojektowanie obejścia by-pass. Dodatkowe użytkowanie GPWC zimą powoduje zwiększenie opłacalności zastosowania systemu.

3) Chłodzenie wspomagające

System GPWC wspomaga w tym przypadku tradycyjny system klimatyzacji. Może być zastosowany do pokrycia podstawowego zapotrzebowania na chłodzenie. Do pokrycia szczytowego zapotrzebowania na chłodzenie w instalacjach o przepływie większym niż 5000 m³/h system GPWC jest stosowany najczęściej w połączeniu z tradycyjną klimatyzacją. W przypadku bardzo wysokiego zapotrzebowania na chłodzenie zasadne jest oddzielenie tradycyjnej klimatyzacji i GPWC. W zależności od wybranej strategii chłodzenia należy zastosować obejście by-pass. Dodatkowo użytkowanie GPWC zimą zwiększa opłacalności systemu. System GPWC powinien być uwzględniony w projekcie od samego początku. Konieczne jest również dopasowanie systemu do projektu ogrzewania i chłodzenia obiektu.



Przykład działania GPWC latem

5 KOMPONENTY SYSTEMU

5.1 Czerpnie powietrza

Powietrze zewnętrzne niezbędne do funkcjonowania systemu jest doprowadzane poprzez czerpnie powietrza. Średnica czerpni powietrza powinna być dobrana w oparciu o podłączoną rurę GPWC oraz dopuszczalną stratę ciśnienia. Przy wyborze lokalizacji czerpni powietrza należy przestrzegać wytycznych dyrektywy VDI 6022 oraz przepisów polskiego prawa budowlanego, zgodnie z którą zasysane powietrze zewnętrzne powinno mieć możliwie najwyższą jakość.

Dotyczy to wszystkich instalacji GPWC, ponieważ zgodnie z dyrektywą VDI 4640 pobierane powietrze zewnętrzne należy traktować jak artykuły spożywcze. Przy wyborze lokalizacji czerpni powietrza należy uwzględnić następujące czynniki:

- odległość od ulicy (obciążenie komunikacyjne ulicy)
- odległość od drzew / krzewów, z których spadają liście
- odległość od wszelkiego rodzaju otworów wywiewnych
- przeważający kierunek wiatru i położenie ewentualnych instalacji wpływających na zapach powietrza
- odległość od budynków

Dyrektywa VDI 4640 opisuje wymagania dotyczące wieżowych czerpni powietrza dla GPWC. Zgodnie z tą dyrektywą czerpnie powietrza powinny być wykonane z materiału odpornego na warunki atmosferyczne i nie wpływającego szkodliwie na zdrowie. Otwór czerpni powietrza powinien znajdować się na odpowiedniej wysokości, w odpowiedniej odległości od powierzchni ziemi i ewentualnych źródeł zanieczyszczeń powietrza. Ponadto należy uwzględnić w projekcie filtr wstępny na wejściu do czerpni powietrza dla ochrony przed przedostawaniem się do wnętrza zanieczyszczeń. Z reguły wystarczy filtr zgrubny, w razie potrzeby można zastosować w czerpni powietrza filtr zgrubny razem z filtrem dokładnym.

5.1.1 Czerpnia powietrza REHAU do instalacji GPWC o przepływie do ok. 1500 m³/h

Czerpnie powietrza o natężeniu przepływu wynoszącym do ok. 1500 m³/h są dostępne w trzech średnicach: DN 200, DN 250 i DN 315.

Dyrektywa VDI 3803 zaleca dla całej instalacji składającej się z GPWC i tradycyjnej wentylacji filtrowanie dwustopniowe, przy czym jeden filtr znajduje się np. w czerpni powietrza, a drugi w systemie wentylacyjnym. Zalecany materiał wykonania wieżowej czerpni powietrza to stal nierdzewna.



Dalsze wskazówki dotyczące wysokości otworu czerpni powietrza, jej lokalizacji i wykonania są zawarte w DIN 1946 – 2, PN EN 13779 lub VDI 6022.

Wymagania opisane w powyższych normach należy uwzględnić przy projektowaniu.



Realizacja rozwiązań na potrzeby konkretnych klientów odbywa się zgodnie z informacjami inwestora. Firma REHAU nie sprawdza, czy są przestrzegane wytyczne z norm i dyrektyw odnośnie wysokości otworu czerpni powietrza, zastosowania filtrów, statyki i montażu. W związku z tym firma REHAU nie ponosi odpowiedzialności za ewentualne odchylenia od norm i dyrektyw.

Wartości wymagane do określenia różnicy ciśnienia w czerpniach powietrza są zawarte w diagramach znajdujących się w załączniku niniejszej Informacji Technicznej. W przypadku zastosowania w obszarze nadmorskim lub w powietrzu zanieczyszczonym substancjami powodującymi korozję może być konieczne użycie innego materiału odpowiedniego do określonych wymagań.

Poniższa tabela zawiera najważniejsze informacje dotyczące czerpni powietrza.

Nr artykułu:			13433101001	13437601001	13444001001
Średnica nominalna:	DN/OD	mm	200	250	315
Materiał wykonania:			stal nierdzewna V2A	stal nierdzewna V2A	stal nierdzewna V2A
Powierzchnia zewnętrzna:			matowa	matowa	matowa
Całkowita wysokość:	L2	mm	1720	1800	1860
Wysokość otworu czerpni:	L5 + L6	mm	1310	1310	1310
Całkowita waga:		kg	ok. 12,5	ok. 15,5	ok. 20,5
Głowica lameli:					
Kształt daszka lameli:			płaski	płaski	płaski
Wysokość głowicy lameli:		mm	330	380	430
Ilość lameli:	n		5+1	6+1	7+1
Średnica zewnętrzna:	L1	mm	360	410	475
Powierzchnia filtra 100%:	Ao	m²	0,207	0,298	0,426
Rura wznosząca:					
Wysokość rury:		mm	1390	1420	1430
Grubość ścianki:	s	mm	0,6	0,6	0,6
Połączenia rur:			nit	nit	nit
Płyta podstawy:					
Wymiary płyty:	s x L12 x L12	mm	2x400x400	2x450x450	2x515x515
Średnica rury przyłączonej:		DN	200	250	315
Ilość otworów w płycie:		sztuka	4	4	4
Średnica otworów:		mm	11,5	11,5	11,5
Natężenie przepływu:					
Natężenie przepływu w rurze pionowej przy					
Ws = 6,0 m/s	V	m³/h	650	1000	1500
Maks. natężenie przepływu (A ₀ = 85%; wL = 2,5 m/s; bez filtra)	V	m³/h	1586	2283	3255
Maks. natężenie przepływu (A ₀ = 85%; wL = 1,5 m/s; z filtrem G4)	V	m³/h	952	1370	1953
Maks. natężenie przepływu (A ₀ = 85%; wL = 0,25 m/s; z filtrem F6)	V	m³/h	159	228	326

Wymiary mogą się minimalnie różnić, zastrzegamy sobie prawo do zmian. Rysunki schematyczne z wymiarami w załączniku.

Czerpnia powietrza jest montowana bezpośrednio w mufie o takiej samej średnicy. Czerpnię powietrza należy zamontować na stabilnym fundamencie z wbudowaną mufą. Dokładne wskazówki dotyczące wielkości fundamentu oraz montażu są zawarte w instrukcji montażu wieżowej czerpni powietrza.

5.1.2 Czerpnia powietrza REHAU do instalacji od ok. 1500 m³/h do ok. 6500 m³/h

W odróżnieniu od czerpni powietrza opisanych w punkcie 5.1.1 czerpnie opisane poniżej odznaczają się zwiększoną wytrzymałością materiału. Dla średnic DN 500 i DN 630 jest ponadto możliwe zamówienie niestandardowej czerpni z otworem na wysokości 3,0 m. Szczegółowe wymiary i rysunek schematyczny czerpni powietrza znajdują się w załączniku.

Poniższa tabela zawiera najważniejsze informacje dotyczące opisanych powyżej czerpni powietrza.

Nr artykułu			11704281003	11704381003	13529221001
Średnica nominalna:	DN / OD	mm	400	500*	630*
Materiał wykonania:			stal nierdzewna V2A	stal nierdzewna V2A	stal nierdzewna V2A
Powierzchnia zewnętrzna:			matowa	matowa	matowa
Całkowita wysokość:	L2	mm	2120	2230	2330
Wysokość otworu czerpni:	L5 + L6	mm	1310*	1310*	1310
Całkowita waga:	.	kg	ok. 34,0	ok. 45,0	ok. 57,0
Głowica lameli:					
Kształt daszka lameli:			płaski	płaski	płaski
Wysokość głowicy lameli:		mm	660	740	840
Ilość lameli:			7+1	8+1	9+1
Średnica zewnętrzna:	L1	mm	620	720	850
Powierzchnia filtra 100%:	Ao	m²	0,829	1,162	1,663
Rura wznosna:					
Wysokość rury (całkowita):		mm	1460	1490	1490
Grubość ścianki:		mm	0,8	0,8	1,0
Połączenia rur:			nit	nit	nit
Płyta podstawy:					
Wymiary płyty:	s x L12 x L12	mm	2x600x600	2x700x700	2x830x830
Średnica rury przyłączonej:	DN / OD	mm	400	500	630
Ilość otworów w płycie:		szt.	4	4	4
Średnica otworów:		mm	11,5	11,5	11,5
Natężenie przepływu:					
Natężenie przepływu w rurze wznosnej przy Ws = 6,0 m/s	V	m³/h	2500	4000	6500
Maks. natężenie przepływu (A ₀ = 85%; wL = 2,5 m/s; bez filtra)	V	m³/h	6345	8892	12718
Maks. natężenie przepływu (A ₀ = 85%; wL = 1,5 m/s; z filtrem G4)	V	m³/h	3807	5335	7631
Maks. natężenie przepływu (A ₀ = 85%; wL = 0,25 m/s; z filtrem F6)	V	m³/h	634	889	1272
* Dostępna również niestandardowa wysokość otworów na powietrze 3,0 m, zastrzegamy sobie prawo do zmian. Rysunki schematyczne z wymiarami znajdują się w załączniku. Wymiary mogą się minimalnie różnić, zastrzegamy sobie prawo do zmian.					

Czerpnia powietrza jest montowana bezpośrednio w mufie o takiej samej średnicy. Czerpnię powietrza należy zamontować na stabilnym fundamencie z wbudowaną mufą. Dokładne wskazówki dotyczące wielkości fundamentu oraz montażu są zawarte w instrukcji montażu wieżowej czerpni powietrza.

5.1.3 Filtr

W czepniach powietrza można zastosować filtr zgrubny G4 i filtr dokładny F6. Zgodnie z aktualnymi normami i dyrektywami zastosowanie filtra zgrubnego G4 jest wystarczające dla użytkowania instalacji.

Zastosowanie filtra dokładnego F6 jest wskazane w szczególności wtedy, gdy konieczna jest dodatkowa ochrona zdrowotna np. dla alergików. Filtr dokładny musi być zamontowany zawsze za filtrem zgrubnym, aby wydłużyć czas jego użytkowania. Zastosowanie filtra dokładnego powoduje znaczne zmniejszenie maksymalnego natężenia przepływu powietrza przy stałej wartości straty ciśnienia. Dlatego zawsze przy zastosowaniu filtra dokładnego należy przeprowadzić obliczenia straty ciśnienia wzgl. określić maksymalne możliwe natężenie przepływu dla danej czepni powietrza. Może się okazać, że konieczne

jest zwiększenie powierzchni filtra w celu zagwarantowania wymaganego minimalnego natężenia przepływu przy zakładanej stracie ciśnienia. Diagramy początkowej straty ciśnienia dla poszczególnych typów filtrów znajdują się w załączniku.



Wraz z filtrem F6 jest zawsze dostarczany filtr G2. Należy się zapoznać ze szczegółowymi informacjami zawartymi w instrukcji montażu.

Poniższa tabela zawiera informacje dotyczące dokładności filtrowania oraz przykłady zanieczyszczeń zatrzymywanych dla obu typów filtrów.

Filtr	Średnica	Nr artykułu	Wielkość cząstek zanieczyszczeń	Dokładność filtrowania	Przykładowe zanieczyszczenia
G4	DN 200	11701981001	> 10 µm	0,3 µm 0 - 5 %	Insekty, włókna tekstylne i włosy, piasek, popiół, pyłki
	DN 250	11704481002		0,5 µm 5 - 15 %	
	DN 315	11704681002		1 µm 15 - 35 %	
	DN 400	11705381002		3 µm 30 - 55 %	
	DN 500	11705581002		5 µm 60 - 90 %	
	DN 630	11715881001		10 µm 85 - 98 %	
F6	DN 200	11702081001	1 ... 10 µm	0,1 µm 5 - 15 %	Pyłki, zarodniki, pył cementowy, bakterie
	DN 250	11704581002		0,3 µm 10 - 25 %	
	DN 315	11705281002		0,5 µm 20 - 40 %	
	DN 400	11705481002		1 µm 50 - 65 %	
	DN 500	11705681002		3 µm 85 - 95 %	
	DN 630	11715981001		5 µm 95 - 99 %	
				10 µm >99 %	

5.2 Rury

Rury układane w instalacjach GPWC to ich najważniejszy element. Stanowią one wymiennik ciepła między powietrzem transportowanym w rurach a gruntem. Obowiązujące aktualnie normy i dyrektywy stawiają szczególne wymagania dla materiału wykonania rur.

Rury systemu GPWC AWADUKT THERMO posiadają następujące polskie dokumenty dopuszczające do obrotu:

- **Rekomendacja Techniczna Instytutu Techniki Budowlanej nr RT ITB-1246/2015** „Zestaw wyrobów do budowy gruntowego wymiennika ciepła AWADUKT THERMO” z dnia 24.09.2015
- **Atest Higieniczny PZH HK/B/0653/01/2010** „System rurowego gruntowego wymiennika ciepła AWADUKT THERMO z warstwą antybakteryjną”
- **Opinia techniczna CNBOP nr 2660/BM/05.**



Dyrektywa VDI 6022:

- rura musi mieć zamknięte pory
- nie może uwalniać żadnych szkodliwych dla zdrowia substancji i zapachów
- materiał rury nie może wchłaniać wilgoci
- musi być zapewnione odprowadzanie kondensatu powstającego latem

DIN 1946 i dyrektywa VDI 4640:

Wymagania dotyczące materiału wykonania rury:

- musi być szczelny, aby do instalacji nie przedostawała się woda z zewnątrz
- tworzywo musi być odporne na korozję
- musi być zapewnione odprowadzanie kondensatu powstającego latem

Najbardziej odpowiednie materiały to tworzywa sztuczne takie jak np. PP (polipropylen). Łatwy montaż na budowie dzięki niewielkiej masie, dostawa długich odcinków rur, najczęściej 6 m, w przeciwieństwie do rur betonowych

i odporność na odkształcenia odróżnia tworzywa sztuczne od innych, tzw. nieodpornych na zginanie materiałów, np. betonu.



Nie każde tworzywo sztuczne jest odpowiednie do zastosowania w GPWC jako wymiennik ciepła. Dyrektywa VDI 4640 określa zastosowanie rur falistych jako wymiennik ciepła jako niewłaściwe. Elastyczność tych rur powoduje, że spadek wymagany do odprowadzenia kondensatu może być zapewniony tylko częściowo.

Najbardziej odpowiednie do zastosowania jako wymiennik ciepła w GPWC są sztywne rury z PP. W szczególności bogaty program kształtek dla rur PP umożliwia indywidualne dopasowanie wariantów układania do konkretnych obiektów. Aby spełnić szczególne wymagania higieniczne dyrektywy VDI 6022, firma REHAU stworzyła specjalny system rur odpowiednich do zastosowania w gruntowym powietrznym wymienniku ciepła.

Specjalna **rura wymiennika ciepła AWADUKT Thermo REHAU** wyróżnia się poprzez:

- Zastosowanie specjalnego polipropylenu z lepszą przewodnością cieplną
- Antybakteryjna warstwa wewnętrzna
- Wyjątkowo gładka warstwa wewnętrzna
- Specjalny system uszczelnień REHAU Safety Lock z pierścieniem na zatrask
- Wyjątkowe połączenie udarności ze sztywnością
- Wysoka odporność na ścieranie i na płukanie wysokociśnieniowe
- Wysoka odporność chemiczna
- Odporność na temperatury z zakresu -30 °C do 60 °C

Rura AWADUKT Thermo jest stworzona specjalnie do zastosowania jako wy-
miennik ciepła i całkowicie spełnia wymagania norm i dyrektyw. Poniższa
tabela zawiera przegląd najważniejszych informacji o rurze.

	Opis	AWADUKT Thermo z warstwą antybakteryjną DN 200 – DN 630
	Średnia gęstość [g/cm ³]	≥0,95
	Kolor DN 200	niebieski
	Kolor DN 250 - DN 630	pomarańczowy
	Długość odcinków rury [m] DN 200 – DN 315	1 / 3 / 6
	Długość odcinków rury [m] DN 400 – DN 630	6
	Technika połączeń	Złączka kielichowa, zgrzewanie elektrooporowe lub doczołowe
	Dostępność kształtek	tak
Właściwości	Krótkotrwały moduł elastyczności [N/mm ²]	1250
	Współczynnik rozszerzalności termicznej [mm/mK]	0,08
	Przewodność cieplna [W/m K]	0,28
	Odporność chemiczna	pH 2 – 12
	Maksymalna temperatura powietrza [°C]	60
	Minimalna temperatura powietrza [°C]	- 30
	Udarność	++
	Minimalny dopuszczalny promień gięcia	150 x d
	Wysokość warstwy przykrywającej [m]*	1 - 4
	Możliwa maksymalna wysokość słupa wody gruntowej ponad wierzchołkiem rury, przy braku obciążenia komunikacyjnego [m]	3
	Montaż pod budynkiem**	++
	Zalecany materiał podsypki wg PN-EN 1610	G2
	Strefa E1 / E2	
* Wysokość warstwy przykrywającej – podano wartość orientacyjną. Dopuszczalną grubość warstwy przykrywającej należy określić wykonując obliczenia statyczne. ** Montaż GPWC pod budynkiem jest zasadniczo dopuszczalny, jednak należy to sprawdzić w odniesieniu do danego obiektu. W tym przypadku należy przed montażem obowiązkowo wykonać obliczenia statyczne.		

Rura AWADUKT Thermo

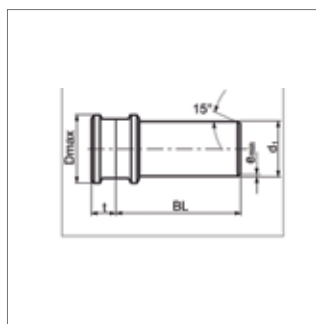
Z kielichem i uszczelką typu SL, na końcach rur ochrona przed zanieczyszczeniami

Materiał: RAU-PP 2387/2400

Warstwa antybakteryjna

Kolor: RAL 5012 jasnoniebieski, warstwa wewnętrzna w kolorze aluminium

Rekomendacja Techniczna ITB nr RT ITB-1246/2015



Nr art.	DN/OD	BL [mm]	d ₁ [mm]	D _{max} [mm]	t [mm]	e _{min} [mm]	Waga [kg/m]	szt./ paleta
11706411002	200	1000	200	240	101	7,0	4,2	20
11706511002	200	3000	200	240	101	7,0	4,2	20
11709611002	200	6000	200	240	101	7,0	4,2	20

Rura AWADUKT Thermo

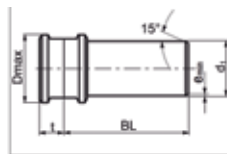
Z kielichem i uszczelką SL, na końcach rur ochrona przed zanieczyszczeniami

Materiał: RAU-PP 2387/2400

Warstwa antybakteryjna

Kolor: pomarańczowo-brązowy

Rekomendacja Techniczna ITB nr RT ITB-1246/2015



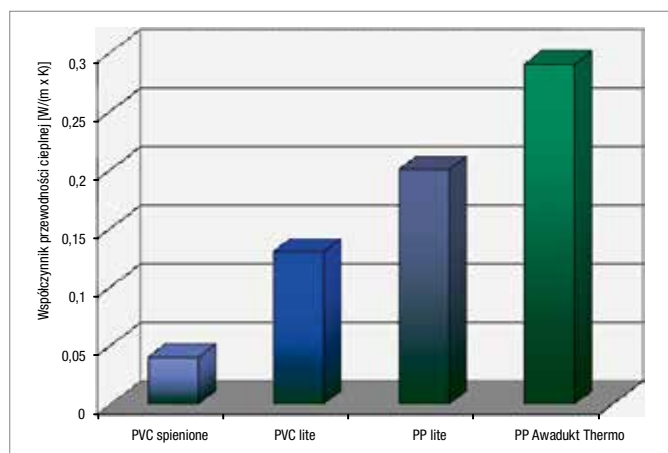
Nr art.	DN/OD	BL [mm]	d ₁ [mm]	D _{max} [mm]	t [mm]	e _{min} [mm]	Waga [kg/m]	szt./ paleta
11707911001	250	1000	250	296	135	8,8	6,7	12
11708011001	250	3000	250	296	135	8,8	6,7	12
11709711001	250	6000	250	296	135	8,8	6,7	12
11708211001	315	1000	315	365	145	11,1	10,6	9
11708311001	315	3000	315	365	145	11,1	10,6	9
11709811001	315	6000	315	365	145	11,1	10,6	9
11708511002	400	6000	400	470	170	13,5	16,0	6
11708611003	500	6000	500	570	195	17,0	25,3	4
11006411001	630	6000	630	710	220	23,8	46,7	2

5.2.1 Przewodność cieplna

Przewodność cieplna materiału ma istotny wpływ na wymianę ciepła i tym samym na wydajność poboru ciepła. Dlatego materiały o niskiej przewodności cieplnej są stosowane jako materiały izolacyjne, natomiast materiały o wysokiej przewodności cieplnej są stosowane wszędzie tam, gdzie niezbędne jest przekazywanie ciepła (np. w wymiennikach ciepła). Aby zapewnić efektywne wykorzystanie rury w powietrznym wymienniku ciepła, materiał rury musi być optymalnie dopasowany do tego zastosowania. W przeciwieństwie do metali polimery mają bardzo niską przewodność cieplną, którą można znacznie zwiększyć poprzez odpowiednie dodatki. Kolejny parametr wpływający na stopień przekazywania ciepła to grubość ścianki rury. Pobór ciepła jest większy przy mniejszej grubości ścianki.

Zastosowanie specjalnych dodatków spowodowało znaczne zwiększenie przewodności cieplnej rur AWADUKT Thermo w porównaniu ze zwykłymi rurami PP, bez zmniejszenia sztywności. W badaniach zewnętrznych zostało potwierdzone, że współczynnik przewodności cieplnej rur AWADUKT Thermo z tworzywa PP wynoszący 0,28 W/m K jest większy o 45% w porównaniu ze zwykłym PP.

Poniższy wykres przedstawia wartości współczynnika przewodności cieplnej różnych tworzyw sztucznych.



Wykres wartości współczynnika przewodności cieplnej rur

5.2.2 Wewnętrzna warstwa antybakteryjna

W specjalnym procesie podczas produkcji rur następuje trwałe połączenie wewnętrznej warstwy antybakteryjnej rury AWADUKT Thermo z materiałem bazowym rury.

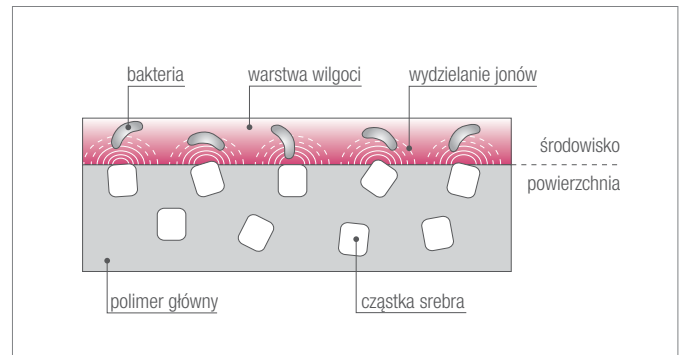
Antybakteryjna warstwa wewnętrzna jest wykonana z nieorganicznego związku srebra Agion™, który zapobiega wzgl. znacznie ogranicza rozmnażanie się bakterii i niektórych grzybów. Agion™ to naturalna substancja antybakteryjna, która niszczy bakterie i działa przez długi czas. Jony srebra działają tylko na proste struktury komórkowe, natomiast rozbudowane struktury komórkowe, np. roślinne, zwierzęce, ludzkie, pozostają nienaruszone przez jony srebra. Biokompatybilność Agion™ została sprawdzona zgodnie z PN-EN ISO 10993.

Działanie srebra obejmuje trzy różne mechanizmy deaktywacji:

- 1) Oksydacja katalityczna
- 2) Reakcja z membraną komórkową
- 3) Przyłączenie do DNA

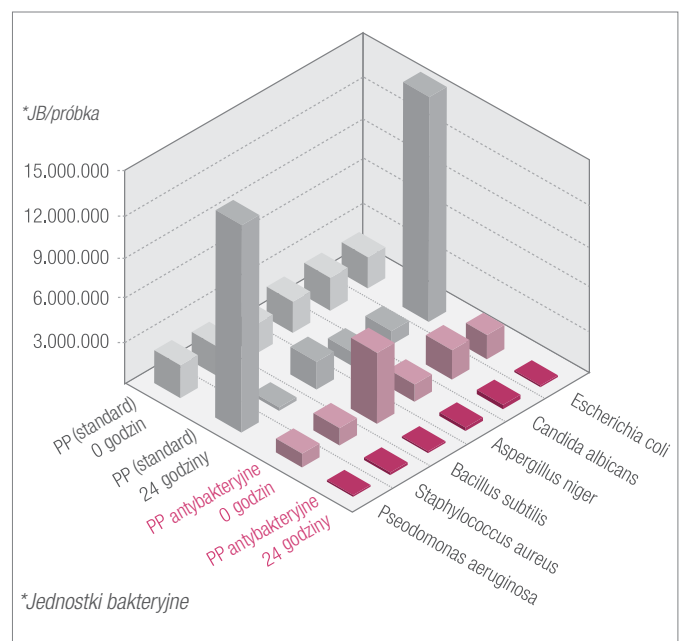
Jony srebra są uwalniane poprzez wymianę jonów np. Na⁺ lub K⁺. Wymiana może nastąpić tylko wtedy, gdy jest dostępna woda (film wilgoci). Jony srebra

są zatem uwalniane tylko wtedy, gdy jest to konieczne, ponieważ bakterie i grzyby rozwijają się tylko w wilgotnym otoczeniu. Działanie warstwy antybakteryjnej jest ograniczone do ścianki rury, natomiast bakterie i zarodniki grzybów znajdujące się w powietrzu nie są zwalczane.



Zasada działania antybakteryjnej warstwy wewnętrznej rury

Działanie antybakteryjnej warstwy wewnętrznej zostało potwierdzone wielokrotnie w niezależnych badaniach Instytutu Fresenius.

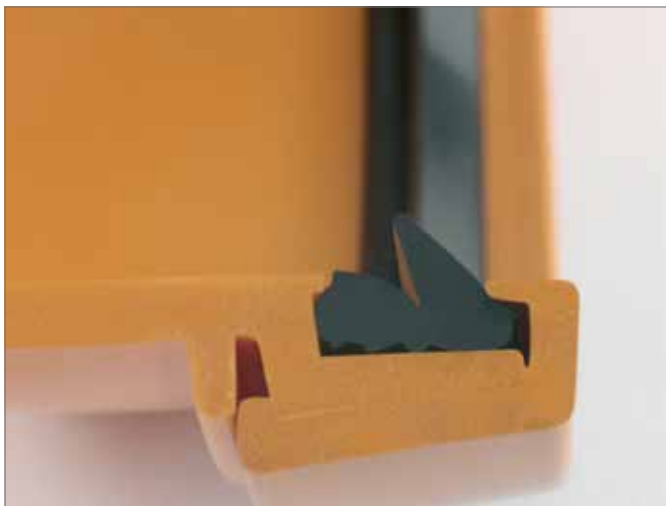


Wyniki badań Instytutu Fresenius: porównanie standardowego tworzywa PP z PP z warstwą antybakteryjną

Materiał Agion™ od wielu lat znajduje zastosowanie w medycynie i w urządzeniach kuchennych (np. w lodówkach). Pierwsze testy wykazały, że zastosowany Agion™ i szczególnie sposób działania systemów GPWC zapewniają długotrwałą skuteczność. Jak pokazały doświadczenia praktyczne, trwałe połączenie warstwy wewnętrznej z materiałem rury zapewnia brak uszkodzeń warstwy antybakteryjnej przy prawidłowo przeprowadzanym czyszczeniu. Skuteczność działania warstwy antybakteryjnej jest w Polsce potwierdzona przez Atest Higieniczny PZH nr HKIB/0653/01/2010.

5.2.3 System uszczelnień Safety Lock

Specjalny system uszczelnień Safety Lock (SL) zapewnia trwałe umocowanie uszczelki znajdującej się w kielichu rury lub kształtki i zapobiega jej wysunięciu w momencie wkładania rury. Ponadto ten system uszczelnień wykazuje dużą szczelność nawet w przypadku zniekształcenia lub odgięcia. Zapewnienie szczelności systemu GPWC jest ważne szczególnie ze względów higienicznych, a zastosowanie systemu uszczelniającego Safety Lock pozwala spełnić wymagania DIN 1946, dyrektyw VDI 4640 i 6022.



Również montaż GPWC w miejscach z wysokim zwierciadłem wody gruntowej lub z wahaniami poziomu wody gruntowej jest możliwy dzięki systemowi uszczelniającemu Safety Lock. Przy montażu w takich miejscach szczelność na wodę pochodzącą z zewnątrz jest zapewniona na ponad 1000 godzin przy podciśnieniu 0,8 bar. Podczas montażu należy zastosować odpowiednie zabezpieczenie przed siłą wyporu.

Szczelność systemu AWADUKT Thermo została potwierdzona poprzez badanie wykonane w Instytucie IIMPIB w Gliwicach do wartości 2,5 bar.



Przy montażu rur w wodzie gruntowej lub w obszarze wahań poziomu wody gruntowej zaleca się przeprowadzenie obliczeń statycznych w związku z podwyższonym ciśnieniem. W razie potrzeby należy zastosować zabezpieczenie przed siłą wyporu.

5.2.4 Odporność chemiczna

Rury, złączki i pierścienie uszczelniające AWADUKT Thermo wyróżniają się wysoką odpornością na wiele substancji chemicznych występujących w gruncie. Odporność chemiczna jest zapewniona przy odczynie pH od 2 do 12. W przypadku trwałego skażenia gruntu lub występowania miejscowych zwiększonych stężeń naturalnych lub sztucznych substancji chemicznych należy przeprowadzić testy odporności chemicznej.

Pierścienie uszczelniające

Zastosowany rodzaj gumy (EPDM) odznacza się wysoką odpornością chemiczną, jednak składniki estrów, ketonów oraz węglowodorów chlorowanych i aromatycznych występujących w gruncie mogą powodować pęcznienie, co może prowadzić do uszkodzenia połączenia. W razie wątpliwości należy przeprowadzić dodatkowe badania.



Przed montażem komponentów AWADUKT Thermo w miejscu o trwałym skażeniu gruntu odporność wszystkich użytych w tym obszarze materiałów powinna zostać sprawdzona przez osobę odpowiedzialną za montaż na podstawie ekspertyzy o skażeniu gruntu. W przypadku niejasności można dokonać wglądu w kataster skażeń gruntu we właściwych instytucjach.

5.2.5 Wytyczne dotyczące ochrony przeciwpożarowej

System gruntowego powietrznego wymiennika ciepła AWADUKT Thermo jest systemem bezpiecznym pod względem przeciwpożarowym. Potwierdza to opinia Centrum Naukowo – Badawczego Ochrony Przeciwpożarowej w Józefowie.

Przy montażu gruntowych powietrznych wymienników ciepła należy zachować odpowiednie kroki:

- Zabezpieczyć dostęp do czerpni powietrza, studni i innych elementów przed kontaktem z osobami postronnymi.
- Przewody ułożone nad ziemią powinny być zabezpieczone materiałem niepalnym.
- Połączenie systemu z wewnętrzną instalacją wentylacyjną musi być wykonane w miejscu dostępnym umożliwiającym odłączenie od wentylacji obiektu.
- Czerpnie powietrza powinny znajdować się w odległości co najmniej 8 m od ulic i miejsc parkingowych dla więcej niż 20 samochodów, miejsc gromadzenia odpadów stałych, wywiewek kanalizacyjnych i innych źródeł zanieczyszczenia powietrza.
- Odległość przewodów AWADUKT Thermo od przewodów gazowych powinna wynosić 0,1 m w przypadku przewodów równoległych lub 0,2 m w przypadku przewodów krzyżujących się.
- Czerpnie powietrza nie należy lokalizować w miejscach, w których istnieje możliwość napływu powietrza z rozpyloną wodą pochodzącą z chłodni kominowej.
- W przewodach AWADUKT Thermo można według potrzeb lokalizować wentylatory i urządzenia do uzdatniania powietrza pod warunkiem wykonania ich obudowy o klasie odporności ogniowej E I 60.
- W miejscach przejścia przez elementy oddzielenia przeciwpożarowego przewody wentylacyjne i klimatyzacyjne powinny być wyposażane w przeciwpożarowe klapy odcinające o klasie odporności ogniowej (E I), równej klasie odporności ogniowej elementu oddzielenia pożarowego.

ZAKŁAD LABORATORIUM	BADAŃ WŁAŚCIWOŚCI POŻAROWYCH MATERIAŁÓW BM	CNBOP
CNBOP	CENTRUM NAUKOWO-BADAWCZE OCHRONY PRZECIWPÓŻAROWEJ im. Józefa Tułuszkowskiego	
05-420 Józefów k. Otwocka, ul. Nadwiślańska 213		
TELEFONY: centrala (48 022) 7693-300, FAX: (48 022) 7693-356		
Serwisant (48 022) 7693-300 www.cnbop.pl e-mail: cnbop@cnbop.pl BM (022) 7693 229, 230		

OPINIA TECHNICZNA 2660/BM/05 strona 12

ZLECAJĄCY	REHAU Sp. z o.o. Baranowo, ul. Poznańska 1A 62-081 Przeźmierowo k. Poznania
NAZWA	Opinia techniczna w sprawie oceny gruntowego wymiennika ciepła AWADUKT THERMO

WYKONAWCA	kpt. mgr inż. Konrad Fieško kpt. mgr inż. Daniel Małozieć technik Sylwester Suchecki
-----------	--

Zatwierdził

Egzemplarz opinii:

2/3

Z-ca Dyrektora
Dr hab. inż. Andrzej Kozłowski

Józefów, 27 Grudnia 2005 r.

5.3 Program kształtek

Program kształtek do rur AWADUKT Thermo jest przeznaczony specjalnie do zastosowania w systemie GPWC.



Dla zapewnienia szczelności systemu kształtki mogą być użyte tylko raz.

5.3.1 Kolana

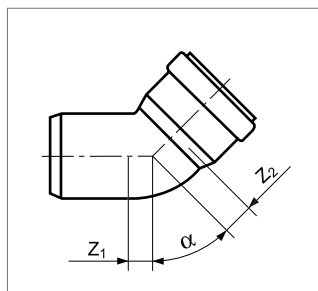
Kolana są montowane przy zmianie kierunku rurociągu AWADUKT Thermo.

Kolano AWADUKT PP

Z uszczelką EPDM oraz zamontowanymi fabrycznie zaślepkami chroniącymi przed zabrudzeniem

Materiał: RAU-PP 2300

Kolor: RAL 5009 niebieski



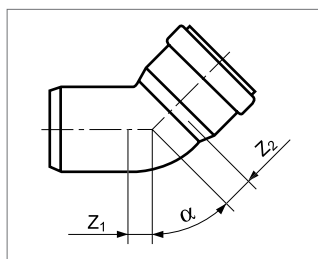
Nr art.	DN/OD	α	Z_1 [mm]	Z_2 [mm]	Waga [kg/szt.]	Jednostka dostawy
14170011001	200	15°	12	21	1,06	60
14170111001	200	30°	28	34	1,19	50
14170211001	200	45°	44	48	1,31	48
14170311001	200	88°	105	110	1,69	32

Kolano AWADUKT PP

Z uszczelką EPDM

Materiał: RAU-PP 2300

Kolor: pomarańczowo-brązowy



Nr art.	DN/OD	α	Z_1 [mm]	Z_2 [mm]	Waga [kg/szt.]	Jednostka dostawy
12476611004	250	15°	19	39	1,70	32
12476711002	250	30°	37	58	1,90	24
12476811004	250	45°	57	78	2,10	21
12476911004	250	88°	132	152	2,90	16
12477011002	315	15°	23	50	2,70	14
12477111002	315	30°	47	73	3,10	12
12477211002	315	45°	72	98	3,40	11
12477311002	315	88°	166	192	4,60	8
12393421002	400	15°	64	237	11,64	5
12393521002	400	30°	93	264	12,35	4
12393621002	400	45°	283	408	17,04	3
12373131002	400	88°	533	702	27,80	1
12345361003	500	15°	101	244	20,16	2
12345461003	500	30°	135	276	23,60	2
12345561003	500	45°	285	428	33,92	2
12345661003	500	88°	604	747	55,72	1
13448901001*	630	15°	325	340	52,11	luzem
13449001001*	630	30°	369	384	60,14	luzem
13449101001*	630	45°	416	431	68,74	luzem
13449201001*	630	60°	640	655	89,94	luzem
13449301001*	630	88°	812	827	107,12	luzem

* Czas dostawy na zapytanie

5.3.2 Trójniki

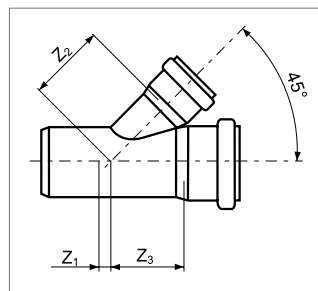
Trójniki służą do wykonywania połączeń między dwoma systemami rur o tej samej lub innej średnicy (np. do podłączenia studni zbierającej kondensat do rurociągu). Za pomocą trójników można ułożyć rury o tej samej średnicy w systemie Tichelmanna lub wykonać obejście by-pass.

Trójnik 45° AWADUKT PP

Z uszczelkami EPDM oraz zamontowanymi fabrycznie zaślepkami chroniącymi przed zabrudzeniem

Materiał: RAU-PP 2300

Kolor: RAL 5009 niebieski



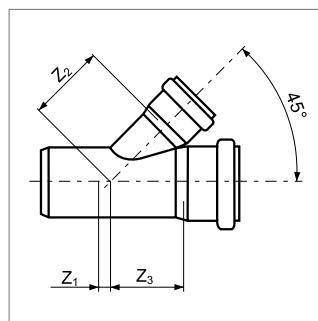
Nr art.	DN/OD	Z ₁ [mm]	Z ₂ [mm]	Z ₃ [mm]	Waga [kg/szt.]	Jednostka dostawy
14170411001	200/200	47	255	255	3,10	16

Trójnik 45° AWADUKT PP

Z uszczelkami EPDM

Materiał: RAU-PP 2300

Kolor: pomarańczowo-brązowy



Nr art.	DN/OD	Z ₁ [mm]	Z ₂ [mm]	Z ₃ [mm]	Waga [kg/szt.]	Jednostka dostawy
13147571002	250/200	22	290	276	3,94	12
12376741005	250/250	82	462	463	8,72	4
12197921002	315/200	-10	339	312	5,85	8
12327941005	315/250	49	508	496	11,74	4
12327841005	315/315	88	545	547	15,04	2
12393821002	400/200	-33	405	354	14,40	4
12393921005	400/250	16	568	549	17,37	2
12394021005	400/315	61	602	599	20,52	2
12374531005	400/400	123	643	667	23,00	1
12345861005	500/200	2	614	568	21,80	2
12345961005	500/250	24	639	605	23,50	1
12346061005*	500/315	286	673	649	28,60	1
12346161005*	500/400	358	734	717	34,00	1
12252151005*	500/500	509	794	796	36,50	1
14114221005*	630/200	-76	717	636	42,70	luzem
14114321005*	630/250	-39	741	669	48,40	luzem
14114421005*	630/315	8	788	707	54,70	luzem
14114521005*	630/400	69	828	786	67,70	luzem
14114621005*	630/500	137	878	849	86,00	luzem
14114721005*	630/630	229	951	955	115,50	luzem

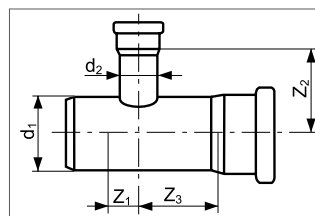
* Czas dostawy na zapytanie

Trójnik 90° AWADUKT PP

Z uszczelkami EPDM

Materiał: RAU-PP 2300

Kolor: pomarańczowy



Nr art.	DN/OD [d1/d2]	Z ₁ [mm]	Z ₂ [mm]	Z ₃ [mm]	Waga [kg/szt.]	Jednostka dostawy
12350891005 *	200/200	130	180	180	3,89	luzem
12315071005 *	250/200	130	205	180	4,90	luzem
12350991005 *	250/250	155	210	210	6,95	luzem
12217851005 *	315/200	130	243	180	9,50	luzem
12292781005 *	315/250	154	243	206	10,20	luzem
12351091005 *	315/315	197	243	243	12,20	luzem
12275881005 *	400/200	140	285	185	15,30	luzem
12292881005 *	400/250	165	285	210	15,80	luzem
12275981005 *	400/315	197	285	243	17,10	luzem
12276081005 *	400/400	245	290	285	21,70	luzem
12247771005 *	500/200	387	340	183	22,50	luzem
12217881005 *	500/250	530	350	195	18,00	luzem
12292981005 *	500/315	557	360	218	30,70	luzem
12293081005 *	500/400	564	360	261	33,30	luzem
12293181005 *	500/500	654	360	321	45,60	luzem
14114921005 *	630/200	200	415	175	32,10	luzem
14115021005 *	630/250	225	420	200	37,80	luzem
14115121005 *	630/315	258	425	232	43,20	luzem
14115221005 *	630/400	305	425	275	54,10	luzem
14115321005 *	630/500	350	425	335	69,70	luzem
14115421005 *	630/630	416	425	404	97,00	luzem

* Czas dostawy na zapytanie

5.3.3 Złączki

Złączki dwukielichowe i nasuwki służą do wykonania połączenia rury AWADUKT Thermo z belką rozdzielacza lub dwóch końców bosych o tej samej średnicy.



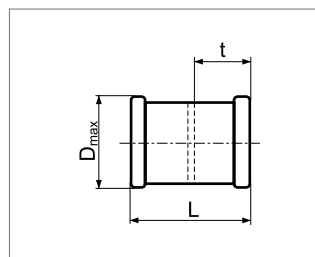
Do połączenia rur AWADUKT Thermo z belką rozdzielacza należy używać nasuwek lub złączek dwukielichowych.

Złączka dwukielichowa AWADUKT PP

Z uszczelkami typu SL oraz zamontowanymi fabrycznie zaślepkami chroniącymi przed zabrudzeniem

Materiał: RAU-PP 2300

Kolor: RAL 5009 niebieski



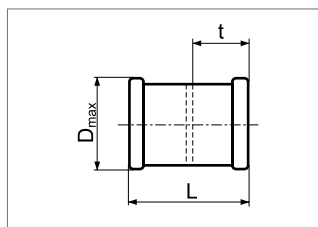
Nr art.	DN/OD	L [mm]	D _{max} [mm]	t [mm]	Waga [kg/szt.]	Jednostka dostawy
14170511001	200	206	240	101	1,05	1

Złączka dwukielichowa AWADUKT PP

Z uszczelkami EPDM

Materiał: RAU-PP 2300

Kolor: pomarańczowo-brązowy



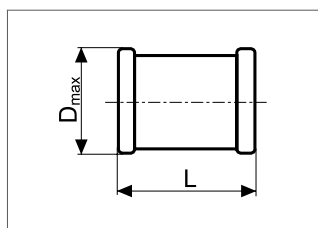
Nr art.	DN/OD	L [mm]	D _{max} [mm]	t [mm]	Waga [kg/szt.]	Jednostka dostawy
11042961001	250	269	296	135	2,10	32
11042971001	315	290	365	145	3,00	16
12478811002	400	350	470	170	6,80	8
12346361002	500	400	570	195	10,50	luzem
14115721001	630	430	710	215	14,00	luzem

Nasuwka AWADUKT PP

Z uszczelkami EPDM oraz zamontowanymi fabrycznie
zaślepkami chroniącymi przed zabrudzeniem

Materiał: RAU-PP 2300

Kolor: RAL 5009 niebieski



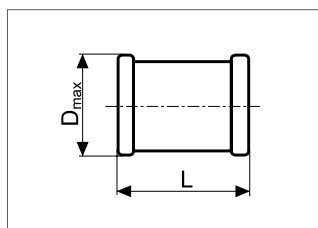
Nr art.	DN/OD	L [mm]	D _{max} [mm]	Waga [kg/szt.]	Jednostka dostawy
14170611001	200	206	240	1,00	1

Nasuwka AWADUKT PP

Z uszczelkami EPDM

Materiał: RAU-PP 2300

Kolor: pomarańczowy



Nr art.	DN/OD	L [mm]	D _{max} [mm]	Waga [kg/szt.]	Jednostka dostawy
11043071001	250	269	296	2,05	32
11043081001	315	290	365	2,94	16
12478911002	400	350	470	6,60	8
12870011002	500	400	570	10,20	luzem
14115621001	630	430	710	13,60	luzem

AWADUKT KGMM vario

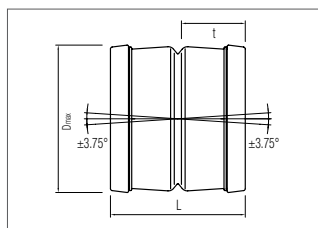
Złączka dwukielichowa AWADUKT PP

Możliwość płynnego obrotu o $\pm 7,5^\circ$ w kierunku pozi-
mym lub pionowym

Z uszczelkami EPDM

Materiał: RAU-PP 2300

Kolor: pomarańczowy



Nr art.	DN/OD	L [mm]	D _{max} [mm]	t [mm]	Waga [kg/szt.]	Jednostka dostawy
11760751001	250	260	296	120	1,85	32
11760851001	315	298	365	136	3,30	16

5.3.4 Zaślepka

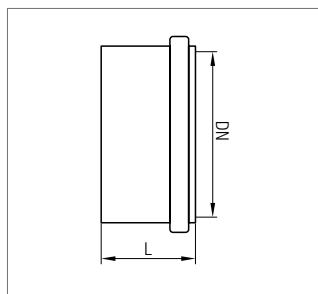
Zaślepki są stosowane do jednorazowego zamknięcia rur AWADUKT Thermo, np. do zamknięcia belki rozdzielacza.

Zaślepka AWADUKT PP

Z uszczelką EPDM i przyspawaną szarą płytą z PP

Materiał: RAU-PP 2387/2300

Kolor: RAL 5009 niebieski



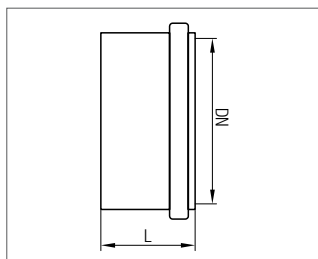
Nr art.	DN/OD	L [mm]	Waga [kg/szt.]	Jednostka dostawy
11719771001	200	111	0,52	1

Zaślepka AWADUKT PP

Z uszczelką EPDM i przyspawaną szarą płytą z PP

Materiał: RAU-PP 2300

Kolor: pomarańczowo-brązowy



Nr art.	DN/OD	L [mm]	Waga [kg/szt.]	Jednostka dostawy
11719871001	250	143	0,98	1
11719971001	315	154	1,68	1
11720071001	400	168	3,36	1
11720171001	500	210	5,19	1
11716381001	630	220	7,00	1

5.3.5 Redukcje

Redukcje są stosowane w połączeniach odcinków rurociągu o różnych średnicach.



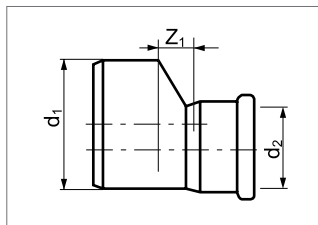
Przy montażu redukcji należy zapewnić odpływ kondensatu w obrębie jednej strefy rurociągu.

Redukcja AWADUKT PP

Z uszczelką EPDM

Materiał: RAU-PP 2300

Kolor: pomarańczowo-brązowy



Nr art.	DN/OD [d ₁ /d ₂]	z ₁ [mm]	Waga [kg/szt.]	Jednostka dostawy
12478011002	250/200	50	2,05	48
12478111002	315/250	10	2,94	24
12373231003	400/315	63	6,60	10
12346261003	500/400	82	10,20	4
14115521005*	630/500	115	13,60	luzem

* Czas dostawy na zapytanie

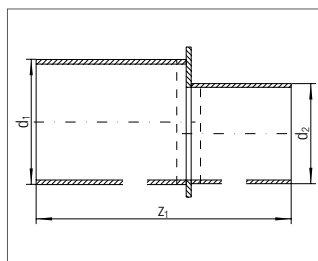
Redukcja KGR*

Redukcja AWADUKT PP, o gładkich ściankach

Długość końców spawanych zgodnie z DIN 16962-1

Materiał: RAU-PP 2300

Kolor: pomarańczowy



Nr art.	DN/OD [d ₁ /d ₂]	z ₁ [mm]	Waga [kg/szt.]	Jednostka dostawy
14135211001	250/200	435	2,55	1
14135311001	315/250	585	5,26	1
14135411001	400/315	635	9,98	1
14135511001	500/400	685	17,97	1
14168711001	630/500	735	15,84	1

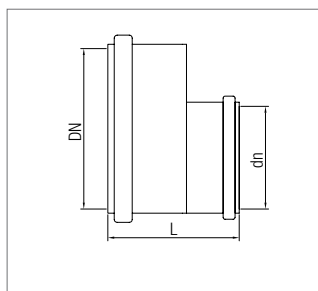
* Czas dostawy na zapytanie

Redukcja AWADUKT PP

Z uszczelnkami EPDM

Materiał: RAU-PP 2300

Kolor: pomarańczowo-brązowy i niebieski



Nr art.	DN/OD [DN/dn]	L [mm]	Waga [kg/szt.]	Jednostka dostawy
11719471001	315/200	256	2,20	1
11719571001	400/200	271	3,87	1
11719671001	500/200	351	5,71	1
13448601001	630/200	335	7,31	1

5.4 Przejście szczelne

Już na początku projektowania należy uwzględnić wszystkie wymagania, które musi spełniać przejście szczelne. Zasadniczo można wyróżnić dwa obszary zastosowań – w wodzie wywierającej ciśnienie i w wodzie nie wywierającej ciśnienia.



Woda wywierająca ciśnienie to woda, która wywiera z zewnątrz ciśnienie na uszczelnienie.

W związku z uwarunkowaniami budowlanymi na obiekcie rozróżnia się montaż przejścia szczelnego przy budowie ściany oraz montaż przejścia szczelnego

w gotowej ścianie. Przejście szczelne należy zasadniczo wykonać tak, aby do budynku nie przedostawała się z zewnątrz żadna wilgoć.



Przy wyborze systemu uszczelniającego należy uwzględnić prawdopodobieństwo występowania wody wywierającej ciśnienie. Jeśli brakuje danych o obecności wody wywierającej ciśnienie lub jeśli te dane nie są wystarczające, wówczas ze względów bezpieczeństwa należy zaprojektować wariant zakładający obecność wody wywierającej ciśnienie.

5.4.1 Przejście szczelne AWADUKT Thermo do wody nie wywierającej ciśnienia

W przypadku wody nie wywierającej ciśnienia można zastosować przejście szczelne AWADUKT Thermo z uszczelką wargową. Zapewnia ona ochronę przed wilgocią i wymaga zabetonowania. Specyfikacja materiałowa przejść szczelnych AWADUKT Thermo jest zawarta w poniższej tabeli.



Z uwagi na stożkowy kształt przejścia szczelnego istnieje możliwość ułożenia wprowadzonej rury pod kątem. Dlatego podczas montażu należy zapewnić odpływ kondensatu, w razie potrzeby należy w odpowiedni sposób umocować wprowadzaną rurę.

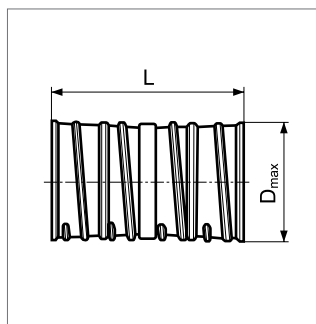
Przejście szczelne

Z uszczelką wargową do wody nie wywierającej ciśnienia

Materiał: RAU-SB 100

do zabetonowania

Kolor: naturalny



Nr art.	DN/OD	ID [mm]	Długość L [mm]	Dmax ok. [mm]	Waga [kg/szt.]
11722901050	200	212	240	232	1,19
11723301003	250	260	240	290	1,78
11723401003	315	325	240	359	2,64
11723501002	400	412	240	448	3,60
11724901003	500	512	240	554	5,17
11720051001 ¹	630	637	120	705	15,50

¹ Materiał: beton wzmocniany włóknem

5.4.2 Przejście szczelne AWADUKT Thermo do wody wywierającej ciśnienie

Jeśli na obiekcie występuje woda wywierająca ciśnienie lub jest prawdopodobieństwo jej wystąpienia, wówczas można zastosować uszczelnienie okrężne AWADUKT Thermo lub kołnierzowe przejście szczelne GPWC.

5.4.2.1 Uszczelnienie okrężne AWADUKT Thermo

Uszczelnienie okrężne można zamontować w:

- zamontowanym wcześniej przejściu szczelnym AWADUKT Thermo
- wykonanym wcześniej i uszczelnionym otworze w murze

Uszczelnienie okrężne DN 200-630*

Do zastosowania w wodzie wywierającej ciśnienie, szczelność na ciśnienie maks. 5,0 bar

Wykonanie: stal nierdzewna

Materiał: poliamid wzmocniony włóknem szklanym

Uszczelnienie z kauczuku EPDM

Wstępnie zmontowane segmenty

Kolor: niebieski



Nr art.	Ilość segmentów	Typ	Moment dokręcania [Nm]	Śr. zewnętrz. uszczelnienia okrężn. [mm]	Tolerancja średnicy otworu [mm]	Waga kg	Szczelność na ciśnienie [bar]	Materiał uszczelniający	Skala Shore	Nr art. przejścia szczelnego
13503681001	9	LS 325 BS 316	6	250	-3/ +7	ok. 2,25	3,0	EPDM	40 + / - 5	13503571001
13503691001	9	LS 440 S 316	27	350	-7/ +7	ok. 4,50	5,0	EPDM	35 + / - 5	13503581001
13503701001	12	LS 400 BS 316	20	400	-7/ +7	ok. 6,6	3,0	EPDM	40 + / - 5	13503611001
13503711001	14	LS 440 S 316	27	500	-7/ +7	ok. 7,0	5,0	EPDM	40 + / - 5	13503621001
13503721001	17	LS 440 S 316	27	600	-7/ +7	ok. 8,5	5,0	EPDM	40 + / - 5	13503631001
13529381001	22	LS 425 S 316	27	700	-7/ +4	ok. 10,2	5,0	EPDM	55 + / - 5	13529381001



Przed montażem uszczelnienia okrężnego w otworze należy wykonać prawidłowe uszczelnienie, aby zapobiec przenikaniu wody do wnętrza muru.



W miarę możliwości należy najpierw zainstalować uszczelkę zamontowanego wcześniej przejścia szczelnego, ponieważ przejście szczelne i pasujące do niego uszczelnienie okrężne są do siebie idealnie dopasowane.

Aby przejście szczelne było wykonane należyście, należy je odpowiednio wcześniej zaplanować i uwzględnić w całym projekcie. Można uwzględnić przejście szczelne w projekcie budynku i wykonać je w łatwy i ekonomiczny sposób podczas budowy.

Tuleja do uszczelnienia okrężnego*

Do przeprowadzenia rur przez mury, specjalnie do zastosowania w wodzie wywierającej ciśnienie, szczelność przy ciśnieniu maks. 5,0 bar, wykonane z betonu wzmocnianego włóknem szklanym, do zabetonowania.

Do zastosowania z uszczelnieniem okrężnym DN 200-630

Kolor: jasnoszary



Nr art.	ID [mm]	DN/OD	Długość [mm]	Średn. zewn. [mm]	Gr. ścianki [mm]	Tolerancja [mm]	Waga [kg/szt.]
13503571001	250	200	300	300	25	+ / - 2	13,00
13503581001	350	250	300	400	25	+ / - 2	27,00
13503611001	400	315	300	460	30	+ / - 2	30,00
13503621001	500	400	300	544	22	+ / - 2	45,00
13503631001	600	500	300	648	24	+ / - 3	52,00
13529391001	700	630	300	770	35	+ / - 3	65,00

* Czas dostawy na zapytanie

5.4.2.2 Kołnierzowe przejście szczelne

Jeśli montaż przejścia szczelnego do wody wywierającej ciśnienie lub wykonanie otworu w murze nie są możliwe, wówczas za pomocą kołnierzowego przejścia szczelnego można wykonać szczelne i niezawodne uszczelnienie na wodę wywierającą ciśnienie.



Przy montażu rur z kołnierzowym przejściem szczelnym należy zwrócić uwagę na wystarczające umocowanie rury w szalunku. Należy zapewnić odpływ kondensatu i przyłączyć rur z obu stron.

Kołnierzowe przejście szczelne GPWC jest szczelne na wodę gruntową i wywierającą ciśnienie do 4 bar i jest wykonane z kauczuku EPDM (AP) zgodnie z poniższą specyfikacją:

Gęstość	1,03	[kg/m ³]	Odporność na rozciąganie	9,5	N/mm ²
Twardość w skali Shore'a A	45 ± 5°		Rozciągliwość	500	%
Temperatura minimalna	-40	°C	Temperatura maksymalna	80	°C

Kołnierzowe przejście szczelne GPWC

Do zastosowania w wodzie wywierającej ciśnienie.

Wytrzymałość na ciśnienie do 4,0 bar.

Do zabetonowania. W zestawie taśmy naprężające.

Materiał: kauczuk EPDM (AP)

Kolor: czarny



Nr art.	DN/OD	Długość L [mm]	Średnica D1 [mm]	Średnica D2 [mm]	Średnica D3 [mm]	Waga [kg/szt.]
13532341001	200	60	195	213	293	0,74
13532441001	250	60	245	263	343	0,81
13532541001	315	60	310	328	408	1,13
13532641001	400	75	380	395	455	1,48
13532741001	500	75	475	490	550	1,90
13532841001	630	75	598	613	673	2,60

5.5 Odpływ kondensatu

Kondensat występuje zawsze wtedy, gdy temperatura spadnie poniżej temperatury punktu rosy powietrza przepływającego przez GPWC. Ilość kondensatu jest zależna od wilgotności zasysanego powietrza oraz od stopnia schłodzenia powietrza w GPWC. Ponieważ proces kondensacji zachodzi tylko podczas chłodzenia, należy się jej spodziewać głównie latem.

Za pomocą diagramu h-x można określić teoretyczną ilość kondensatu. Jednakże ze względu na różnorodne i ciągle zmieniające się warunki pogodowe trzeba się liczyć z tym, że uzyskane dane są szacunkowe.



Ze względów higienicznych należy przeprowadzać regularne kontrole odpływów kondensatu oraz studni zbierających kondensat i w razie potrzeby czyścić, zwłaszcza w miesiącach letnich. Częstotliwość kontroli zależy głównie od warunków pogodowych i użytkowania systemu.

5.5.1 Odpływ kondensatu z otworem rewizyjnym

Jednym z wariantów wykonania odpływu kondensatu w budynku jest zastosowanie odpływu kondensatu R (z otworem rewizyjnym). W porównaniu z odpływem kondensatu S (standard) odpływ kondensatu R ma następujące zalety:

- łatwe czyszczenie odpływu kondensatu przez otwór rewizyjny
- łatwe wprowadzanie urządzeń czyszczących i kontrolnych przez otwór

Odpływ kondensatu R

Np. do podpiwniczonych budynków mieszkalnych i innych, z mufą kielichową i uszczelką w wykonaniu standardowym

Materiał: RAU-PP 2300

Kolor: RAL 5012 jasnoniebieski, szary (DN 200), w przeciwnym razie pomarańczowo-brązowy

Nr art.	Średnica D1 [mm]	Średnica D2 [mm]	Średnica D3 [mm]	L1 [mm]	L2 [mm]	L3 [mm]	L4 [mm]	Waga [kg]
11718771001	200	200	40	160	226	326	50	2,8
11718871001	250	250	40	200	253	120	50	3,4
11718971001	315	315	40	252	249	150	50	4,6
11719071001	400	400	40	250	275	150	50	5,8
11719171001	500	500	40	278	300	200	50	7,2

5.5.2 Odpływ kondensatu standard

Za pomocą kondensatu S (standard) możliwe jest odprowadzanie kondensatu z GPWC w budynku. Odpływ kondensatu jest stosowany najczęściej w systemach jednorurowych. Dzięki prostemu kształtowi komponentu odpływ powietrza może być podłączony bezpośrednio do systemu wentylacji bez większych strat ciśnienia.

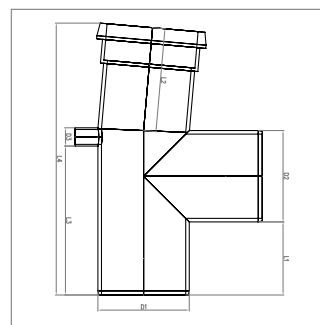
Dyrektywa VDI 6022 wymaga natychmiastowego usuwania kondensatu z bezpośredniego strumienia powietrza. Dla zapewnienia możliwie najszybszego odprowadzania kondensatu przy układaniu rur wymiennika ciepła konieczne jest zachowanie spadku ok. 1 – 3 % na całym rurociągu. Odprowadzanie kondensatu może się odbywać poprzez studnię zbierającą kondensat znajdującą się na zewnątrz budynku lub poprzez odpływ kondensatu zamontowany w budynku. Zgodnie z dyrektywą VDI 4640 kondensat należy odprowadzać zgodnie z wytycznymi prawa związanego z gospodarką wodną.



Przy montażu systemu wielorurowego zaleca się zaprojektować co najmniej dwa odpływy kondensatu, jeden po stronie rozdzielacza, a drugi po stronie kolektora. Ze względów higienicznych kondensat powinien spływać zgodnie z kierunkiem przepływu powietrza.



Kondensat może być odprowadzany przez kanalizację budynku w wolnym odpływie.



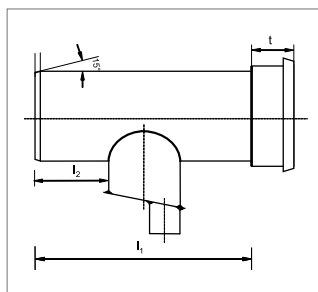
Aby zapobiec przenikaniu powietrza z zewnątrz, do odpływu kondensatu należy podłączyć syfon kulowy. Podczas pracy systemu otwór rewizyjny musi być szczelnie zamknięty.

Odpyływ kondensatu S

Np. do budynków podpiwniczonych, z mufą kielichową i uszczelką w wykonaniu standardowym

Materiał: RAU-PP 2300

Kolor: RAL 5012 jasny niebieski, szary (DN 200),
pozostałe średnice – kolor pomarańczowo-brązowy



Nr art.	DN/OD	l_1 [mm]	l_2 [mm]	t [mm]	Waga [kg/szt.]
12277551003	200/40	485	130	101	2,72
12277651003	250/40	485	170	135	5,20
12277751003	315/40	550	195	145	8,69
12298451003*	400/40	550	195	170	14,61
12298551003*	500/40	550	230	195	22,43
12183691003*	630/40	600	250	215	26,40

* Czas dostawy na zapytanie



Aby zapobiec przenikaniu powietrza z zewnątrz, do odpływu kondensatu należy podłączyć syfon kulowy.

5.5.3 Syfon kulowy

Syfon kulowy służy do kontrolowanego odprowadzania kondensatu, przy czym zamknięty zawór kulowy uniemożliwia przenikanie powietrza z zewnątrz. Zawór kulowy służy jednocześnie jako zawór zwrotny i tym samym zapobiega zawracaniu kondensatu. Aby zapobiec zapachom spowodowanym zawracaniem kondensatu, musi być zapewniony jego swobodny odpływ.



Syfon kulowy należy zamontować w taki sposób, aby kondensat mógł swobodnie odpływać. Należy przestrzegać wytycznych prawnych gospodarki wodnej dotyczących odprowadzania (odpływu) kondensatu.

Syfon kulowy AWADUKT Thermo

Z kolankiem przyłączeniowym DN 40 i zaworem zwrotnym

Materiał: RAU-PP

Kolor: biały, żółty



Nr art.	DN	Waga [kg/szt.]
12277951 001	40	0,25

5.5.4 Studnia zbierająca kondensat

Jeśli montaż odpływu kondensatu w budynku nie jest możliwy, wówczas należy zapewnić odpływ kondensatu poprzez zastosowanie jednej lub kilku studni zbierających kondensat. Montaż studni zbierającej kondensat odbywa się w przypadku systemu jednorurowego przy użyciu trójnika. W systemach wielorurowych studnie zbierające kondensat można podłączyć do rury głównej lub bezpośrednio do rozdzielacza / kolektora.

Kontrolę studni zbierających kondensat należy przeprowadzać latem w temperaturze powyżej 20 °C co najmniej raz w tygodniu, w dni z temperaturą powyżej 30 °C i przy wysokiej wilgotności powietrza co najmniej co dwa dni, a w pozostałym okresie użytkowania systemu wystarczy comiesięczna kontrola studni zbierającej kondensat.

Zaleca się zainstalowanie wewnątrz studni kondensacyjnych pompy do odbioru kondensatu. Szczegóły rozwiązania należy uzgodnić na etapie projektu.



W przypadku wystąpienia szczególnych warunków pogodowych także o innych porach roku możliwe jest wytrącanie pewnych ilości kondensatu. Cykle kontrolne należy więc dopasować do warunków pogodowych.

Studnia zbierająca kondensat

Do budynków niepodpiwniczonych

Z płaskim dnem i jednym przyłączem DN/OD 200 (koniec bosy)

Materiał: RAU-PP

Warstwa antybakteryjna

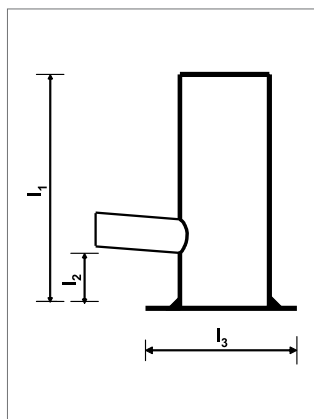
Kolor: RAL 5009 niebieski



Użytkownik instalacji GPWC zobowiązany jest zapoznać się z lokalnie obowiązującymi przepisami i rozporządzeniami dotyczącymi odprowadzania wody kondensacyjnej w instalacji GPWC oraz ich przestrzegać.

Nawiercenie studni zbierającej kondensat jest niedopuszczalne, ponieważ może doprowadzić m. in. do poniżej wymienionych problemów:

- przenikanie do systemu powietrza zewnętrznego (zgodnie z wytyczną VDI 6022 do systemu nie może przedostać się powietrze zewnętrzne)
- potencjalne zanieczyszczenie gruntu w przypadku zastosowania specjalnych procedur czyszczących i tym samym naruszenie obowiązujących przepisów prawnych
- potencjalne przenikanie do instalacji wód gruntowych, zastoiowych i płynących. Zalanie instalacji może spowodować konieczność awaryjnego wyłączenia.



Nr art.	DN/OD	Przyłącze [mm]	L ₁	L ₂	L ₃	Waga [kg/szt.]
12277851003	250	200	2500	500	500	34,50

Właz żeliwny AWADUKT Thermo

do studni zbierającej kondensat

rama żeliwna z zamontowaną uszczelką i pokrywą żeliwną szczelny na wody opadowe

Materiał: żeliwo

Kolor: RAL 9005 czarny



Nr art.	DN/OD	Typ	Wymiary [mm]	Waga [kg/szt.]
11755841001	315	D 400 TGW *	420 x 420	35,00

*TGW = szczelny na wody opadowe

Studnia zbierająca kondensat DN 800

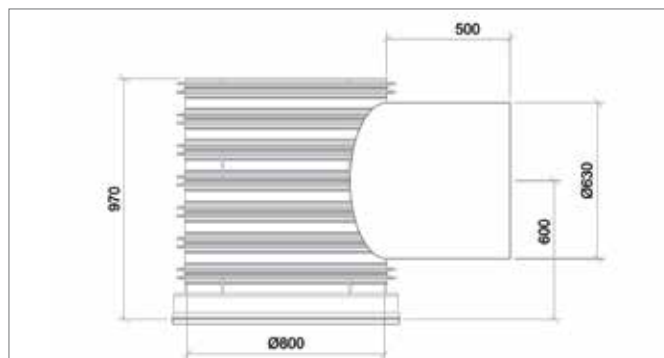
Podstawa studni DN 800

Dla instalacji wielkokubaturowych

Z wbudowanymi stopniami złączowymi

Materiał RAU-PP

Kolor: pomarańczowy



Nr art.	DN/ID	Średnica odejścia DN/ID	Wysokość [m]	CieŜar [kg/szt.]
13450201001	800	500	1,0	58,3
13437901001	800	630	1,0	81,4

Pierścień studni DN 800

Dla instalacji wielkokubaturowych

Z wbudowanymi stopniami złączowymi

Materiał RAU-PP

Kolor: pomarańczowy



Nr art.	DN/ID	Wysokość montażowa [m]	Wysokość [m]	CieŜar [kg/szt.]
11914651100	800	0,250	0,345	10
11914451100	800	0,500	0,595	19
11914251100	800	0,750	0,845	27
11914151100	800	0,875	0,970	31

StoŜek studni DN 800 / 625

Dla instalacji wielkokubaturowych

Z wbudowanymi stopniami złączowymi

Materiał RAU-PP

Kolor: pomarańczowy



Nr art.	DN/ID	N max [mm]	N min [mm]	Wysokość [m]	CieŜar [kg/szt.]
11907661100	800 / 625	615	365	0,710	20

Uszczelka do studni DN 800

Dla instalacji wielkokubaturowych

Materiał: EPDM

Kolor: czarny

Nr art.	DN/ID	CieŜar [kg/szt.]
11908591001	800	2,14

Właz DN 625

Dla instalacji wielkokubaturowych

Szczelny na wody opadowe, ryglowany wg PN-EN 124, klasa B125

Materiał: Źeliwo/beton

Kolor: czarny/szary



Nr art.	DN	Wysokość [m]	CieŜar [kg/szt.]
11902581001	625	0,13	77

Betonowy pierścień odciążający DN625

Dla instalacji wielkokubaturowych

Do typowych włazów Źeliwo/beton wg PN-EN 124

Materiał: beton

Kolor: szary



Nr art.	DN	CieŜar [kg/szt.]
11900161001	625	155

Uszczelka DN625

Dla instalacji wielkokubaturowych

Do włazu Źeliwo/beton

Materiał: EPDM

Kolor: czarny

Nr art.	DN	CieŜar [kg/szt.]
11906451001	625	0,5

5.6 Rozdzielacz AWADUKT Thermo

Rozdzielacze są stosowane w tak zwanych systemach wielorurowych. Nawiewane powietrze jest poprzez rurę główną doprowadzane do rozdzielacza i tam rozdzielane na pojedyncze, przyłączone do rozdzielacza rury o mniejszych średnicach. Na drugim końcu systemu w kolektorze zbierane jest całe powietrze z poszczególnych rur.

Rozdzielacz ma centryczne odejścia do podłączenia poszczególnych rur wyładowania. Umożliwia to optymalne czyszczenie rurociągu i odpływ kondensatu.



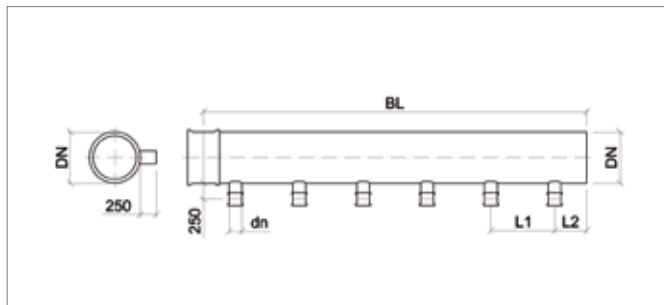
Do połączenia kilku rozdzielaczy konieczne jest użycie nasuwki lub złączki dwukielichowej o odpowiedniej średnicy. Przyłącza rur do rozdzielacza należy wykonać za pomocą nasuwek.

Rozdzielacz centryczny AWADUKT Thermo DN 315-DN 630*

Materiał: RAU-PP 2387/2400

Warstwa antybakteryjna

Kolor: pomarańczowo-brązowy



Nr art.	Rozdzielacz	Króciec przyłączeniowy	Ilość króćców	Waga [kg/szt.]	Odstępy między króćcami		Długość [mm]
	DN	dn			L ₁ [mm]	L ₂ [mm]	
13439001001	315	200	2	25,28	1000	500	2000
13446601001	315	200	3	36,10	1000	500	3000
13433301001	315	200	6	82,01	1000	500	6000
13438101001	400	200	2	37,03	1000	500	2000
13446701001	400	200	3	54,22	1000	500	3000
13446801001	400	200	6	107,76	1000	500	6000
13439101001	400	250	2	38,75	1000	500	2000
13446901001	400	250	3	56,79	1000	500	3000
13433401001	400	250	6	118,2	1000	500	6000
13439201001	500	200	2	57,14	1000	500	2000
13447001001	500	200	3	83,49	1000	500	3000
13447101001	500	200	6	166,69	1000	500	6000
13439301001	500	250	2	58,86	1000	500	2000
13447201001	500	250	3	86,07	1000	500	3000
13447301001	500	250	6	172,43	1000	500	6000
13445401001	630	200	2	97,60	1000	500	2000
13445501001	630	200	3	146,40	1000	500	3000
13445601001	630	200	6	292,80	1000	500	6000
13445701001	630	250	2	100,10	1000	500	2000
13445801001	630	250	3	150,15	1000	500	3000
13445901001	630	250	6	300,30	1000	500	6000

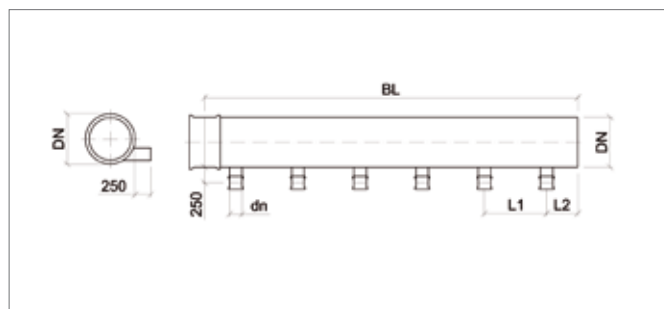
* Czas dostawy na zapytanie

Rozdzielacz niecentryczny AWADUKT Thermo do DN 315-DN 630*

Materiał: RAU-PP 2387/2400

Warstwa antybakteryjna

Kolor: pomarańczowo-brązowy



Nr art.	Rozdzielacz	Króciec przyłączeniowy	Ilość króćców	Waga [kg/szt.]	Odstępy między króćcami		Długość
	DN	dn			L ₁ [mm]	L ₂ [mm]	
13440201001	315	200	2	25,28	1000	500	2000
13433801001	315	200	3	36,10	1000	500	3000
13433901001	315	200	6	77,70	1000	500	6000
13438301001	400	200	2	37,03	1000	500	2000
13434001001	400	200	3	54,22	1000	500	3000
13434101001	400	200	6	107,76	1000	500	6000
13440301001	400	250	2	38,75	1000	500	2000
13434201001	400	250	3	56,79	1000	500	3000
13434301001	400	250	6	118,20	1000	500	6000
13440401001	500	200	2	57,14	1000	500	2000
13434401001	500	200	3	83,49	1000	500	3000
13434501001	500	200	6	166,69	1000	500	6000
13440501001	500	250	2	58,86	1000	500	2000
13434601001	500	250	3	86,07	1000	500	3000
13434701001	500	250	6	172,43	1000	500	6000
13446001001	630	200	2	97,60	1000	500	2000
13446101001	630	200	3	146,40	1000	500	3000
13446201001	630	200	6	292,80	1000	500	6000
13446301001	630	250	2	100,10	1000	500	2000
13446401001	630	250	3	150,150	1000	500	3000
13446501001	630	250	6	300,30	1000	500	6000

* Czas dostawy na zapytanie

6 MONTAŻ KOMPONENTÓW SYSTEMU

Poniższe informacje obowiązują przy projektowaniu i składowaniu jak również transporcie i montażu gruntowego powietrznego wymiennika ciepła AWADUKT Thermo z polipropylenu (PP) o średnicy do DN 630 oraz wszystkich związanych z tym komponentów systemowych opisanych w poprzednich rozdziałach (np. wieżowych czerpni powietrza, odpływu kondensatu, kolanek, studni itd.)



Przy montażu poszczególnych komponentów systemu należy przestrzegać aktualnie obowiązujących norm i wytycznych oraz przepisów dotyczących zapobiegania wypadkom. Układanie i montaż komponentów systemu może wykonywać wyłącznie przeszkolony personel.

6.1 Ogólne informacje dotyczące dostawy komponentów systemu

Przy dostawie należy przeprowadzić kontrolę jakości zgodnie z poniższymi krokami:

1. Sprawdzenie zgodności ilości poszczególnych dostarczonych elementów z dowodem dostawy
2. Kontrola towaru pod kątem ewentualnych uszkodzeń



W szczególności w przypadku przesunięcia ładunku należy sprawdzić, czy dostarczone elementy nie są uszkodzone.



Wszelkie uszkodzenia powstałe podczas transportu należy zaznaczyć na dokumentach transportowych i uzyskać potwierdzenie w formie podpisu przedstawiciela firmy transportowej. Uszkodzone elementy należy odrzucić i skontaktować się z firmą REHAU.

3. W przypadku elementów niestandardowych należy sprawdzić, czy ich wymiary są zgodne z zatwierdzonym projektem



Ewentualne odchylenia wymiarów poza zakres tolerancji należy niezwłocznie zgłosić do firmy REHAU.

6.2 Montaż czerpni powietrza

6.2.1 Transport

Wszystkie czerpnie powietrza należy transportować w opakowaniu aż do montażu. Opakowanie można zdjąć dopiero bezpośrednio przed montażem, aby uniknąć uszkodzenia.

Jeśli czerpnia powietrza jest transportowana na terenie budowy lub do miejsca montażu po drogach publicznych, wówczas należy zabezpieczyć jednostki opakowaniowe zgodnie z krajowymi wytycznymi transportowymi.

Transport czerpni powietrza luzem jest dopuszczalny tylko w przypadku, gdy są one zmontowane i transport odbywa się na odpowiedniej ramie transportowej, na której czerpnie powietrza są dobrze zabezpieczone.



Używanie nieodpowiednich ram i zabezpieczeń transportowych lub takich, które są niedozwolone, bądź też niewystarczające zabezpieczenie towaru mogą prowadzić do szkód rzeczowych i zranienia osób.

Podczas transportu nie wolno usuwać folii ochronnej czerpni powietrza, ponieważ służy ona do ochrony przed zarysowaniem. Jeśli konieczny jest transport czerpni, z której zdjęto już folię ochronną, należy podjąć działania zapobiegające porysowaniu powierzchni podczas transportu.

Do załadunku i rozładunku czerpni powietrza można użyć wyłącznie odpowiednich narzędzi. Czerpnie powietrza w opakowaniu można rozładować ręcznie, jeśli są zachowane dopuszczalne przez prawo pracy zasady przenoszenia i dźwigania ciężarów. Przy załadunku lub rozładunku czerpni powietrza za pomocą maszyn mogą być stosowane wyłącznie sprawdzone urządzenia z odpowiednimi dopuszczeniami.



Maszyny do załadunku i rozładunku czerpni powietrza mogą być obsługiwane wyłącznie przez wykwalifikowany personel. Czerpnie powietrza należy odpowiednio zabezpieczyć przed ich podnoszeniem. Należy przestrzegać właściwych przepisów dotyczących zapobiegania wypadkom przy podnoszeniu ciężarów.

Zrzucanie czerpni powietrza podczas rozładunku z i bez opakowania jest niedopuszczalne.

6.2.2 Składowanie na budowie

Czerpnie powietrza powinny być składowane w określony sposób. O ile to możliwe, czerpnie powietrza powinny być składowane w opakowaniu, które należy chronić przed wilgocią.

Zapakowane czerpnie powietrza o średnicy DN 200 i DN 250 mogą być układane jedna na drugiej (maksymalnie w trzech warstwach). Czerpnie powietrza o średnicy 315 mogą być układane jedna na drugiej maksymalnie w dwóch warstwach. Czerpnie powietrza o średnicach DN 400, DN 500 i DN 630 nie mogą być składowane jedna na drugiej.



Czerpnie powietrza powinny być składowane na płaskiej powierzchni. W przypadku warstwowego układania czerpni powietrza należy przestrzegać odpowiednich przepisów dotyczących zapobiegania wypadkom oraz wytycznych dotyczących bezpieczeństwa.

Po wyjęciu z opakowania czerpnie powietrza należy składować tak, aby do momentu montażu nie doszło do uszkodzenia folii ochronnej, zarysowania lub innych uszkodzeń czerpni powietrza. W razie potrzeby należy zastosować odpowiednie środki ochronne.



Podczas składowania czerpni powietrza nie mogą na nie od góry oddziaływać żadne obciążenia. Układanie czerpni powietrza wyjętych z opakowania jedna na drugiej jest niedopuszczalne.

Filtry dostarczone z czerpnią powietrza należy składować w suchym i czystym miejscu. Filtrów nie należy rozpakowywać aż do montażu, aby nie dopuścić do zabrudzenia.

6.2.3 Wskazówki dotyczące montażu czerpni powietrza

Przed montażem czerpni powietrza należy zapoznać się z instrukcją montażu. Aby zapewnić stabilność czerpni powietrza należy ją zainstalować na odpowiednim podłożu. Poniższa tabela zawiera zalecane wymiary fundamentu betonowego do montażu czerpni w zależności od średnicy. Fundament betonowy spełnia wymagania statyczne czerpni powietrza dla najbardziej niekorzystnych warunków, tj. w strefie wiatrowej 4 z parciem wiatru $q_{ref} = 0,56 \text{ kN/m}^2$.



W przypadku montażu w miejscach wystawionych na działanie wiatru konieczne jest wykonanie dodatkowych obliczeń statycznych w celu określenia wymaganych wymiarów fundamentu betonowego do montażu czerpni powietrza. Jeśli nie ma informacji o sile wiatru w miejscu montażu, wówczas instalator jest zobowiązany do uzyskania tych informacji przed montażem lub w razie potrzeby należy poprzez zastosowanie odpowiednich środków określić niezbędne dane. Wymiary fundamentu należy dopasować do uzyskanych wartości.

Fundament należy wykonać zgodnie z normą DIN 1045. Do wykonania fundamentu należy użyć betonu klasy C 20 – 25. W przypadku montażu w obszarze nadmorskim lub przy dużym zanieczyszczeniu powietrza korodującymi substancjami może być konieczne zastosowanie innego betonu dopasowanego do miejscowych wymagań.



Do przykręcenia czerpni zaleca się użycie kotwy firmy Fischer (kotwa FAZ 8/30 A4) ze stali nierdzewnej. Kotwy nie są zawarte w dostawie. Przy wyborze śrub mocujących należy uwzględnić wytyczne statyczne wzgl. dokonać odpowiednich obliczeń.



Jeśli wymiary fundamentu odbiegają od zalecanych lub jeśli do jego wykonania użyto innego betonu, wówczas nie ma gwarancji stabilności czerpni powietrza przy podanej sile wiatru. Podczas mieszania betonu i wykonywania fundamentu należy przestrzegać obowiązujących wytycznych dotyczących zapobiegania wypadkom i ochrony pracy.

Przy wykonywaniu fundamentu należy wbudować w nim centrycznie złączkę dwukielichową do montażu czerpni powietrza (patrz rysunek na str. 63).

Średnica czerpni powietrza	Wym. fundamentu* [szer.x dł.xwys. mm]
DN 200	600 x 600 x 200
DN 250	600 x 600 x 300
DN 315	700 x 700 x 700
DN 400	1000 x 1000 x 500
DN 500	1200 x 1200 x 500
DN 630	1200 x 1200 x 800

* dla parcia wiatru $q_{ref} = 0,56 \text{ kN/m}^2$



Podczas montażu rur, kształtek i rozdzielacza należy przestrzegać obowiązujących norm, wytycznych i przepisów. Komponenty systemu mogą być montowane wyłącznie przez wykwalifikowany personel. Podczas montażu należy dodatkowo przestrzegać przepisów BHP i dotyczących zapobiegania wypadkom.

6.3.1 Transport

Z rurami AWADUKT Thermo, kształtkami, rozdzielaczami (zwanymi dalej komponentami) oraz pierścieniami uszczelniającymi należy obchodzić się z należytą starannością. Aby zapewnić prawidłowe funkcjonowanie komponentów systemowych, należy zadbać o prawidłowe ułożenie i mocowanie podczas transportu. Luźne komponenty powinny przylegać do podłoża na całej długości i należy je zabezpieczyć przed przesunięciem. Należy unikać wyginania i uderzeń. W szczególności należy unikać przesuwania i obracania rur rozdzielacza, ponieważ mogłoby to doprowadzić do uszkodzenia przyspawanych króćców. Podczas transportu na przyspawane króćce rozdzielacza nie mogą oddziaływać żadne dodatkowe obciążenia. Należy zwrócić uwagę, aby podczas transportu nie zostały uszkodzone folie ochronne komponentów oraz zaślepki rur systemu.



Niewłaściwy transport lub nieodpowiednie składowanie mogą spowodować zniekształcenia lub uszkodzenia komponentów, które mogą prowadzić do utrudnień w montażu i/lub zmniejszenia funkcjonalności ułożonych rur a nawet do całkowitej nieużyteczności komponentów.

6.3.2 Składowanie na budowie

Wszystkie materiały należy składować w odpowiedni sposób, aby uniknąć zabrudzenia lub uszkodzeń. W szczególności należy zwrócić uwagę na to, aby w czasie składowania nie zostały uszkodzone zaślepki rur i folie ochronne. Składowanie uszczelki wymaga ochrony przed uszkodzeniami mechanicznymi i chemicznymi. W szczególności należy chronić te materiały przed bezpośrednim oddziaływaniem promieni słonecznych.



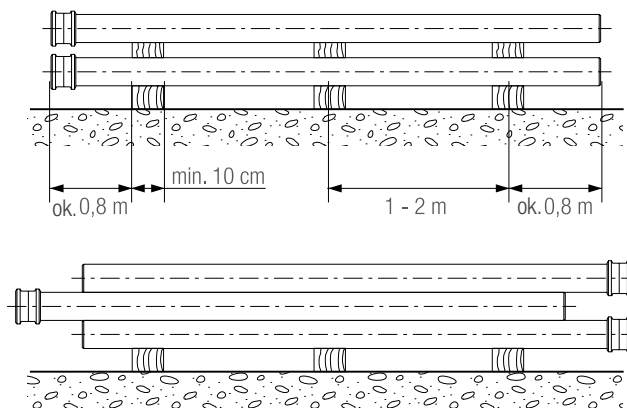
Należy unikać układania komponentów w zbyt wysokie stopy, aby nie przeciążyć rur ułożonych w dolnej warstwie. Komponenty systemu nie mogą być składowane w pobliżu otwartych wykopów.

Komponenty należy składować na równym, wolnym od kamieni (uziarnienie podsypki ≤ 40 mm) podłożu. Materiał podłoża nie może zawierać ostrych elementów lub kamieni, które mogą uszkodzić komponenty. W składowaniu rozdzielacza należy zwrócić uwagę, aby przyspawane króćce nie były obciążone. Należy unikać składowania przez okres ponad 12 miesięcy.



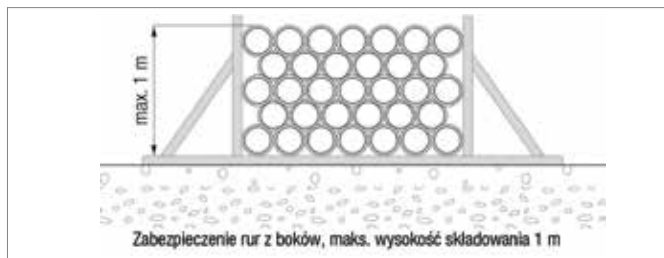
Oddziaływania termiczne, takie jak promieniowanie słoneczne, ze względu na termoplastyczne właściwości rury i kształtek mogą prowadzić do odkształceń, które mogą utrudniać prawidłowy montaż. Dlatego zaleca się ochronę komponentów przed bezpośrednim oddziaływaniem promieni słonecznych. W przypadku przykrycia plankami należy zapewnić odpowiednią wentylację.

Drewniane ramy transportowe można układać maksymalnie w dwóch warstwach. Dystansowniki stosowane do układania w stopy muszą mieć szerokość co najmniej 80 mm. Dystansowniki należy ułożyć zgodnie z poniższym rysunkiem. Mufy muszą być ułożone swobodnie.



Składowanie przy użyciu dystansowników drewnianych oraz układanie z przesunięciem muf

Mufy rur nie ułożonych na paletach muszą być ułożone swobodnie, a rury muszą być zabezpieczone przed zsunieniem (patrz poniższy rysunek).



Zabezpieczenie stosu rur



W przypadku rur ułożonych na paletach wysokość składowania wszystkich średnic nie może przekraczać 1 m.

6.3.3 Załadunek / rozładunek

Załadunek, rozładunek i układanie w wykopie wymagają użycia odpowiednich maszyn (np. wózka widłowego z odpowiednimi widłami). Rozładunek bez użycia maszyn jest możliwy, jeśli są zachowane wytyczne prawa pracy dotyczące podnoszenia i dźwigania ciężarów.

Do załadunku lub rozładunku komponentów systemu mogą być stosowane wyłącznie sprawdzone maszyny z odpowiednimi dopuszczeniami.



Urządzenia do załadunku i rozładunku komponentów systemu może obsługiwać wyłącznie wykwalifikowany personel. Komponenty należy odpowiednio zabezpieczyć przed ich podnoszeniem. Należy przestrzegać właściwych przepisów BHP dotyczących zapobiegania wypadkom przy podnoszeniu i dźwiganiu ciężarów.

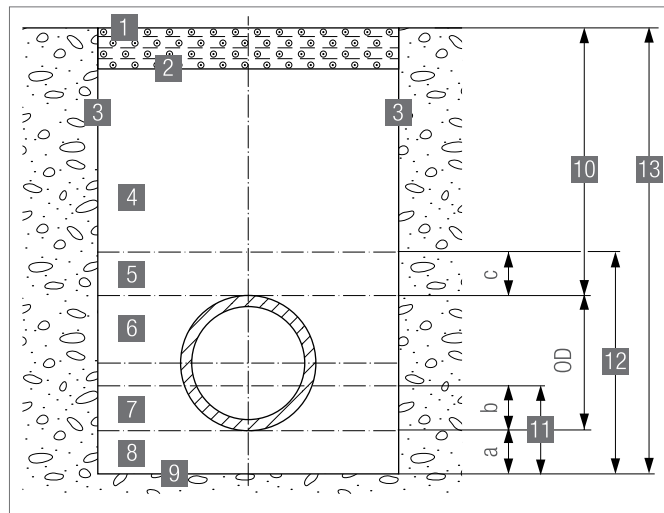
Jeśli do załadunku i rozładunku są stosowane maszyny do podnoszenia, należy zabezpieczyć komponenty pasami nieabrazyjnymi wzgl. linami lub użyć odpowiednich zabezpieczeń. Na końcach komponentów nie wolno doczepiać żadnych haków itp. przedmiotów, które mogłyby uszkodzić komponenty. Na króćcach rozdzielaczy nie wolno doczepiać haków, pasów podtrzymujących itp. Podczas załadunku i rozładunku rozdzielaczy należy unikać uderzeń, pociągnięć i nacisków na króćce.



Uwaga: Uderzenia, pociągnięcia lub naciski na króćce rozdzielacza może prowadzić do powstania rys lub do uszkodzenia spawu. Dlatego na budowie należy ostrożnie obchodzić się z komponentami systemu. Przed montażem w wykopie należy sprawdzić wszystkie komponenty pod kątem uszkodzeń.

Zrzucanie lub przewracanie komponentów oraz ich ciągnięcie po ziemi jest niedopuszczalne. Należy przestrzegać obowiązujących przepisów BHP dotyczących zapobiegania wypadkom i bezpieczeństwa.

6.3.4 Wskazówki dotyczące montażu



Poniższe pojęcia obowiązują dla układania rur zarówno w wykopie, jak i nasypie. Pojęcia wg PN-EN 1610.

- | | |
|--|---|
| 1 Powierzchnia terenu | 12 Wysokość strefy ułożenia przewodu |
| 2 Spód drogi lub konstrukcji torowiska | 13 Głębokość wykopu |
| 3 Ściany wykopu | a Grubość podsypki dolnej |
| 4 Zasyпка główna | b Grubość podsypki górnej (patrz roz. 4.10) |
| 5 Zasyпка wstępna | c Grubość zasyпки wstępnej |
| 6 Obsypka | OD Średnica zewnętrzna rury w mm |
| 7 Podsypka górna | |
| 8 Podsypka dolna | |
| 9 Dno wykopu | |
| 10 Głębokość przykrycia | |
| 11 Grubość podsypki | |

6.3.4.1 Kierunek i głębokość montażu

Komponenty należy układać w możliwie najdokładniejszy sposób w odpowiednim kierunku i z zachowaniem wartości granicznych głębokości podanych w projekcie. Dopuszczalny spadek przy układaniu rur wynosi 2-3 %.

W uzasadnionych wyjątkowych przypadkach rozdzielacz może być ułożony ze spadkiem 1%, jednak po wykonaniu części rurociągu należy sprawdzić, czy jest zapewniony odpływ kondensatu. W razie potrzeby należy zapewnić dodatkowy odpływ kondensatu. W przypadku układania rurociągu z niewielkim spadkiem zaleca się układanie krótkich odcinków rur, ponieważ można je łatwiej ustawiać w odpowiednim kierunku.

Każda niezbędna korekta głębokości wymaga dodawania lub usuwania materiału podsypki i należy przy tym zapewnić, że komponenty będą ułożone na podsypce na całej długości.

6.3.4.2 Technika połączeń

Przed wykonaniem połączenia elementów należy wykonać następujące czynności:

- sprawdzić, czy elementy nie są uszkodzone; montaż uszkodzonych komponentów bez wcześniejszej konsultacji z REHAU jest niedopuszczalny
- zaślepki rur zdjąć bezpośrednio przed montażem elementów
- sprawdzić, czy powierzchnia elementów niezbędna do wykonania połączenia (długość kielicha) nie jest uszkodzona
- elementy można łączyć ręcznie lub za pomocą odpowiednich narzędzi
- połączenie rur wykonuje się poprzez przyłożenie siły osiowej, nie można dopuścić do przeciążenia elementów. Przy wykonywaniu połączenia należy odpowiednio ustawić oba elementy wzgl. skorygować ich położenie.
- koniec bosi wsunąć aż do końca mufy
- wykonanie prawidłowego połączenia wykonuje się w zagłębieniu na kielich rury pozostawionej w podsypce



Po wykonaniu połączenia należy założyć zaślepki na mufy.

Przed podłączeniem rur do rozdzielacza należy upewnić się, że rozdzielacz pozostanie na swoim miejscu po podłączeniu rury. Rury po podłączeniu do rozdzielacza nie mogą powodować dodatkowego obciążenia króćców. Jeśli zajdzie konieczność demontażu połączeń, należy to wykonać bardzo ostrożnie i starannie. Końcówki elementów nie mogą zostać przy tym uszkodzone. Zaleca się używanie zawsze nowych kształtek przy wykonywaniu połączeń.



Ze względu na możliwe uszkodzenia pierścieni uszczelniających przy demontażu i ponownym użyciu komponentów (uszczelki) szczelność systemu nie może być zapewniona. W razie potrzeby należy przeprowadzić kontrolę szczelności połączenia.

6.3.4.3 Wykonanie połączenia



Połączenia komponentów może wykonywać wyłącznie wykwalifikowany personel. Połączenia należy wykonywać z najwyższą starannością przestrzegając obowiązujących przepisów BHP dotyczących zapobiegania wypadkom i bezpieczeństwa.

Do wykonania połączenia mogą być stosowane wyłącznie elementy dostarczone przez REHAU.

Przed wykonaniem połączenia należy wykonać następujące czynności:

- należy sprawdzić zagłębienia na mufy rur
- sfazowane końcówki rur oraz wewnętrzną ściankę mufy (łącznie z pierścieniem uszczelniającym) należy oczyścić z brudu np. za pomocą szmaty
- sprawdzić maksymalną głębokość wsunięcia rury. Osiągnięcie maksymalnej głębokości wsunięcia rury można sprawdzić poprzez wcześniejsze oznaczenie na powierzchni rury.
- sprawdzić, czy pierścień uszczelniający nie jest uszkodzony
- posmarować sfazowany koniec bosi środkiem ślizgowym REHAU. Ilości środka ślizgowego potrzebne do wykonania połączenia są zawarte w tabeli powyżej

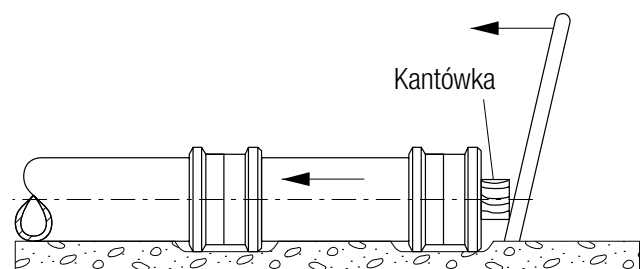
Zużycie środka ślizgowego

Wartości przybliżone podane w gramach na 100 połączeń:

DN/OD	g (ok.)
200	400
250	600
315	800
400	1000
500	1300



Nie wolno używać jako środka ślizgowego lub czyszczącego substancji organicznych, petrochemicznych lub zawierających zanieczyszczenia. W przypadku zastosowania chemicznych środków czyszczących należy sprawdzić odporność chemiczną materiału. W przypadku zastosowania substancji zagrażających zdrowiu przed uruchomieniem instalacji należy przeprowadzić dodatkowe czyszczenie zgodnie z VDI 6022.



Połączenie dwóch komponentów o średnicy do DN 250 można wykonać ręcznie, natomiast przy większych średnicach (DN 315 – DN 630) przy użyciu odpowiednich narzędzi. Użycie dźwigni wymaga umieszczenia kantówki w poprzek rury. Przy stosowaniu narzędzi należy w szczególności zwrócić uwagę na to, że rury i kształtki są przesuwane centrycznie w kierunku osi rury. Narzędzia odpowiednie do przesuwania komponentów to między innymi podnośniki, wciągarki lub prasy.

Niedopuszczalne jest np. przesuwanie elementów pojedynczo za pomocą koparki. Koniec bosi musi być wsunięty całkowicie aż do końca mufy.

6.3.4.4 Obcinanie rur

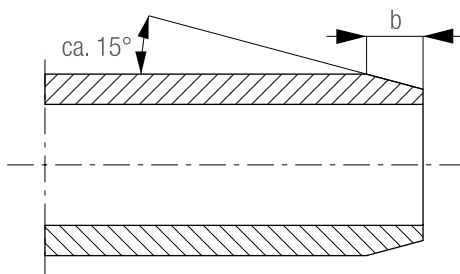
Jeśli konieczne jest skrócenie rury, należy w tym celu użyć piły o drobnych zębach lub odpowiedniego obcinaka do rur. Do obcinania rur dobrze nadają się również narzędzia do obróbki drewna (piły ręczne itd.). Do cięcia komponentów wykonanych z PP zalecane jest użycie specjalnych tarcz z oferty produktowej AWADUKT PP.

Obciętą rurę należy zukosować zgodnie z poniższą tabelą za pomocą pilnika lub narzędzia do fazowania i usunąć nierówności np. za pomocą skrobaka. W przypadku skracania rury rozdzielacza należy zapewnić odpowiednią długość do wsunienia przyłączanych komponentów.



Kształtki takie jak mufy, kolana itd. nie mogą być obcinane.

DN/OD	b (mm)
200	10
250	14
315	17
400	20
500	23
630	25



6.3.4.5 Połączenie zgrzewane

Aby wykonać stabilne i trwałe połączenie zgrzewane komponentów, można zastosować jedną z dwóch metod:

- zgrzewanie doczołowe
- zgrzewanie elektrooporowe



Połączenia zgrzewane może wykonywać wyłącznie wykwalifikowany i przeszkolony personel. Obowiązują właściwe, miejscowe przepisy (np. dyrektywa DVS). Należy przestrzegać instrukcji montażu i obsługi dołączonych do złączek elektrooporowych i zgrzewarek. Urządzenia stosowane do zgrzewania muszą spełniać wymagania dyrektywy DVS.

6.3.4.6 Wytyczne dotyczące zgrzewania

Miejsce zgrzewania należy chronić przed niekorzystnym działaniem czynników atmosferycznych np. poprzez ogrzewany namiot spawalniczy. Zaleca się wykonanie próbnego zgrzewu w warunkach panujących w miejscu montażu i jego sprawdzenie.

Jeśli zgrzewane elementy zostaną nierównomiernie ogrzane przez promieniowanie słoneczne, należy doprowadzić do wyrównania temperatur przykrywając miejsce zgrzewania. Należy unikać obniżenia temperatury przez przeciągi podczas zgrzewania.

Powierzchnie styku komponentów nie mogą być uszkodzone i zanieczyszczone (np. olejem, brudem, opiłkami).

6.3.4.7 Zgrzewanie doczołowe

Informacje ogólne

W zgrzewaniu doczołowym łączone powierzchnie są rozgrzewane przez moduł termoelektryczny i zgrzewane doczołowo poprzez zaciśnięcie.



Zgrzewanie doczołowe



W tej metodzie po wykonaniu zgrzewu powstaje zgrubienie na wewnętrznej i zewnętrznej powierzchni rury. Aby zapobiec pogorszeniu odpływu kondensatu zalecamy usunięcie zgrubienia wewnątrz rury za pomocą odpowiednich narzędzi.

6.3.4.8 Zgrzewanie elektrooporowe

Informacje ogólne

W zgrzewaniu elektrooporowym rury i złączki są rozgrzewane przez prąd elektryczny w drutach elektrooporowych wbudowanych w mufę elektrooporową i w wyniku tego powstaje trwałe połączenie.



Zgrzewanie elektrooporowe



Odchylenie od kształtu okręgu przekroju rury nie może przekraczać w miejscu zgrzewania 1,5 % średnicy zewnętrznej, maks. 3 mm. W razie potrzeby należy użyć odpowiednich narzędzi przywracających okrągły kształt. Do usunięcia warstwy tlenku w miejscu zgrzewania zalecamy użycie skrobaka rotacyjnego.

Streszczenie instrukcji obróbki zgodnej z wytycznymi DVS 2207-11 w sprawie zgrzewania metodą elektrooporową

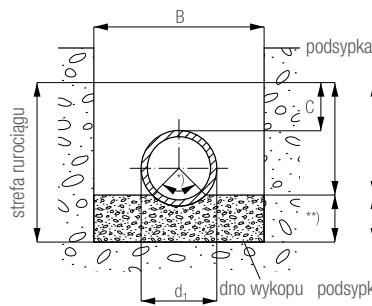
Wskazówka: W celu uzyskania prawidłowego połączenia zgrzanego należy w pełni przestrzegać wytycznych Niemieckiego Związku Techniki Spawalniczej DVS 2207-11.

- Należy zapewnić dopuszczalne warunki pracy, np. namiot spawalniczy
- Zgrzewarkę podłączyć do sieci lub generatora prądu przemiennego i sprawdzić ją pod kątem prawidłowego funkcjonowania
- Usunąć zadziory po zewnętrznej stronie uciętego pod kątem prostym końca rury. W przypadku zbyt dużego sfazowania końcówek, rury należy przyciąć. Patrz Rysunek 5 (DVS 2207-11)
- Zapewnić okrągłość profilu rur, np. za pomocą okrągłych zacisków dociskających, dopuszczalne odchylenie może wynosić $\leq 1,5\%$, max 3 mm.
- Łączone powierzchnie oczyścić - wychodząc poza granice zgrzewanego obszaru - za pomocą środka czyszczącego zgodnie z rozdziałem 3.2.1 i 3.2.3 wytycznych DVS 2207-11 przy zastosowaniu wcześniej nieużywanego, chłonnego, niestrzępiącego się i niebarwionego papieru
- Powierzchnię rur w obszarze zgrzewania należy poddać mechanicznej obróbce, używając do tego celu w miarę możliwości rotacyjnych urządzeń skrawających o głębokości skrawania ok. 0,2 mm.
- Wióry usunąć bez dotykania powierzchni rur
- Obrobioną powierzchnię rury - o ile uległa ponownemu zabrudzeniu - a mułę od wewnątrz oczyścić za pomocą środka czyszczącego zgodnie z rozdziałem 3.2.1 i 3.2.3 (DVS 2207-11) przy zastosowaniu wcześniej nieużywanego, chłonnego, niestrzępiącego się i niebarwionego papieru, a następnie pozostawić do wyschnięcia
- Wsunąć rury do kształtki i skontrolować głębokość osadzenia poprzez zaznaczenie bądź przy użyciu odpowiedniego przyrządu. Rury należy zabezpieczyć przed zmianą położenia.
- Podłączyć kabel do kształtki, nie powodując obciążenia ciężarem
- Wprowadzić dane dotyczące procesu zgrzewania, np. za pomocą skanera piórowego, sprawdzić dane wyświetlane na urządzeniu i rozpocząć proces zgrzewania
- Kontrolować na zgrzewarce, czy proces zgrzewania przebiega prawidłowo, np. kontrolując wyświetlane parametry oraz wskaźniki zgrzewania, o ile są one na wyposażeniu. Należy zwracać uwagę na komunikaty o błędach.
- Odłączyć kabel od kształtki
- Po upływie czasu chłodzenia odpowiednio do wskazówek producenta wyjąć połączone elementy z mocowania. Usunąć zastosowane urządzenia mocujące
- Uzupełnić protokół zgrzewania, o ile protokół ten nie był sporządzany w trybie automatycznym.

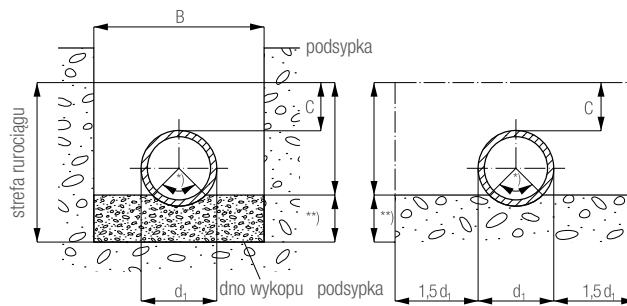
6.3.4.9 Materiały do wykonania podsypki

Materiały stosowane do wykonania podsypki muszą odpowiadać obowiązującym krajowym i międzynarodowym normom. Jeśli nie ma odpowiednich norm i dopuszczeń, materiały te muszą odpowiadać wytycznym projektanta.

a) w wykopie



b) w nasypie drogowym



*) kąt podparcia 2a

**) minimalna grubość podsypki zgodnie z pkt. 7

Materiał wypełniający w strefie posadowienia rurociągu musi spełniać wymagania dotyczące montażu i wypełnienia, aby zapewnić trwałą stabilność i wytrzymałość komponentów w gruncie na obciążenie. Użyty materiał nie może wpływać negatywnie na komponenty systemu lub na wodę gruntową. Do wypełnienia nie można stosować zamrożonego materiału. W przypadku stosowania jako wypełnienia gruntu rodzimego muszą być spełnione następujące wymagania:

- zgodność z wymaganiami projektowymi
- możliwość zagęszczenia, jeśli jest to konieczne
- brak składników szkodliwych dla materiału wypełniającego (np. zbyt duże uziarnienie – w zależności od materiału, grubości ścianki i średnicy, korzeni drzew, odpadów, substancji organicznych, grudek gliny > 75 mm, śniegu i lodu)
- bez zawartości składników pochodzących z recyklingu (np. gruzu budowlanego)

Jeśli wspomniane wymagania są spełnione, wówczas grunt rodzimy może być użyty jako materiał budowlany w rozumieniu tego rozdziału. Materiały budowlane do podsypki nie powinny zawierać składników o średnicy większej niż:

- 22 mm przy rurach o średnicy DN/OD ≤ 200
- 40 mm przy rurach o średnicy od DN/OD > 200 do DN/OD ≤ 630

Jeśli do podsypki jest stosowany materiał pokruszony, wówczas średnica ziaren nie może przekraczać 22 mm dla całego zakresu średnic rur.

Jako podsypka mogą być stosowane następujące materiały budowlane spełniające wymagania projektowe:

- grunt o zmniejszonym uziarnieniu
- mieszanki piasku
- mieszanki piasek/gлина
- podłoża płynne
- beton chudy
- beton lekki
- beton nieuzbrojony
- beton uzbrojony
- kruszone materiały budowlane



W przypadku zastosowania podłoża płynnego lub betonu należy zabezpieczyć rury przed wypływaniem na powierzchnię.

Materiały pochodzące z recyklingu nie mogą być stosowane ze względów higienicznych. Stosowane materiały budowlane nie mogą zawierać szkodliwych substancji chemicznych oraz zapachowych. W razie wątpliwości należy przeprowadzić analizę chemiczną substancji zawartych w materiale budowlanym.

Do wypełnienia mogą być stosowane wyłącznie materiały budowlane zgodnie z wymaganiami projektowymi. W przypadku montażu pod budynkami należy zwrócić szczególną uwagę na stabilność materiału. Materiał wydobyty podczas wykonywania strefy posadowienia rurociągu z kamieniami o średnicy maks.

300 mm, może być użyty do wypełnienia wykopu, jeśli komponenty są przykryte warstwą o grubości co najmniej 300 mm. W zależności od warunków gruntowych, charakterystyki wody gruntowej i materiału wykonania rury ta wartość może być jeszcze niższa. W przypadku skalistego podłoża projektant może określić warunki montażowe jako szczególne.

6.3.5 Montaż i wypełnienie wykopu

6.3.5.1 Przygotowanie powierzchni do montażu

System GPWC może być układany zarówno w wykopie jak i na przygotowanej powierzchni. W przypadku systemów jednorurowych zaleca się montaż w wykopie, a w przypadku systemów wielorurowych zaleca się montaż na wyrównanej powierzchni.

W razie konieczności, do ochrony przed negatywnym oddziaływaniem na inne systemy rurowe, kanalizację, należy zastosować odpowiednie środki zabezpieczające.

Określone poniżej minimalne szerokości wykopów mogą być zmienione wyłącznie po konsultacji z projektantem i uzyskaniu jego zgody.

Wykoppy

Wykoppy należy projektować i wykonywać tak, aby zapewnić profesjonalny i bezpieczny montaż. Minimalną szerokość wykopu należy odczytać z poniższej tabeli w zależności od głębokości wykopu i średnicy rur. Z dwóch podanych wartości wyższa jest decydująca.

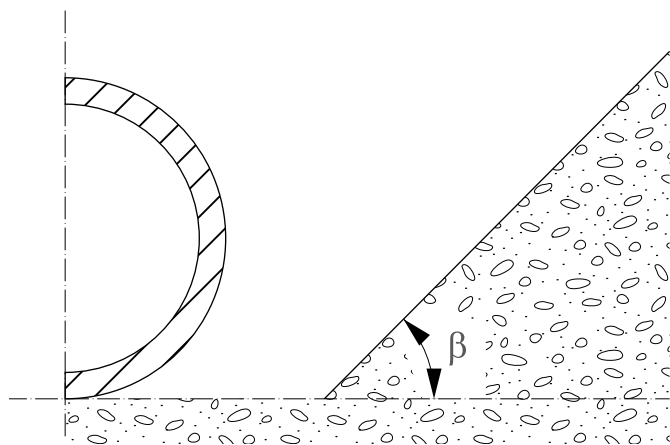
Minimalna szerokość wykopu wg PN-EN 1610 w zależności od średnicy nominalnej DN/OD

DN/OD	Minimalna szerokość wykopu (OD + x) m		
	Wykop zamknięty	Wykop otwarty $\beta > 60^\circ$	Wykop otwarty $\beta \leq 60^\circ$
≤ 200	OD + 0,40	OD + 0,40	
≥ 250 do 315	OD + 0,50	OD + 0,50	OD + 0,40
≥ 400 do 630	OD + 0,70	OD + 0,70	OD + 0,40

W OD + x wartość x/2 odpowiada minimalnej przestrzeni roboczej między rurą a ścianą wzgl. obudową wykopu.

Przy czym: OD – średnica zewnętrzna w m

β kąt nachylenia skarpy wykopu otwartego, mierzony względem poziomu (patrz rysunek)



Minimalna szerokość wykopu w zależności od głębokości wykopu

Głębokość wykopu w m	Minimalna szerokość wykopu w m
< 1,00	brak minimalnej szerokości wykopu
$\geq 1,00$ do $\leq 1,75$	0,80
> 1,75 do $\leq 4,00$	0,90
> 4,00	1,00

6.3.5.2 Zmiana szerokości wykopu w szczególnych przypadkach

Można zmienić minimalną szerokość wykopu pod następującymi warunkami:

- jeśli pracownicy nie będą chodzić po wykopie, np. przy zautomatyzowanej technice układania
- jeśli pracownicy nie będą przechodzić między rurą i ścianą wykopu
- w bardzo wąskich miejscach i w przypadkach, gdy nie ma innego wyjścia

W każdym przypadku konieczne jest wskazanie w projekcie sposobu postępowania podczas montażu na budowie.

Szerokość wykopu nie może przekroczyć maksymalnej szerokości wynikającej z obliczeń statycznych. Jeśli nie jest to możliwe, należy o tym poinformować projektanta i zastosować odpowiednie rozwiązanie.

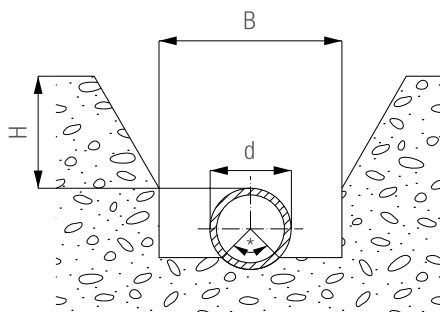
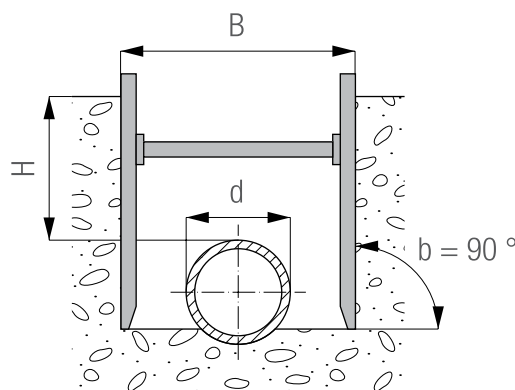
Stabilność wykopów powinna być zapewniona poprzez odpowiednie szalunki, wykonanie skarpy lub w inny sposób. Szalunki wykopu należy usunąć zgodnie z obliczeniami statycznymi, tak aby nie uszkodzić rur i belek rozdzielacza oraz nie dopuścić do ich przemieszczenia.



Wykop może wykonywać wyłącznie wykwalifikowany personel. Przy wykonywaniu wykopu należy przestrzegać właściwych przepisów BHP dotyczących bezpieczeństwa pracy i zapobiegania wypadkom.

6.3.5.3 Określanie szerokości wykopu

W obliczeniach statycznych szerokość wykopu to odległość między ścianami wykopu na wysokości wierzchołka rury. W przypadku zabudowanych wykopów obliczona szerokość wykopu obejmuje także grubość obudowy wykopu. Minimalne wartości szerokości wykopu są określone w normie PN-EN 1610.



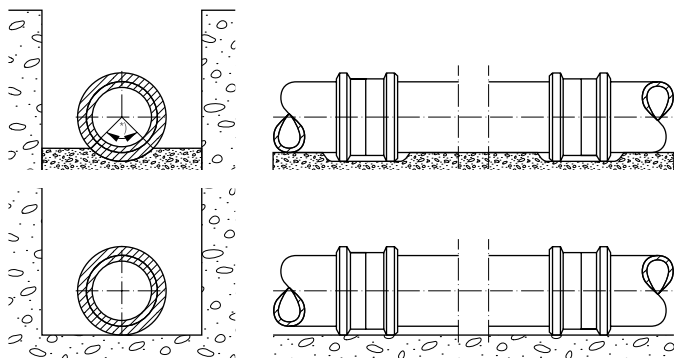
*) Kąt podparcia 2a

Nasyp

W przypadku systemów wielorurowych zaleca się układanie rur na równej powierzchni po wykopaniu warstwy gruntu. Odległość elementów od ścian wykopu powinna wynosić co najmniej 0,5 m, jeśli inne przepisy i wytyczne nie wymagają większej odległości minimalnej. Boczne ściany płaskiego wykopu należy zabezpieczyć odpowiednią zabudową lub poprzez wykonanie skarpy. Elementy zabezpieczające wykop należy usunąć zgodnie z obliczeniami statycznymi, aby nie uszkodzić rurociągu i belek rozdzielacza oraz nie dopuścić do ich przemieszczenia. Należy stosować się do przepisów BHP dotyczących zapobiegania wypadkom i bezpieczeństwa pracy.

Powierzchnia montażu GPWC

Spadek i materiał gruntowy na powierzchni montażu GPWC muszą odpowiadać wymaganiom projektowym, aby zapewnić prawidłowe funkcjonowanie systemu GPWC. Powierzchnia do układania rur musi być jednolita. W przeciwnym razie należy przywrócić nośność powierzchni montażowej. Jeśli komponenty są układane bezpośrednio na powierzchni po usunięciu warstwy gruntu, należy ją odpowiednio przygotować, aby umożliwić montaż rurociągu. Zagłębienia na mufy należy wykonać w odpowiedni sposób w dolnej warstwie podsypki lub na powierzchni montażowej i po wykonaniu połączenia należy wypełnić zagłębienia. Przy ujemnych temperaturach może być konieczne zabezpieczenie powierzchni montażowej, aby zamarznięte warstwy nie pozostały pod ani wokół komponentów. W miejscach gdzie powierzchnia wykopu jest niestabilna lub wykazuje niewielką nośność, konieczne jest zastosowanie specjalnych środków zabezpieczających.



6.3.5.4 Strefa posadowienia rurociągu i obudowa wykopu

Materiały budowlane, podsypka, obudowa i grubość poszczególnych warstw muszą być zgodne z wymaganiami projektowymi. Materiał wypełniający do warstwy montażu rurociągu i jego uziarnienie oraz elementy podtrzymujące należy wybrać uwzględniając:

- średnicę rur
- materiał wykonania elementów
- rodzaj elementów
- właściwości gruntu

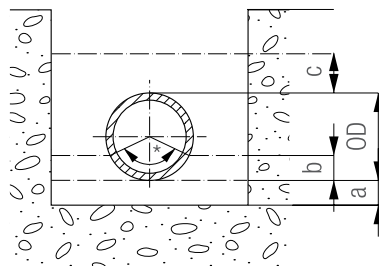
Przy układaniu w wykopie szerokość podsypki musi odpowiadać szerokości wykopu, o ile nie ma innych wytycznych. Minimalne wartości grubości obsypki (c) to 150 mm powyżej elementu i 100 mm nad miejscem połączenia z mufą. Jeśli pod powierzchnią wykopu miejscowo występuje miękki grunt, należy go zastąpić odpowiednim materiałem podsypki. Jeśli wystąpią duże ilości tego materiału, wówczas mogą być konieczne nowe obliczenia statyczne. W przypadku układania na równej powierzchni po usunięciu warstwy gruntu szerokość podsypki musi wynosić co najmniej czterokrotność średnicy zewnętrznej rury. Zaleca się wykonanie podsypki na całej powierzchni układania rur. Poniżej opisano kilka rodzajów podsypki wg PN-EN 1610. Do montażu systemów GPWC zaleca się podsypkę typu 1.

Podsypka typu 1 wg PN-EN 1610

Podsypka typu 1 może być użyta we wszystkich warstwach montażu rurociągu, które mogą podtrzymywać rury, kształtki i rozdzielacz na całej długości i które są wykonane z zachowaniem minimalnych grubości warstw a i b. O ile nie ma innych wytycznych, grubość dolnej warstwy podsypki a, mierzona od spodu układanych komponentów, nie może być mniejsza niż:

- 100 mm przy normalnych właściwościach gruntu
- 150 mm przy podłożu skalistym lub litym

Grubość b górnej warstwy podsypki musi być zgodna z obliczeniami statycznymi.



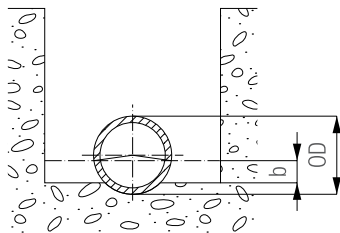
Wymiary minimalne b_{min} (mm)

DN/OD	Kąt w stosunku do podsypki (2α)	
	90°	120°
200	30	50
250	40	65
315	50	80
400	60	100
500	75	125
630	90	150

Zalecany kąt nachylenia w stosunku do podsypki wynosi 90°.

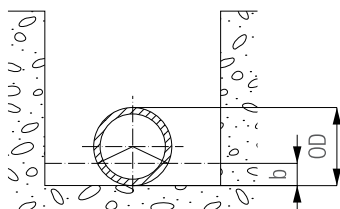
Podsypka typu 2 wg PN-EN 1610

Podłoże typu 2 może być zastosowane w jednolitym, względnie miękkim i drobno uziarnionym gruncie pod warunkiem zapewnienia podparcia rury na całej długości. Rury należy układać na wcześniej uformowanym i przygotowanym dnie wykopu. Grubość górnej podsypki „b” powinna być ustalana według projektu konstrukcyjnego.



Podsypka typu 3 wg PN-EN 1610

Podłoże typu 3 może być zastosowane w jednolitym względnie miękkim, drobno uziarnionym gruncie, pod warunkiem zapewnienia podparcia na całej długości trzonu rury. Przewody mogą być ułożone bezpośrednio na wykopanym dnie wykopu. Grubość górnej warstwy podsypki „b” powinna być ustalana według projektu konstrukcyjnego.



Specjalne metody przygotowania podłoża lub podparcia przewodu

Przy gruntach słabonośnych konieczne jest zastosowanie konstrukcji specjalnych. Ma to miejsce przy takich gruntach jak torf lub kurzawka. Przykładem specjalnego wykonania jest wymiana gruntu na inne kruszywo, np. na piasek, żwir lub hydraulicznie wiązane materiały budowlane albo ułożenie przewodu na konstrukcjach wykonanych z pali żelbetonowych np. z użyciem belek poprzecznych lub konstrukcji wiszących, belek podłużnych lub płyt betonowych opartych na palach. Zaleca się rozważenie w projekcie i podczas montażu sposobu przejścia przez grunty o różnych właściwościach związanych z osiadaniem. Specjalne metody ułożenia lub podparcia przewodu powinny być stosowane tylko wtedy, gdy zostało to potwierdzone obliczeniami statycznymi w projekcie konstrukcyjnym.

6.3.5.5 Wypełnienie

Wypełnienie po bokach i wypełnienie główne można wykonać dopiero wtedy, gdy połączenia elementów GPWC i podsypka są gotowe na przyjęcie obciążeń. Montaż rurociągu i wypełnienie wykopu jak również usunięcie konstrukcji podtrzymującej wykop należy wykonać tak, aby nośność elementów GPWC odpowiadała wymaganiom projektowym.

Zasypkę elementów GPWC można wykonać z gruntu o dobrych właściwościach termicznych. Stosowane zazwyczaj do systemów kanalizacyjnych wypełnienia żwirowe i z gruzu ze względu na słabe właściwości termiczne nie są dobrym rozwiązaniem. Przede wszystkim grunty z grupy glin i piasków gliniastych mają dobre właściwości termiczne. Czyste gliny są nieodpowiednie ze względu na skłonność do marszczenia i znikomą przepuszczalność wodną. Inny powód do rezygnacji z gruntów związanych / litych jest taki, że podczas zagęszczania może dojść do rozciągnięcia lub odkształcenia rury lub kształtek. Dla spełnienia wymagań statycznych zaleca się zgodnie z ATV 127 grunt klasy G2.



Jeśli konieczne jest uwzględnienie wymagań statycznych, projektant musi dokonać obliczeń statycznych. Na podstawie tych obliczeń należy wybrać odpowiedni materiał do wypełnienia. Jeśli konieczny jest montaż komponentów pod budynkiem, wówczas obliczenia statyczne są konieczne.

W zależności od uwarunkowań statycznych można rozważyć użycie chudego betonu jako materiału zasyпки. Dodatkowe koszty z tym związane należy uwzględnić w projekcie. Już podczas projektowania należy uwzględnić rodzaj zasyпки, aby po pierwsze zapewnić wystarczająco dokładne wymiarowanie, a po drugie aby odpowiednio wcześniej zaplanować dodatkowe koszty związane ze zmianą materiały zasyпки.

6.3.5.6 Zagęszczenie gruntu

Stopień zagęszczenia musi być zgodny z wytycznymi obliczeń statycznych dla elementów. Wymagany stopień zagęszczenia można określić pomiarowo (np. poprzez badanie nośności przez obciążenie płytą). Bezpośrednio nad rurami i w zagłębieniach przy rozdzielaczu i kształtkach należy zagęścić grunt ręcznie. Zasypkę nad rurami można zagęszczać mechanicznie dopiero wtedy, gdy są przykryte warstwą o grubości co najmniej 300 mm licząc od wierzchołka rur. Całkowita grubość warstwy przykrywającej rury wymagana do zagęszczania mechanicznego zależy od rodzaju techniki zagęszczania. Wybór urządzenia do zagęszczania, ilość etapów zagęszczania i grubość zagęszczanej warstwy gruntu zależą od zagęszczanego materiału i instalowanego rurociągu. Zagęszczanie zasyпки i wypełnienia bocznego poprzez zamulanie jest dopuszczalne tylko w wyjątkowych przypadkach, przy luźnym gruncie o odpowiednich właściwościach.

Podczas zagęszczania wypełnienia przy belkach rozdzielacza należy zwrócić uwagę, aby na konfekcjonowane odejścia nie oddziaływały żadne dodatkowe obciążenia.



Zagęszczanie w obrębie odejść rozdzielacza należy wykonać ze szczególną starannością, aby nie dopuścić do uszkodzenia połączeń spawanych.

Technika zagęszczania ma szczególny wpływ na osiągnięcie zakładanego poboru energii. Zbyt mocne lub zbyt słabe zagęszczenie pogarsza mechaniczne właściwości gruntu i może prowadzić do obniżenia rocznego poboru energii.

Zagęszczanie gruntu, wysokość warstwy i liczba zagęszczeń

Rodzaj sprzętu	Waga robocza kg	Klasy zagęszczeń								
		V1			V2			V3		
		Zasto-	Wysokość	Liczba	Zasto-	Wysokość	Liczba	Zast.	Wysokość	Liczba
		sowanie	warst. cm	zagęszczeń	sowanie	warst. cm	zagęszczeń		warst. cm	zagęszczeń

1. Lekkie sprzęty do zagęszczania (przeważnie do strefy ułożenia przewodu)

Ubijak wibracyjny	lekki	-25	+	-15	2-4	+	-15	2-4	+	-10	2-4
	średni	25-60	+	20-40	2-4	+	15-30	3-4	+	10-30	2-4
Ubijak spalinowy	lekki	-100	0	20-30	3-4	+	15-25	3-5	+	20-30	3-5
Wibrator płytowy	lekki	-100	+	-20	3-5	0	-15	4-6	-	-	-
	średni	100-300	+	20-30	3-5	0	15-25	4-6	-	-	-
Walec wibracyjny	lekki	-600	+	20-30	4-6	0	15-25	5-6	-	-	-

2. Średnie i ciężkie sprzęty do zagęszczania (powyżej strefy ułożenia przewodu)

Ubijak wibracyjny	średni	25-60	+	20-40	2-4	+	15-20	2-4	+	10-30	2-4
	ciężki	60-200	+	40-50	2-4	+	20-40	2-4	+	20-30	2-4
Ubijak spalinowy	średni	100-500	0	20-30	3-4	+	25-35	3-4	+	20-30	3-5
	ciężki	500	0	30-50	3-4	+	30-50	3-4	+	30-40	3-5
Wibrator płytowy	średni	300-750	+	30-50	3-5	0	20-40	4-5	-	-	-
	ciężki	750	+	40-70	3-5	0	30-50	4-5	-	-	-
Walec wibracyjny	ciężki	600-8000	+	20-50	4-6	+	20-40	5-6	-	-	-

+ zalecany

0 przeważnie nieprzystosowany

- nieprzystosowany

V1 = grunty niezwiązane lub słabo związane (np. piasek i żwir)

V2 = grunty związane, różnoziarniste grunty (np. żwir i piasek z większym udziałem gliny i pyłu)

V3 = grunty związane, drobnoziarniste PN-EN 1610 (gliny i pyły).

Przygotowanie strefy posadowienia rurociągu

Strefę posadowienia rurociągu należy wykonać tak, aby nie dostał się do niej grunt rodzimy lub materiał obsypki rurociągu nie przedostał się do gruntu rodzimego. Jeśli woda gruntowa może transportować drobne składniki gruntu lub jeśli poziom wody gruntowej się obniża, wówczas należy zastosować zabezpieczenie np. w postaci geowłókniny separacyjnej.

Podsypkę, wypełnienie boczne i zasypkę należy wykonać zgodnie z wytycznymi projektowymi. Strefa posadowienia rurociągu wymaga ochrony przed wszelkimi możliwymi do przewidzenia, szkodliwymi zmianami nośności, stabilności i przemieszczeniem, spowodowanymi np. przez:

- usunięcie zabezpieczenia wykopu
- oddziaływanie wody gruntowej
- inne prace ziemne wykonywane w pobliżu.

Jeśli elementy rurociągu, kształtki lub belki rozdzielacza wymagają podtrzymania lub umocowania, należy to zrobić przed wykonaniem strefy posadowienia rurociągu. Podczas prac w strefie posadowienia rurociągu należy zwrócić szczególną uwagę, aby:

- nie dopuścić do zmiany kierunku i wysokości montażu rurociągu,
- starannie wykonać górną warstwę podsypki, aby zapewnić wypełnienie wszystkich zagłębień pod komponentami materiałem o odpowiednim zagęszczeniu.

Wykonanie zasypki głównej

Zasypkę główną należy wykonać zgodnie z wytycznymi projektowymi, aby uniknąć osiadania powierzchni. Należy zwrócić szczególną uwagę na wyciąganie szalunków zabezpieczających wykop. Powinno się to odbywać stopniowo podczas tworzenia strefy posadowienia rurociągu.



Wyciąganie szalunków zabezpieczających wykop ze strefy posadowienia rurociągu lub głębszych stref po wykonaniu zasypki głównej może poważnie wpłynąć na nośność, kierunek i wysokość montażu rurociągu. Jeśli usunięcie szalunków przed wykonaniem zasypki nie jest możliwe, należy zastosować inne rozwiązanie ustalone z projektantem.

Odtworzenie powierzchni

Po zakończeniu wykonywania zasypki należy odtworzyć powierzchnię nad wykopem.

6.3.5.7 Układanie rurociągu w wodzie gruntowej lub w warstwach wodonośnych

System GPWC AWADUKT Thermo można układać w wodzie gruntowej. Układanie rur w wodzie gruntowej lub w warstwie wodonośnej zasadniczo wiąże się z lepszą wydajnością termiczną w ogrzewaniu jak i w chłodzeniu. Elementy systemu GPWC ułożone w wodzie gruntowej lub w wodzie wolno płynącej należy zabezpieczyć przy niewystarczającym obciążeniu przed wyporem. Należy to wykonać przez zakotwienie lub dociążenie rur (np. betonem).



W przypadku wody gruntowej, ze względu na występowanie podwyższonego ciśnienia, należy przeprowadzić dodatkowe obliczenia statyczne.

Podczas układania elementów w wodzie gruntowej lub w warstwie wodonośnej należy w razie potrzeby czasowo obniżyć poziom wód gruntowych w związku z wykonywanymi pracami. Podczas montażu komponentów w warstwie wodonośnej lub w wodzie gruntowej należy zwrócić szczególną uwagę na prawidłowe połączenie komponentów, w razie potrzeby należy zastosować specjalną technikę połączeń.



System GPWC należy w wyżej opisanych warunkach wykonywać zgodnie z prawem wodnym. Należy bezwzględnie przestrzegać obowiązujących norm, wytycznych i rozporządzeń.

Obniżanie zwierciadła wody

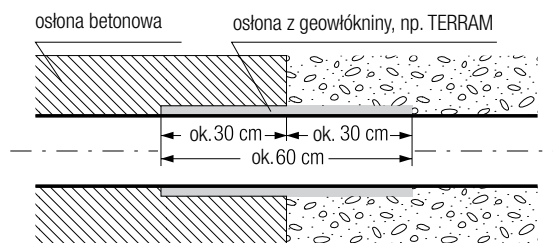
Podczas prac montażowych należy opróżnić wodę z wykopu (np. wodę deszczową, wodę infiltracyjną, wodę źródłaną lub wodę wyciekającą z innych rurociągów). Metoda czasowego obniżenia poziomu wody nie może wpływać negatywnie na strefę posadowienia rurociągu i rurociąg. Należy zastosować odpowiednie środki zabezpieczające przed wypłukiwaniem drobnych składników gruntu. Należy uwzględnić wpływ działań odwadniających na ruchy wody gruntowej i stabilność otoczenia. Po zakończeniu obniżenia poziomu wody należy dobrze zamknąć wszystkie otwory drenażowe.

Betonowanie

Nośność rurociągu można zwiększyć poprzez zabetonowanie. Przy obliczeniach decydujące jest, czy obsypka betonowa jest wykonywana w gruncie rodzimym, czy przy ścianie szczelnej. Ściankę szczelną należy wyciągać starannie, ponieważ po odciążeniu pionowy nacisk może spowodować przemieszczenie gruntu.

Obsypka musi być samonośna, zatem w grę wchodzi tylko obsypka na pełnym obwodzie rury. Minimalną grubość obsypki betonowej należy określić na podstawie wymagań statycznych. Przed zabetonowaniem należy uszczelnić mufę taśmą klejącą dostosowaną do tworzywa PP, aby nie dopuścić do przedostania się betonu do środka. Aby uniknąć sił tnących na wejściu i wyjściu komponentów z osłony betonowej, należy zastosować odpowiednie środki zabezpieczające, jak np. owinięcie rurociągu włókniną o grubości 5-6 mm (np. TERRAM, patrz rysunek). Do wykonania obsypki betonowej należy użyć betonu klasy C 8/10. Rurociąg należy w razie potrzeby zabezpieczyć przeciwko unoszeniu się w świeżym betonie. Rurociąg powinien być napełniony wodą, aby lepiej przyjąć temperaturę wiązania betonu. Dobrym rozwiązaniem może być rozdzielenie osłony betonowej w równomiernych odstępach fugami poprzecznymi w miejscach połączeń komponentów. W razie potrzeby można zaprojektować uzbrojenie. W takim przypadku należy jednak zastosować beton klasy C12/15 lub C16/20.

Przed zabetonowaniem należy wykonać próbę szczelności zgodnie z PN-EN 1610.



6.3.5.8 Minimalne odległości od budynków i innych rurociągów

Podczas montażu komponentów należy zachować odpowiednie minimalne odległości od innych rurociągów i komponentów.

- 0,5 m od fundamentów i innych elementów podziemnych, o ile nie obowiązują inne wytyczne
- 0,5 m od innych komponentów systemu GPWC
- co najmniej 0,5 m od instalacji wodnych, kanalizacyjnych, ciepłowniczych
- od instalacji gazowych należy zachować specjalne odległości zgodnie z obowiązującymi normami

Jeśli nie można zachować podanego odstępu od instalacji zaopatrujących w media, należy zastosować odpowiednie środki do ich ochrony. Zachowanie minimalnych odstępów służy zapewnieniu, że nie wystąpią niedopuszczalne oddziaływania temperaturowe, niebezpieczny kontakt z przewodami elektrycznymi oraz zanieczyszczenie ściekami lub innymi szkodliwymi substancjami. Minimalne odstępy należy określić w oparciu o następujące założenia:

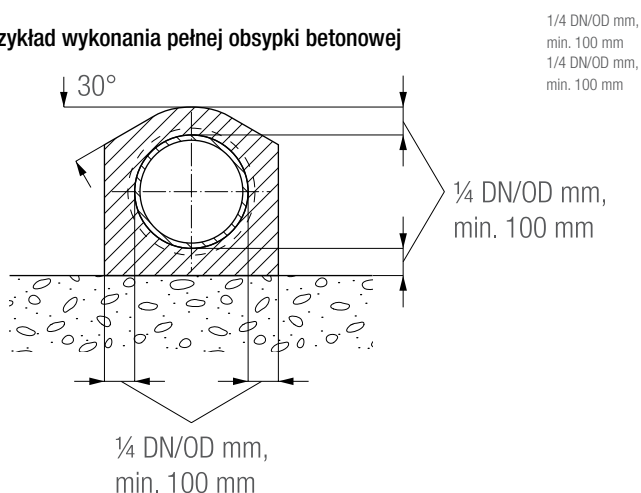
- brak przenoszenia siły
- brak oddziaływania temperatury innych rurociągów (np. instalacji zaopatrujących w media)
- wystarczająca przestrzeń robocza do montażu i uruchomienia instalacji
- odstęp bezpieczeństwa zapobiegający niebezpiecznemu zetknięciu rur i przewodów elektrycznych
- skuteczne odseparowanie przewodników elektrycznych ze względu na katodową ochronę antykorozyjną i przeciwko spadkom napięcia



Jeśli w zwężeniach nie może być zachowany wymagany odstęp minimalny, wówczas należy zastosować odpowiednie środki po ustaleniu z projektantem.

Niezachowanie wymaganych odstępów minimalnych może prowadzić do pogorszenia zakładanej wydajności systemu GPWC. Spadek wydajności można określić wyłącznie poprzez dokładną symulację.

Przykład wykonania pełnej obsypki betonowej



6.3.5.9 Ogólne wymagania dotyczące montażu

Układanie komponentów należy w miarę możliwości rozpoczynać w najniższym punkcie instalacji. W systemach wielorurowych należy zacząć od montażu rozdzielacza. Dopiero po zamontowaniu i umocowaniu rozdzielacza należy rozpocząć montaż rur wymiennika ciepła.

Elementy należy układać tak, aby mufa była skierowana ku górze.

Elementy systemu GPWC należy montować na głębokości co najmniej 1,5 m. Dlatego przed montażem zaleca się wykonanie schematu ze zintegrowanym profilem wysokościowym, na podstawie którego system będzie zamontowany. W szczególności w przypadku instalacji o przepływie powyżej 5000 m³/h należy koniecznie sporządzić schemat montażowy.



Aby uniknąć nadmiernego zanieczyszczenia, zaślepki i folie ochronne należy zdjąć z komponentów bezpośrednio przed wykonaniem połączenia.

Jeśli nie można wykonać ręcznego połączenia komponentów, należy użyć odpowiednich narzędzi. Jeśli jest to konieczne, należy chronić końcówki komponentów przed uszkodzeniem. Bardziej szczegółowe wytyczne dotyczące wykonywania połączeń są zawarte w rozdziale 6.3.4.3.

W przypadku dłuższej przerwy w pracach, na końce rur należy założyć zaślepki i chronić przed zabrudzeniem.

6.3.5.10 Wydłużalność termiczna

Zmiany długości elementów AWADUKT Thermo spowodowane wydłużalnością termiczną są znacznie większe niż w przypadku elementów metalowych lub ceramicznych. Przy obliczeniach zmian długości należy uwzględnić:

- temperatury panujące podczas układania
- przewidywaną najniższą i najwyższą temperaturę ścianki rury podczas pracy systemu.

Do obliczenia zmian długości można stosować następujący wzór:

$$\Delta L = L \cdot \Delta T \cdot 0,14 \text{ mm/mK}$$

Przykładowe obliczenia

Długość rury: 50 m

Temperatura podczas montażu: 10 °C

Zakładana najniższa temperatura ścianki rury -5 °C

Różnica temperatur: 15 K

Zakładane skrócenie: 60 mm

$$\Delta L = L \cdot \Delta t \cdot 0,14 \text{ mm/mK}$$

Przykładowe obliczenia:

Długość rury: 3 m

Temperatura podczas montażu: + 10 °C

Przewidywana najniższa temperatura ścianki rury: + 5 °C

=> Różnica temperatur 5 K

Przewidywana najwyższa temperatura ścianki rury: + 20 °C

=> Różnica temperatur 10 K

Maksymalny założony skurcz:

$$\Delta L_1 = 3 \text{ m} \times 5 \text{ K} \times 0,14 \text{ mm/mK} = 2,1 \text{ mm}$$

Maksymalne zakładane wydłużenie:

$$\Delta L_2 = 3 \text{ m} \times 10 \text{ K} \times 0,14 \text{ mm/mK} = 4,2 \text{ mm}$$

6.3.5.11 Układanie w gruntach plastycznych

Grunt plastyczny to mieszanka gruntu, wody i dodatków wg specjalnej receptury. W systemie GPWC nie mogą być stosowane żadne materiały budowlane pochodzące z recyklingu. W specjalnych recepturach dopasowanych do gruntu i wymagań mogą być zawarte różne dodatki. Nie mogą one zawierać żadnych substancji szkodliwych i zagrażających zdrowiu. Upłynnienie gruntu można wykonać zarówno na budowie jak i w zakładzie produkcyjnym. Grunt plastyczny jest tymczasowo płynny lub papkowaty i dzięki temu jest możliwy montaż bez zagęszczania gruntu. Ubytek gruntu upłynnionego jest znikomy. Przepuszczalność, konsystencja, szybkość twardnienia i parowanie można regulować poprzez dopasowanie receptury. Po ułożeniu gruntu plastycznego na komponenty działa duża siła wyporu, przed którą należy je zabezpieczyć. Przy układaniu ważne są dopasowanie do średnicy, spadku i gęstości gruntu upłynnionego podłoże i zabezpieczenie przed siłą wyporu.

6.4 Przejście szczelne

Już w fazie projektowania należy ustalić z projektantem, jakie wymagania musi spełniać przejście szczelne systemu GPWC. Obok wymagań dotyczących wody wywierającej ciśnienie i wody nie wywierającej ciśnienia mogą być podane również wymagania techniczne, dotyczące np. montażu. Jednak poza wymaganiami technicznymi należy przede wszystkim określić, czy występuje lub może występować woda wywierająca ciśnienie czy też nie wywierająca ciśnienia. Jeśli nie ma pewności, że występuje wyłącznie woda nie wywierająca ciśnienia, należy zakładać, że występuje woda wywierająca ciśnienie.

6.4.1 Przejścia szczelne w przypadku wody nie wywierającej ciśnienia

Przejście szczelne AWADUKT Thermo jest przeznaczone do zastosowania w wodzie nie wywierającej ciśnienia. Montuje się je poprzez bezpośrednie zalanie w betonie podczas budowania ściany, przez którą będzie przechodziła rura. Montaż w gotowym murze jest dopuszczalny tylko pod pewnymi warunkami. Należy zwrócić uwagę na dostateczną ilość miejsca do zabetonowania przejścia.

Przejście szczelne AWADUKT Thermo może być zamontowane z prawej lub z lewej strony. Dopiero przy montażu rury należy zwrócić uwagę, aby wsunąć ją z odpowiedniej strony w przejście szczelne. Uszczelka wargowa pierścienia uszczelniającego musi być ułożona zgodnie z kierunkiem wsunięcia rury. Należy unikać wyciągania rury. Rura może być zamontowana w przejściu szczelnym AWADUKT Thermo dopiero po całkowitym utwardzeniu wypełnienia. Odpowiednie czasy twardnienia są zawarte w wytycznych producentów lub dostępne u odpowiedzialnego za obiekt projektanta.

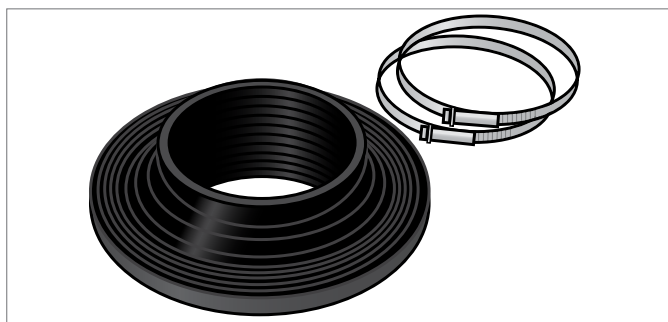
6.4.2 Kołnierzowe przejście szczelne AWADUKT Thermo do bezpośredniego montażu w wodzie wywierającej ciśnienie

Zastosowanie kołnierzowego przejścia szczelnego AWADUKT Thermo jest zalecane wszędzie tam, gdzie nie ma możliwości zabetonowania przejścia szczelnego podczas budowy ściany lub w gotowej ścianie.

Kołnierzowe przejście szczelne zachowuje szczelność przy ciśnieniu do 4 bar. Kołnierzowe przejście szczelne nie stanowi punktu stałego mocowania rurociągu. Należy to uwzględnić podczas projektowania punktów stałych mocowania systemu rurowego.

Wskazówki dotyczące montażu kołnierowego przejścia szczelnego AWADUKT Thermo:

1. Rurę należy oczyścić z zabrudzeń za pomocą ścierki. Należy zwrócić uwagę, że do czyszczenia można używać tylko takich materiałów, które nie uszkodzą powierzchni rury i nie stanowią zagrożenia zdrowotnego podczas pracy instalacji. Rura musi być oczyszczona z tłuszczu, olejów, i innych substancji chemicznych, które mogą uszkodzić materiał rury lub kołnierzowe przejście szczelne AWADUKT Thermo.
2. Kołnierzowe przejście szczelne należy nasunąć na oczyszczoną rurę. Należy zostawić odpowiedni odcinek rury do późniejszego podłączenia innych elementów.
3. Należy nałożyć opaski zaciskowe. Należy postępować zgodnie z instrukcją obsługi dołączoną do kołnierowego przejścia szczelnego.
4. Przygotowaną w ten sposób rurę należy wsunąć do środka muru i umocować.
5. Następnie można zabetonować ten odcinek rury z zamontowanym przejściem szczelnym.



6.4.3 Tuleja AWADUKT Thermo do uszczelnienia okrężnego

Tuleje AWADUKT Thermo montowane są bezpośrednio w ścianie przed montażem uszczelnienia okrężnego na wody wywierające ciśnienie. Tuleja stanowi podstawę optymalnego zabezpieczenia uszczelnienia okrężnego i należy ją zastosować wszędzie, gdzie są stawiane wysokie wymagania odnośnie szczelności. Dzięki specjalnej, bardzo gładkiej powierzchni wewnętrznej tuleja stanowi doskonałą podporę dla uszczelnienia okrężnego. Wbudowanie przejścia szczelnego następuje bezpośrednio przy budowie ściany. Aby zapewnić optymalne połączenie, tuleja powinna być wbudowana podczas budowy ściany. Jeśli planowany jest montaż w gotowej ścianie, należy zadbać o zgodne z wymaganiami połączenie między ścianą a tuleją. Połączenie może być różne w zależności od obiektu i jego rodzaj należy uzgodnić z projektantem.

Podczas montażu przejścia szczelnego należy postępować zgodnie z poniższymi wskazówkami:

- tuleję należy osadzić równo z szalunkiem (przy mocowaniu w szalunkach stalowych zaleca się spawanie obejm mocującej tuleję dla ułatwienia montażu)
- przy wmurowaniu tulei należy zachować odpowiednią odległość od muru
- przy wypełnianiu betonem lub innym materiałem płynnym należy zwrócić uwagę na odpowiednie zagęszczenie betonu lub zaprawy naokoło tulei.

Szczegółowe wskazówki dotyczące montażu tulei są zawarte w instrukcji montażu dołączonej do przejścia szczelnego.



6.4.4 Modułowe uszczelnienie okrężne

Modułowe uszczelnienie okrężne optymalnie nadaje się do zastosowania w wodzie wywierającej ciśnienie. Składa się z pojedynczych, dopasowanych do poszczególnych średnic modułów uszczelniających do złożenia w miejscu montażu. Dzięki budowie modułowej możliwe jest uszczelnienie także w gotowej ścianie. Aby osiągnąć optymalną szczelność uszczelnienie okrężne należy zawsze stosować z tuleją.

Możliwy jest montaż w otworze wywierconym w gotowej ścianie. W takim przypadku należy przed zastosowaniem uszczelnienia wypełnić pory przejścia przez mur za pomocą np. żywicy epoksydowej lub innego odpowiedniego środka, aby zapobiec przesiąkaniu wilgoci przez mur.

Uszczelnienie okrężne nie może magazynować wody. Dlatego przy montażu uszczelnienia oba końce rury muszą być odpowiednio podparte. Należy zachować zaprojektowany spadek instalacji.

6.5 Kontrola po montażu

Po zakończeniu montażu należy przeprowadzić odpowiednie testy / kontrolę. Należy przestrzegać obowiązujących lokalnych norm, wytycznych i przepisów. Przed uruchomieniem instalacji może być konieczne wykonanie badania pod względem warunków higienicznych. Szczegółowe wskazówki dotyczące badań technicznych są opisane w rozdziale 7.5.



System GPWC zgodnie z dyrektywą VDI 4640 jest traktowany jako system wentylacji i wymagany jest odbiór GPWC jako systemu wentylacyjnego.

6.5.1 Kontrola wzrokowa

Zewnętrzna ocena wzrokowa systemu obejmuje:

- kierunek i wysokość montażu rur
- połączenia
- uszkodzenia lub nierównomierne zniekształcenia
- przyłącza i odejścia rur i belek rozdzielacza
- zasyпка w zagłębieniach przy belkach rozdzielacza i kształtkach

Kontrolę wzrokową należy przeprowadzić po zakończeniu prac montażowych, ale jeszcze przed wykonaniem całej zasyпки. Kontrolę wzrokową można również przeprowadzać stopniowo w zależności od postępu prac budowlanych. W przypadku wielopoziomowego ułożenia rur należy przeprowadzić kontrolę wzrokową każdego poziomu rurociągu. Wyniki kontroli wzrokowej należy udokumentować.

6.5.2 Zagęszczanie

Ponieważ stopień zagęszczenia wpływa na pracę systemu zarówno pod względem statycznym jak i energetycznym, konieczne jest jego sprawdzenie. Należy przy tym sprawdzić stopień zagęszczenia podsypki, wypełnienia bocznego i zasyпки głównej. Wytyczne dotyczące sprawdzenia stopnia zagęszczenia należy uzgodnić z projektantem. O metodzie sprawdzenia stopnia zagęszczenia powinien zdecydować projektant po konsultacji z inwestorem. Należy uwzględnić przeznaczenie i rodzaj pracy systemu GPWC.

6.5.3 Szczelność

6.5.3.1 Informacje ogólne

Próbę szczelności należy przeprowadzić zgodnie z PN-EN 1610, o ile lokalnie nie obowiązuje inna norma dotycząca próby szczelności.



Poniższe opisy odnoszą się wyłącznie do wymagań zgodnych z PN-EN 1610 i mogą odbiegać od lokalnie obowiązujących norm.

Badanie rur, rozdzielaczy i otworów inspekcyjnych można przeprowadzić zgodnie z normą przy użyciu powietrza (procedura „L”) lub wody (procedura „W”). Możliwe jest oddzielne badanie rur i kształtek, rozdzielaczy i otworów inspekcyjnych. W przypadku procedury L ilość poprawek i powtórek badań w przypadku niepowodzenia jest nieograniczona. Jeśli po jednym lub powtórzonym nieudanym badaniu za pomocą powietrza dopuszczalne jest przejście na badanie za pomocą wody; wówczas wynik badania za pomocą wody jest decydujący. Jeśli podczas badania woda gruntowa zakrywa rurociąg, można przeprowadzić badanie infiltracyjne z uwzględnieniem wytycznych w danym przypadku. Badanie wstępne można przeprowadzić przed wykonaniem obsypki bocznej. Przy odbiorze systemu należy wykonać badanie instalacji po usunięciu konstrukcji podtrzymującej, metoda badania (powietrze lub woda) może być określona przez zleceniodawcę. Należy to jednak uzgodnić z projektantem.



Podczas badania należy zastosować odpowiednie środki ochronne dotyczące zapobiegania wypadkom. Osoba odpowiedzialna za wykonanie badania musi zastosować odpowiednie środki ochronne.



Należy zachować szczególną ostrożność przy badaniu powietrzem szczególnie w przypadku rur o dużych średnicach, ponieważ w przypadku niewystarczającego zabezpieczenia zaślepki mogą wypaść z dużą siłą.



Przed zdobyciem wystarczającego doświadczenia przy badaniu studni i otworów inspekcyjnych zaleca się przyjęcie czasów badania o połowę krótszych niż w przypadku rur o tej samej średnicy.

Ciśnienie początkowe, które przekracza wymagane ciśnienie badania o ok. 10%, powinno być utrzymywane przez ok. 5 minut. Zmianę ciśnienia Δp w procedurze LA, LB, LC lub LD należy określić zgodnie z ciśnieniem badania podanym w poniższej tabeli. Jeśli spadek ciśnienia zmierzony po czasie badania jest mniejszy niż podany w poniższej tabeli, wówczas badany odcinek rurociągu spełnia wymagania.

6.5.3.2 Próba szczelności przy użyciu powietrza (procedura L)

Czas próby szczelności rur, rozdzielaczy i otworów inspekcyjnych należy określić na podstawie poniższej tabeli uwzględniając średnicę rury i metodę badawczą (LA, LB, LC, LD). Metodę badawczą powinien wybrać zleceniodawca w porozumieniu z projektantem. Badanie może przeprowadzać wyłącznie wykwalifikowany personel dysponujący odpowiednimi narzędziami. Aby uniknąć błędów pomiarowych, do przeprowadzenia badania należy użyć odpowiednich, szczelnych zaślepek. W praktyce badanie otworów inspekcyjnych i studni rewizyjnych jest trudne i wymaga znacznie większych wysiłków.

Ciśnienie badania, spadek ciśnienia i czas badania za pomocą powietrza

Procedura badawcza	$P_0^*)$ mbar (kPa)	Dopuszczalna zmiana Δp^{**} mbar (kPa)	Czas badania (min)				
			DN/OD 110-200	DN/OD 250-315	DN/OD 400	DN/OD 500-630	DN/OD 710-800
LA	10 (1)	2,5 (0,25)	5	7	10	14	19
LB	50 (5)	10 (1)	4	6	7	11	15
LC	100 (10)	15 (1,5)	3	4	5	8	11
LD	200 (20)	15 (1,5)	1,5	2	2,5	4	5

*) Różnica mierzona od wartości ciśnienia atmosferycznego

**) Spadek ciśnienia



Wymagania dotyczące badania za pomocą powietrza z podciśnieniem nie są zawarte w tej normie europejskiej, ponieważ obecnie nie ma jeszcze wystarczającego doświadczenia w tej procedurze. Narzędzia używane do pomiaru spadku ciśnienia muszą zapewnić pomiar z tolerancją błędów 10% Δp . Tolerancja błędów w pomiarze czasu badania wynosi 5 s.

6.5.3.3 Próba szczelności przy użyciu wody (procedura W)

Wymagania w próbie szczelności przy użyciu wody dotyczą ciśnienia badawczego, czasu przygotowania i czasu badania.

Ciśnienie badawcze to ciśnienie wynikające z napełnienia badanego odcinka rurociągu aż do powierzchni ziemi wynoszące co najmniej 10 kPa (100 mbar), jednak nie wyższe niż 50 kPa (500 mbar), mierzone przy wierzchołku rurociągu. Zazwyczaj wystarczający jest czas przygotowania wynoszący jedną godzinę po napełnieniu badanego odcinka i osiągnięciu wymaganego ciśnienia badawczego. Odpowiedzialny projektant powinien podać czas przygotowania. Zgodnie z normą czas badania wynosi 30 +/- 1 min.

Należy przestrzegać wytycznych dotyczących badania. Ciśnienie należy utrzymywać na poziomie 1 kPa (10 mbar) ustalonego ciśnienia badania poprzez napełnienie wodą. Należy mierzyć i zapisywać całkowitą objętość wody dostarczoną do osiągnięcia niezbędnego ciśnienia oraz wysokość ciśnienia. System spełnia wymagania, jeśli całkowita dostarczona objętość wody nie przekracza:

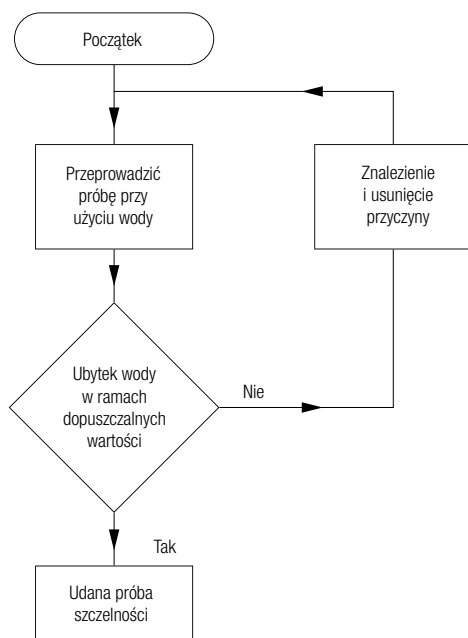
- 0,15 l/m² w ciągu 30 minut dla rur
- 0,20 l /m² w ciągu 30 min dla rur razem z belkami rozdzielacza do DN 630
- 0,40 l/m² w ciągu 30 min dla belek rozdzielacza razem ze studniami inspekcyjnymi i kontrolnymi.



Parametr m² opisuje powierzchnię wewnętrzną rurociągu.

Poniższa tabela zawiera dane o powierzchni wewnętrznej rurociągu w zależności od średnicy rur.

Powierzchnia wewnętrzna	m ² /m
DN 200	0,58
DN 250	0,72
DN 315	0,91
DN 400	1,16
DN 500	1,45
DN 630	1,83



6.5.4 Kwalifikacje personelu

Przy nadzorze i realizacji inwestycji budowlanej mogą być zatrudniane wyłącznie doświadczone osoby z odpowiednimi kwalifikacjami. Wykonawca wybrany przez zleceniodawcę musi wykazać, że posiada odpowiednie kwalifikacje i używa odpowiednich urządzeń do wykonania niezbędnych prac. Zleceniodawca jest zobowiązany do sprawdzenia odpowiednich kwalifikacji wykonawcy. Zleceniodawca może zlecić obowiązek sprawdzenia osobie trzeciej,

o ile ta posiada kwalifikacje niezbędne do sprawdzenia wykonawcy i będzie bezpośrednio i wyczerpująco informować zleceniodawcę.

6.6 Obliczenia statyczne (wg arkusza roboczego ATV-DVWK A 127)

6.6.1 Założenia techniczne

Instalacja GPWC to kompleksowy system składający się z różnych komponentów, w którym współdziałanie komponentów, podsypki i zasypki stanowi podstawę stabilności statycznej całego systemu. Dostarczone komponenty wraz z pracami wykonywanymi na miejscu montażu takimi jak podsypka, wykonanie połączeń, osypka boczna i zasypka główna są ważnymi czynnikami wpływającymi na prawidłowe funkcjonowanie systemu.

6.6.2 Informacje ogólne

Polimerowe komponenty układane w gruncie są elastyczne w porównaniu z otaczającym gruntem. Poprzez zamierzone, minimalne odkształcenie komponenty dostosowują się do obciążenia i aktywują siłę podtrzymującą otaczającego gruntu. Obliczenia statyczne uwzględniają obciążenia, parametry gruntu i rur. Obliczenia statyczne dla belek rozdzielacza lub innych komponentów specjalnych można wykonać przy odpowiednich założeniach. Projektant decyduje, jakie założenia należy przyjąć i czy konieczne jest uwzględnienie zapasów bezpieczeństwa.

W przypadku gruntów o małej stabilności należy zwrócić uwagę, aby podsypka i materiał wypełniający nie wywierały nacisku na grunt, przez co siła podtrzymująca znacznie by się zmniejszyła. Aby tego uniknąć, w takim przypadku zaleca się obłożenie rurociągu wytrzymałą geowłókniną i w razie potrzeby stabilizację dna wykopu.

6.6.3 Zapewnienie przejścia obciążeń

Przed rozpoczęciem budowy należy określić i wyznaczyć nośność rurociągu w oparciu o normę PN- EN 1295-1. Prace należy wykonać tak, aby punkty przejścia obciążeń, które wynikają z projektu, były zabezpieczone lub dopasowane do zmiennych warunków. Punkty przejścia obciążeń są określone głównie przez zmiany następujących czynników:

- różnica między rzeczywistą i zaprojektowaną szerokością / głębokością wykopu
- rodzaj konstrukcji podtrzymującej wykop i efekt usunięcia konstrukcji podtrzymującej
- stopień zagęszczenia w strefie posadowienia rurociągu i / lub zasypki głównej
- podsypka i dno wykopu
- ruch na miejscu budowy i okresowe obciążenia (drogi ratunkowe)
- rodzaje podłoża i parametry gruntu
- kształt wykopu
- właściwości gruntu
- występowanie wody gruntowej

6.6.4 Dopuszczalne odkształcenie

Wszystkie systemy rurowe stanowią elastyczne konstrukcje składające się z komponentów z możliwością gięcia. Kontrolowane odkształcenie zamontowanych komponentów jest zamierzone, ponieważ dzięki temu rura i podłoże stanowią jeden system nośny.

Wartości graniczne są zawarte w ATV DVWK arkusz roboczy A 127 oraz w PKN/CN-TS 15223.



Należy postępować zgodnie z obowiązującymi normami, dyrektywami i rozporządzeniami dotyczącymi obliczeń statycznych.

7 CZYNNIKI WPŁYWAJĄCE NA WYDAJNOŚĆ ENERGETYCZNĄ

Zarówno przybliżone obliczenia, jak i dynamiczna symulacja systemu GPWC bazują na zmiennych danych historycznych. Wyniki obliczeń mogą być zatem zróżnicowane w pewnym zakresie. Rzeczywisty pobór energii i wydajność są określone przez naturalne zewnętrzne warunki brzegowe i okresowe wahania, np. właściwości gruntu i dlatego różnią się w określonym zakresie od wyników obliczeń.

7.1 Podstawowe zasady techniki grzewczej dotyczące wymiarowania instalacji GPWC

Podstawę do wymiarowania instalacji GPWC stanowią równania wymiany ciepła obowiązujące dla powietrza (np. równanie Fouriera) oraz równania mechaniki płynów.

Istotne dla określenia wydajności systemu GPWC jest uwzględnienie właściwości nośnika ciepła jakim jest powietrze. Poprzez schłodzenie lub ogrzanie powietrza w instalacji GPWC zmieniają się parametry właściwe dla substancji i tym samym procesy termodynamiczne. Parametry zależne to między innymi wilgotność bezwzględna powietrza, ciepło właściwe oraz entalpia. Wydajność systemu GPWC wynika ze strumienia masy powietrza i różnicy entalpii wilgotnego powietrza.

$$Q_{GPWC} = \dot{m}_{Pow} \times \Delta h_{GPWC}$$

Q_{GPWC} [kW] = wydajność gruntowego powietrznego wymiennika ciepła

$\dot{m}_{Pow}$ = masowe natężenie przepływu powietrza

Δh_{GPWC} = różnica entalpii powietrza wilgotnego wchodzącego i wychodzącego z GPWC

Stany entalpii mogą być obliczone lub określone za pomocą diagramu $h - x$ (diagramu Molliera). Poprzez ochłodzenie powietrza w systemie GPWC zwiększa się względną wilgotność powietrza aż do osiągnięcia stanu nasycenia i rozpoczęcia procesu kondensacji wody. Powstające w tym procesie ciepło kondensacyjne należy uwzględnić w wymiarowaniu systemu chłodzenia, ponieważ ma ono negatywny wpływ na wydajność chłodzenia, natomiast chłód powstający na skutek parowania wpływa pozytywnie na wydajność chłodzenia. Oprócz właściwości powietrza i związanych z nim procesów termodynamicznych podczas wymiarowania należy również uwzględnić procesy przekazywania ciepła między gruntem, wymiennikiem i powietrzem.

Należy przy tym uwzględnić trzy ważne procesy. Przekazanie ciepła ze ścianki rury do powietrza płynącego w rurze, które w dużym stopniu zależy od procesów przepływu, przewodzenie ciepła przez ściankę rury i związane z tym procesy rozdzielenia i transportu ciepła zależne od materiału i w końcu przenoszenie ciepła z gruntu na rurę wymiennika ciepła. Ze względu na niejednorodność gruntu konieczne jest przyjęcie wstępnych założeń. Z reguły zakłada się, że między gruntem i ścianką rury występuje bezpośredni kontakt,

co pozwala na znaczne uproszczenie obliczeń.

Do wspomnianych trzech procesów należy jednak wykonać nie tylko obliczenia statyczne, ale i w odniesieniu do czasu. Wynikiem obliczeń jest całkowita wydajność systemu GPWC.

$$\dot{Q}_{GPWC} = \int d\dot{Q}_{GPWC} \times dt_{GPWC}$$

$\dot{Q}_{GPWC}$ = całkowita wydajność GPWC

$d\dot{Q}_{GPWC}$ = wydajność GPWC w okresie dt_{GPWC}

dt_{GPWC} = okres użytkowania systemu GPWC

W celu obliczenia przekazywania ciepła należy określić również temperatury gruntu zależne i niezależne od pór roku. Wynikająca z tego krzywa przebiegu temperatury gruntu jest zależna od właściwości gruntu. Poniższe diagramy przedstawiają przykładowe krzywe przebiegu temperatury różnych rodzajów gruntu. Wpływ wody gruntowej prowadzi zazwyczaj do tłumienia krzywej przebiegu temperatury gruntu. Dlatego woda gruntowa ma znaczący wpływ na przebieg temperatury gruntu. Dane uwarunkowane wodą gruntową najczęściej są niepełne lub niedostępne, tak że można nie uwzględniać wpływu wody gruntowej lub jedynie go oszacować.

7.2 Czynniki wpływające na obliczenia szacunkowe

Istotny wpływ na obliczenia instalacji GPWC mają parametry zawarte w poniższej tabeli. Można je podzielić na parametry zadane i zmienne oraz na parametry określone w projekcie, które można zmienić, ale wymaga to dużych nakładów.

Parametry zadane (nieelastyczne)	Parametry zmienne (elastyczne)
Lokalizacja	Strumień objętości**
Warunki atmosferyczne (temperatura, opady)	Długość rury**
Materiał podłoża*	Średnica rury
Zawartość wody w gruncie*	Materiał rury
Struktura gruntu	Głębokość montażu
Dostępna powierzchnia	Odległość od budynków / innych instalacji rurowych
Odległość od wody gruntowej (wahania poziomu wody gruntowej)	
Obciążenia chłodnicze i grzewcze budynku	

*Parametry, które można zmienić, ale wymaga to dużych nakładów.

** Parametry częściowo określone w projekcie

7.2.1 Klimat / lokalizacja

Lokalizacja instalacji wynika najczęściej z ilości miejsca potrzebnego do montażu wzgl. wytycznych wynikających z przepisów. Oprócz ekspozycji systemu GPWC na ten mikroklimat wpływa bliskość budynków, rodzaj i wysokość roślinności lub bliskość rzek / jezior. W szacunkowych obliczeniach nie ma możliwości uwzględnienia wszystkich obszarów mikroklimatycznych na danej powierzchni, ponieważ trzeba je przedstawiać kompleksowo, a pojedynczo nie mają istotnego wpływu na obliczenia. Dla ułatwienia obliczeń szacunkowych bierze się pod uwagę typowe regionalne dane klimatyczne, które obejmują

typowe warunki klimatyczne. Ponieważ każdego roku regionalnie występują różne warunki klimatyczne, do obliczeń przyjmuje się tak zwane typowe testowe lata referencyjne, które najlepiej odzwierciedlają warunki panujące w danym regionie.

Przy wyborze lokalizacji należy zatem uwzględnić nie tylko wytyczne związane z miejscem i obowiązującymi przepisami, ale także aspekty energetyczne. Dlatego wybór lokalizacji powinien być uwzględniony już na pierwszym etapie projektowania, a także w planowanych na przyszłość projektach.

7.2.2 Grunt

Przy montażu systemu GPWC najczęściej konieczne są kompleksowe prace ziemne. Najpierw wykonuje się wykop, a następnie wypełnia się go tym samym gruntem lub gruntem o takich samych właściwościach. Te działania mają istotny wpływ na strukturę i tym samym na właściwości fizyczne gruntu.

Wyróżnia się trzy fazy gruntu:

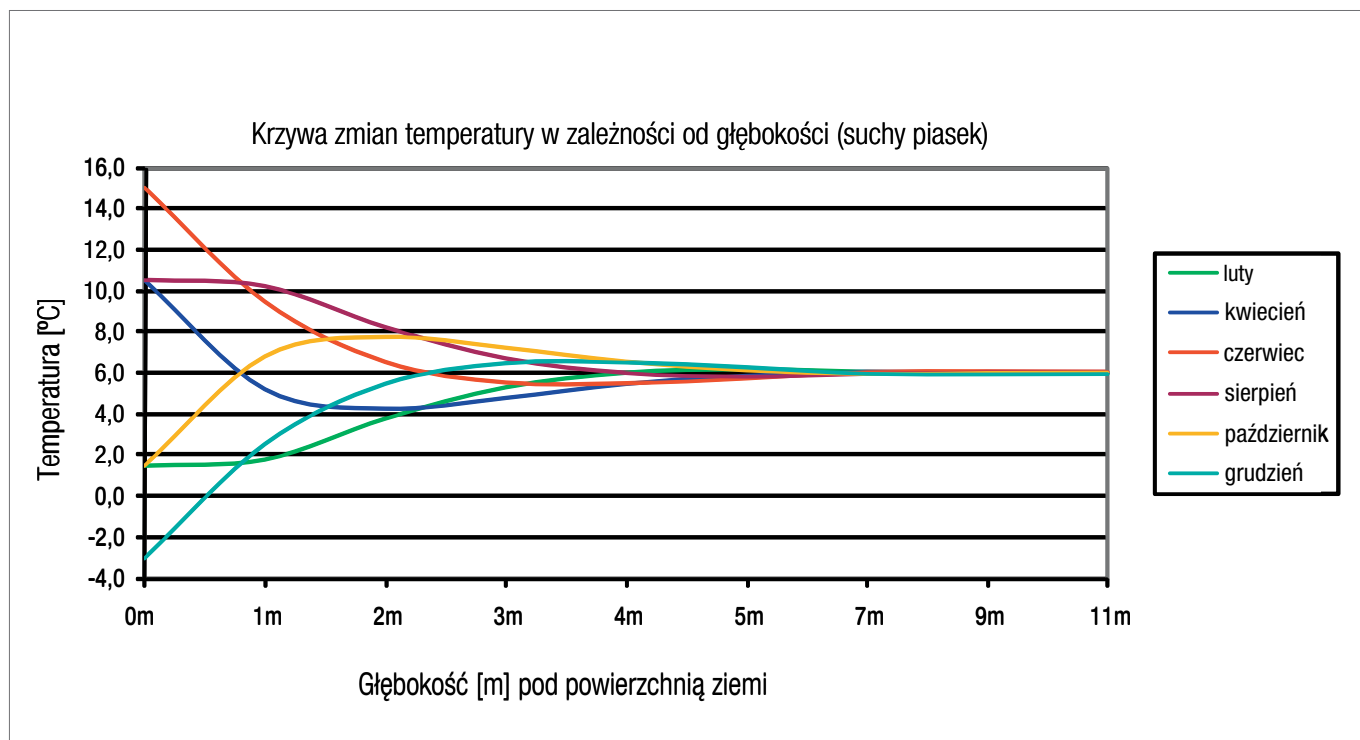
- faza stała (ziarna gruntu)
- faza płynna (roztwór glebowy)
- faza gazowa (powietrze gruntowe)

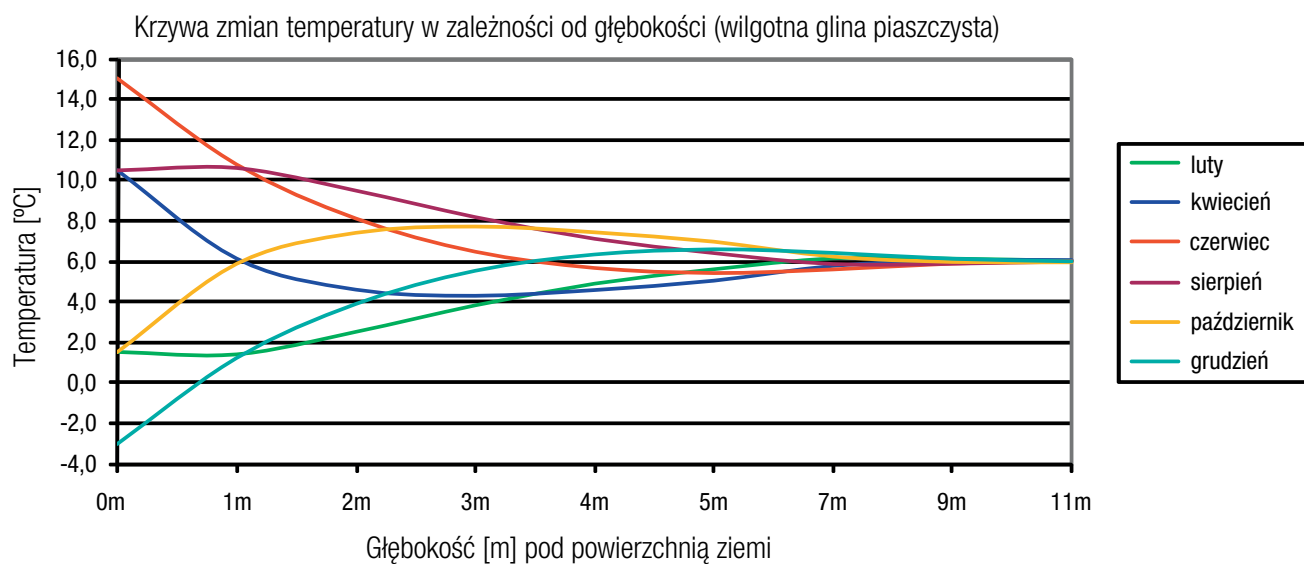
W całkowitej objętości gruntu największy udział ma faza stała, wynosi on ok. 50%. Ziarna gruntu składają się z minerałów i niewielkiej ilości substancji organicznych. Skład minerałów wpływa na właściwości termiczne gruntu. Faza płynna i gazowa zależą od uziarnienia gleby. Z uziarnienia gleby wynika tak zwana objętość porów, czyli wolna przestrzeń, którą wypełnia faza płynna lub gazowa. Im większe są pory, tym większy jest udział fazy gazowej w całkowitej objętości porów. Z reguły fazę płynną stanowi woda, a fazę gazową

powietrze. Ponieważ woda ma znacznie lepsze właściwości termiczne niż powietrze, większy udział fazy płynnej wpływa pozytywnie na właściwości termiczne gruntu.

Udział wolnej przestrzeni porów określa między innymi uziarnienie gleby. Na podstawie uziarnienia można sklasyfikować grunt za pomocą trójkąta ISO. Każdy rodzaj gruntu ma specyficzne właściwości termiczne. Oprócz właściwości termicznych określonych na podstawie matrycy glebowej duży wpływ na właściwości termiczne ma udział wody.

Wspomniane parametry termiczne gruntu mają bezpośredni wpływ na amplitudę temperatur gruntu, co przedstawiają poniższe diagramy.





Do szacunkowych obliczeń systemu GPWC zaleca się uzyskanie kompleksowej ekspertyzy gruntu (badanie gruntu budowlanego) wg PN-EN ISO 14688-2 lub sporządzenie przez wykwalifikowany personel (np. geologów) specyfikacji warstw wg DIN 4022, z przedstawieniem warunków wody gruntowej. Tylko w taki sposób można przeprowadzić rzetelne obliczenia szacunkowe.

7.2.3 Natężenie przepływu / prędkość przepływu

Przy szacunkowych obliczeniach systemu GPWC oprócz parametrów termicznych gruntu należy uwzględnić także czynniki związane z mechaniką przepływu.

System GPWC należy zaprojektować zawsze na maksymalny przewidywany strumień objętości powietrza. Wymagany strumień objętości powietrza można obliczyć na podstawie krotności wymian powietrza zewnętrznego w pomieszczeniu w ciągu godziny, wymaganej wydajności chłodzenia, stężenia dwutlenku węgla w pomieszczeniu lub liczby osób przebywających w pomieszczeniu.



Obliczenia wymaganego maksymalnego strumienia objętości powietrza dla instalacji o przepływie powyżej 750 m³/h muszą być wykonane przez projektanta. W przypadku instalacji o przepływie poniżej 750 m³/h w obliczeniach powinien wziąć udział projektant.

W przypadku systemów poniżej 750 m³/h, a więc w praktyce w domach jednorodzinnych i bliźniakach, strumień objętości oblicza się z reguły na podstawie wskaźnika krotności wymian powietrza zewnętrznego. Wynosi on ok. 0,4 – 0,8 na godzinę. Oznacza to, że przy kubaturze budynku 400 m³ ze wskaźnikiem krotności wymian powietrza zewnętrznego 0,5 należy przyjąć wymagany przepływ powietrza w GPWC na poziomie 200 m³/h.



Maksymalny możliwy strumień objętości jest określony przez zastosowany system wentylacji. Potrzebne dane należy odczytać z danych technicznych systemu wentylacji mechanicznej.

W oparciu o maksymalny strumień objętości i zastosowania projektowanego systemu GPWC należy dobrać właściwą średnicę rury. W zależności od zastosowania maksymalna prędkość przepływu może być różna. Przy doborze średnicy rury należy zwrócić uwagę, że strata ciśnienia zwiększa się wraz ze wzrostem prędkości przepływu. Z poniższego wzoru wynika, że wzrost straty ciśnienia nie jest funkcją liniową, lecz kwadratową, dlatego wzrost prędkości przepływu powoduje większą niż proporcjonalną stratę ciśnienia.

$$\Delta p = \zeta \times \frac{\rho}{2} \times \omega^2 \text{ gdzie } \omega = \frac{Q/3600}{\pi/4 \times d^2}$$

Δp = strata ciśnienia [Pa]

ρ = gęstość [kg/m³]

ω = prędkość przepływu [m/s]

Q = natężenie przepływu [m³/h]

d = wewnętrzna średnica rury [m]

ζ = współczynnik oporu miejscowego

Dostępne są dwa rodzaje rur GPWC: rury, których główną funkcją jest wymiana ciepła oraz takie, które mają za zadanie głównie rozdzielanie, zbieranie i transportowanie powietrza.

Rura wymiennika ciepła

Aby zapewnić optymalną wymianę ciepła między gruntem i powietrzem, prędkość przepływu powinna wynosić 2-4 m/s. Przy tej prędkości przepływu jest zapewniony odpowiedni stosunek między czasem zatrzymania powietrza w rurze, stratą ciśnienia zależną od prędkości przepływu oraz współczynnikiem przekazywania ciepła α_{wewn} . Należy unikać prędkości przepływu poniżej 1 m/s ze względu na znacznie gorszą wymianę ciepła, jak również prędkości przepływu powyżej 4 m/s ze względu na znaczne skrócenie czasu zatrzymania powietrza w rurze. Do zastosowania jako wymiennik ciepła zalecane są rury o średnicy do DN 315. W przypadku średnic powyżej DN 315 zastosowanie jako wymiennik ciepła jest zasadne tylko pod pewnymi warunkami, ponieważ stosunek powierzchni zewnętrznej do pojemności bardzo niekorzystnie wpływa na wymianę ciepła. Ponadto w przypadku rur o dużych średnicach koszty produkcji i montażu są znacznie wyższe, zatem należy wziąć pod uwagę także aspekty ekonomiczne.

Rury rozdzielacza

W przypadku systemów wielorurowych konieczny jest transport stosunkowo dużego strumienia objętościowego powietrza od momentu wejścia do systemu aż do rozdzielacza, a po przejściu przez rury wymiennika z kolektora do budynku. W tym przypadku najważniejszy jest transport jak największej objętości powietrza, a nie wymiana ciepła. Do tego celu nadają się szczególnie rury o dużych średnicach. Maksymalna prędkość przepływu w rurociągu powinna wynosić 5-7 m/s. Należy unikać prędkości przepływu powyżej 7 m/s, ponieważ w przeciwnym wypadku w instalacji mogą powstawać szумы.

W poniższej tabeli zestawiono zaokrąglone wartości strumienia objętości przy danej prędkości przepływu dla rur wymiennika lub rozdzielacza. Dodatkowo zaznaczono, które średnice nie nadają się do danego zastosowania.

Średnica rury	Rura wymiennika		Rura rozdzielacza	
	Przepływ w m ³ /h przy prędkości przepływu 2 m/s	Przepływ w m ³ /h przy prędkości przepływu 4 m/s	Przepływ w m ³ /h przy prędkości przepływu 5 m/s	Przepływ w m ³ /h przy prędkości przepływu 7 m/s
DN 200 / ID 186	200	400	nie stosować	nie stosować
DN 250 / ID 232	300	600	750	1.100
DN 315 / ID 293	500	950	1.200	1.700
DN 400 / ID 373	800	1600	2.000	2.800
DN 500 / ID 466	1250	2500	3.100	4.300
DN 630 / ID 582	nie stosować	nie stosować	4.800	6.700

7.2.4 Głębokość montażu

Głębokość montażu niezależnie od właściwości gruntu wpływa na wydajność energetyczną GPWC. Wraz ze wzrostem głębokości nie tylko rośnie średnia temperatura, ale także spada amplituda wahań temperatury spowodowanych zmianami pór roku, co powoduje wzrost poziomu temperatury korzystny dla pracy systemu. W ten sposób wraz ze wzrostem głębokości rośnie pobór energii. Nie jest to jednak wzrost liniowy, tylko logarytmiczny. Dlatego z ekonomicznego punktu widzenia należy porównać koszty wykonania głębszego wykopu z dodatkowym poborem energii GPWC. Również wytyczne projektowe, jak np. przejścia szczelne lub odpływy kondensatu mogą mieć wpływ na maksymalną lub minimalną głębokość montażu. W projekcie należy zatem dobrać najbardziej optymalną głębokość montażową dla systemu.

W zależności od zastosowania do chłodzenia lub ogrzewania, rodzaju podłoża i klimatu optymalna głębokość montażu GPWC waha się z reguły w granicach 1,5-4 m w odniesieniu do dna posadowienia rury.



W przypadku montażu na głębokości powyżej 4 m nad wierzchołkiem rury konieczne są obliczenia statyczne.

Minimalna warstwa przykrywająca wierzchołek rury nie może być mniejsza niż 0,8 m przy montażu pod niezabudowanymi powierzchniami. Przy montażu rurociągu należy zastosować odpowiednie oznakowanie, np. taśmy ostrzegawcze. W przypadku montażu pod budynkiem lub pod zabudowaną powierzchnią należy zachować odległości zgodnie z rozdziałem 6.3.5.8.

7.2.5 Metoda montażu

Wybór techniki montażu systemu GPWC zależy głównie od maksymalnego strumienia objętości powietrza oraz dostępnego miejsca. Rozróżnia się montaż systemów jedno- i wielorurowych. Technika układania zależy od położenia rury wymiennika. W przypadku systemów jednorurowych występuje tylko jeden odcinek rury wymiennika ciepła, w przypadku systemów wielorurowych jest ich więcej.

Systemy jednorurowe są stosowane zwłaszcza w domach jednorodzinnych i bliźniakach. Maksymalne natężenie przepływu powietrza występujące w takich instalacjach wynosi zazwyczaj poniżej 750 m³/h. Jednocześnie dzięki systemom jednorurowym występuje efekt synergii przy i tak wykonywanych pracach ziemnych poprzez znaczną redukcję kosztów montażowych. Przy natężeniu przepływu powietrza powyżej 750 m³/h jednorurowy system nie jest już optymalny z energetycznego punktu widzenia. Odpływ kondensatu z instalacji jest najczęściej zapewniony przez centralnie umiejscowiony odpływ kondensatu. Kondensat może być odprowadzany zarówno przez odpływ zamontowany w budynku jak również przez zamontowaną na zewnątrz studnię zbierającą kondensat. Z higienicznego punktu widzenia bardziej polecany jest odpływ kondensatu w budynku, ponieważ można go łatwo kontrolować i czyścić. W przypadku bardzo długich odcinków rur lub specyficznych warunków w danej lokalizacji mogą być konieczne dodatkowe studnie rewizyjne wzdłuż odcinka.

Jeśli przewiduje się natężenie przepływu powyżej 750 m³/h, z uwagi na uwarunkowania energetyczne zaleca się system wielorurowy. Takie instalacje są wykonywane najczęściej na osobnych powierzchniach. Tym samym trudno jest uzyskać efekt synergii w związku z i tak wykonywanymi pracami budowlanymi. Systemy wielorurowe składają się najczęściej z rur o co najmniej dwóch różnych średnicach. Większa średnica służy do transportu powietrza do rozdzielacza lub do transportu powietrza z kolektora do systemu wentylacji budynku. Rura o mniejszej średnicy łącząca rozdzielacze pełni funkcję właściwego wymiennika ciepła. W systemach wielorurowych zaleca się przynajmniej dwie jednostki do odprowadzania i zbierania kondensatu. Przy projektowaniu i wykonaniu odpływów kondensatu należy uwzględnić ich dostępność w przypadku konieczności czyszczenia.

7.2.6 Długość rur

Długość rur w systemie GPWC ma bezpośredni związek z osiąganym poborem energii i stratą ciśnienia w instalacji. W zależności od strumienia objętości długość rury warunkuje czas wymiany ciepła między gruntem i powietrzem płynącym w rurze. Szczególną rolę odgrywają tutaj procesy wymiany ciepła

przedstawione w rozdziale 7.1. Długość i średnica rur warunkują jednocześnie powierzchnię dostępną do wymiany ciepła. Na wejściu do GPWC różnica temperatury gruntu i powietrza jest największa. Różnica temperatury wpływa bezpośrednio na wymianę ciepła między gruntem i powietrzem, która jest największa na wejściu do GPWC, jak pokazuje poniższy wzór.

$$Q = \dot{V} \times \rho_L \times c_p \times (t_1 - t_2)$$

$$Q = \text{moc [kW]}$$

$$\dot{V} = \text{maksymalny strumień objętości powietrza [m³/h]}$$

$$c_p = \text{ciepło właściwe powietrza [kJ/kg K]}$$

$$\rho_L = \text{gęstość powietrza [kg/m³]}$$

$$t_1 = \text{temperatura powietrza na wejściu / wyjściu}$$

Im dłuższa rura, tym mniejsza jest średnia wydajność na jeden metr (patrz również diagram w załączniku).

Przyczyną spadku wydajności jest w głównej mierze spadek różnicy temperatur. Im dłużej powietrze znajduje się w rurze, tym więcej ciepła może pobrać z otoczenia lub oddać. W nieskończenie długim GPWC prowadzi to teoretycznie do osiągnięcia przez powietrze temperatury gruntu. Jak widać na diagramie (w załączniku), stosunek osiągniętego poboru energii do długości rury spada wraz ze wzrostem długości rury, przy jednoczesnym liniowym wzroście kosztów inwestycyjnych. Dlatego konieczne jest znalezienie optymalnej długości GPWC i wynikającego z niej poboru energii w stosunku do poniesionych kosztów inwestycyjnych. W konkretnych przypadkach zasadne może być zaprojektowanie rur o długości odbiegającej od powyższego zakresu.

7.3 Charakterystyczne parametry GPWC

Charakterystyczne parametry mogą być stosowane do porównania różnych instalacji GPWC. Jednocześnie w oparciu o te parametry można oszacować efektywność systemu GPWC. Za pomocą parametrów już na etapie projektowania można stwierdzić, czy system będzie skuteczny i ekonomiczny. Tym samym znacznie zmniejsza się ilość przeprowadzanych symulacji, co niesie za sobą oszczędności finansowe i czasowe.

7.3.1 Natężenie przepływu na 1 m długości GPWC

Natężenie przepływu powietrza na 1 m długości GPWC to tak zwany parametr wstępny. Oznacza to, że do jego obliczenia potrzeba niewiele danych. Są to całkowita długość rurociągu i maksymalny strumień objętości:

$$M = V / L_{\text{całk}} \text{ [m³/hm]}$$

$$M = \text{natężenie przepływu powietrza na 1 m długości [m³/hm]}$$

$$V = \text{strumień objętości [m³/h]}$$

$$L_{\text{całk}} = \text{całkowita długość rurociągu GPWC}$$

Natężenie przepływu na 1 m dostarcza informacji o efektywności systemu. Dobre instalacje GPWC mają możliwie najniższy ten parametr. Przy wartości powyżej 40 [m³/hm] należy wyjść z założenia, że nie ma już konieczności dalszych dokładnych badań, ponieważ mamy do czynienia z raczej nieefektywną instalacją.

7.3.2 Wskaźnik efektywności energetycznej

Wskaźnik efektywności energetycznej pozwala określić maksymalną zakładaną moc instalacji przy maksymalnych różnicach temperatur oraz uwzględnieniu wbudowanych komponentów i wynikających z nich strat ciśnienia. Wskaźnik efektywności oblicza się w następujący sposób:

$$\varepsilon = \frac{Q}{P_{\text{vent}}}$$

$$Q = \text{moc cieplna GPWC [kW]}$$

$$P_{\text{vent}} = \text{ilość zużytej energii elektrycznej przez wentylator na potrzeby GPWC [kW]}$$

Za pomocą wskaźnika efektywności nie można określić sezonowego poboru energii i tym samym redukcji emisji CO₂. Wskaźniki wydajnościowe należy

obliczyć osobno dla chłodzenia i ogrzewania, ponieważ różnią się one ze względu na odmienny sposób działania. Latem wskaźniki efektywności są nieco niższe niż zimą, co jest spowodowane niską letnią amplitudą temperatur w odniesieniu do średniej temperatury rocznej.

7.4 Obliczenie ilości kondensatu

Z reguły kondensat występuje wtedy, gdy temperatura powietrza zewnętrznego zostanie obniżona na tyle, że zostaje osiągnięty stan nasycenia wodą powietrza. Ilość kondensatu można określić poprzez zmianę wilgotności względnej powietrza, którą można odczytać z diagramu h-x (diagram Moliera). Obliczenia wykonuje się według następującego wzoru.

$$m_{\text{kond}} = m_{\text{pow}} \times (X_{\text{GPWC, wejście}} - X_{\text{GPWC, wyjście}})$$

m_{kond} = strumień masy kondensatu [kg/s]

m_{pow} = strumień masy powietrza [kg/s]

$X_{\text{GPWC, wejście}}$ = wilgotność względna na wejściu do GPWC [kg wody/kg powietrza]

$X_{\text{GPWC, wyjście}}$ = wilgotność względna na wyjściu z GPWC [kg wody/kg powietrza]

Zmiany wilgotności powietrza można odczytać z diagramu h-x. Następnie należy wykonać przykładowe obliczenia możliwego wykroplenia się kondensatu w ciągu godziny. Należy przy tym zwrócić uwagę, że uzyskany wynik nie może być odnoszony do całkowitego czasu pracy instalacji, tylko do kondensatu wykroplonego w konkretnych warunkach. Przy dokładnym określaniu ilości kondensatu należy brać pod uwagę osobno każdą godzinę.



Każda metoda obliczania ilości kondensatu opiera się na danych historycznych. Rzeczywista ilość kondensatu może się znacznie różnić od wyliczonych wartości ze względu na zmieniające się w czasie parametry.

Przykładowe obliczenia:

Strumień objętości powietrza 200 m³/h

Temperatura na wejściu: 30 °C

Temperatura na wyjściu: 19 °C

Gęstość powietrza: 1,20 kg/m³

Względna wilgotność powietrza na wejściu: 65 %

Z diagramu h-x można odczytać zawartość wody $X_{\text{GPWC, wejście}}$ w powietrzu w temperaturze 30 °C i wilgotności 65%. Wynosi ona, jak w przykładowym diagramie, 17,4 g/kg. Przyjmując tę wartość można określić temperaturę punktu rosy poprzez poprowadzenie linii prostopadłej do temperatury pary nasyconej.

Określona w ten sposób temperatura punktu rosy wynosi 22,7 °C. Jeśli w instalacji GPWC nastąpi dalsze obniżenie temperatury, musi się wykroplić kondensat, aby dalsze schładzanie było możliwe.

Aby określić zawartość wody $X_{\text{GPWC, wyjście}}$ należy śledzić linię pary nasyconej do punktu przecięcia z temperaturą powietrza na wyjściu. Przy temperaturze wynoszącej 19 °C i wilgotności powietrza 100% zawartość wody w powietrzu wynosi 13,7 g/kg.

Po podstawieniu odczytanych wartości do wzoru otrzymujemy wynik:

$$m_{\text{kond}} = 1.20 \times 200 \times (0,0174 - 0,0137)$$

$$m_{\text{kond}} = 0,888 \text{ [kg/h]}$$

7.5 Konserwacja i czyszczenie

7.5.1 Wytyczne dotyczące konserwacji systemu

Dla zapewnienia czystości i higieny doprowadzanego powietrza musi być zapewniona czysta i higieniczna praca instalacji. Oznacza to, że zgodnie z wytycznymi dyrektywy VDI 6022 zawartość kurzu, bakterii, grzybów i innych zanieczyszczeń biologicznych w powietrzu nawiewanym musi być mniejsza lub równa zawartości zanieczyszczeń w powietrzu zewnętrznym. Zgodnie z

powyższą normą należy ustalić odpowiednie terminy czyszczenia i inspekcji.



Już przed projektowaniem należy uwzględnić obowiązujące krajowe normy, dyrektywy i rozporządzenia dotyczące higienicznej pracy systemów wentylacji.

7.5.2 Inspekcja higieniczna

Inspekcja higieniczna ma na celu zapewnienie higieny pracy GPWC. Zgodnie z dyrektywą VDI 6022 inspekcja higieniczna systemów wentylacyjnych bez nawilżania, do których należy GPWC, powinna się odbywać co trzy lata. Inspekcję mogą przeprowadzać wyłącznie wykwalifikowane osoby zgodnie z VDI 6022 arkusz 2, kategoria A.

Podczas inspekcji higienicznej sprawdza się, czy instalacja i poszczególne komponenty nie są zabrudzone lub uszkodzone. Stwierdza się, czy występują krytyczne czynniki, takie jak np. rozwój organizmów chorobotwórczych. Poza tym, o ile jest to konieczne, można przeprowadzić badania mikrobiologiczne. Wyniki inspekcji higienicznej użytkownik powinien przechowywać w formie dokumentacji co najmniej przez sześć miesięcy.



Krajowe przepisy mogą zawierać inne wymagania dotyczące odstępów czasowych między inspekcjami. W ramach odbioru instalacji należy przeprowadzić tak zwaną wstępną kontrolę higieny.

Podczas wstępnej kontroli higieny oprócz wymagań higienicznych sprawdza się również należyte wykonanie instalacji wzgl. przedłożone protokoły z montażu.

Funkcje istotne dla czyszczenia i konserwacji instalacji GPWC wynikają z tabeli odnoszącej się do systemów wentylacyjnych zawartej w dyrektywie VDI 6022 arkusz 1.

Poniższa tabela zawiera najważniejsze punkty dotyczące GPWC.

Funkcja	Czynność	Czas do następnej kontroli
Miejsca przechodzenia powietrza z zewnątrz sprawdzenie pod kątem zabrudzenia, uszkodzenia	Czyszczenie	12 miesięcy
Filtr powietrza sprawdzenie, czy nie ma niedopuszczalnych zabrudzeń i uszkodzeń (wycieków) i zapachów; sprawdzenie różnicy ciśnień	Wymiana właściwego filtra	3-6 miesięcy
Rury GPWC Sprawdzenie, czy dostępne rury nie są uszkodzone; sprawdzić wewnętrzną powierzchnię rury w 3 reprezentatywnych miejscach pod kątem zabrudzenia i obecności wody	Kontrola rur GPWC, w razie stwierdzenia zabrudzeń zdecydować o konieczności czyszczenia rurociągu	12 miesięcy

7.5.3 Kontrola higieniczna

Oprócz inspekcji higienicznej należy zgodnie z dyrektywą VDI 6022 przeprowa-

dzić dalsze czynności konserwacyjne związane z higieną, czyli tak zwaną kontrolę higieniczną. Kontrolę higieniczną może przeprowadzić wyłącznie wykwalifikowany personel. Zakres tej kontroli ogranicza się do kontroli wzrokowej rurociągu i odpowiednich elementów instalacji. Kontrole higieniczne przeprowadza się w celu wczesnego wykrycia zabrudzeń i uszkodzeń wzgl. wykonania odpowiednich czynności naprawczych. Jeśli przy kontroli zostaną wykryte czynniki krytyczne, wówczas należy zastosować odpowiednie środki w celu ich usunięcia.



Kontrolę higieniczną mogą przeprowadzać wyłącznie wykwalifikowane osoby. Projektant i inwestor powinni określić niezbędne środki naprawcze.

7.5.4 Czyszczenie

Jest wiele metod czyszczenia, które mogą być stosowane w systemach wentylacji. GPWC zalicza się wprawdzie do systemów wentylacji, jednak znacznie różni się od standardowego systemu wentylacji. Dlatego nie wszystkie metody czyszczenia nadają się do systemów transportujących powietrze. Dodatkowo jak dotąd nie ma norm lub dyrektyw dotyczących specyfikacji urządzeń czyszczących lub czyszczenia GPWC.

Przy czyszczeniu systemu GPWC należy wziąć pod uwagę przede wszystkim względy higieniczne zgodnie z VDI 6022. W dalszej części rozdziału są przedstawione dwie różne metody czyszczenia.

Już w początkowej fazie projektowania należy zwrócić uwagę na konstrukcję systemu umożliwiającą optymalne czyszczenie. Jeśli jest taka konieczność, należy zaprojektować odpowiednie studnie rewizyjne. Niezależnie od metody czyszczenia należy zwrócić uwagę na następujące właściwości konstrukcji:

- w miarę możliwości stosować maksymalnie dwa kolana 45° na jednym oczyszczanym odcinku
- maksymalna długość oczyszczanego odcinka rurociągu 50 m
- niestosowanie kolan 88° przy różnicach wysokości
- konieczność zachowania dostępu przy zmianie średnic w obrębie jednego oczyszczanego odcinka
- średnice podejść i odejść nie mogą być mniejsze niż przy rozdzielaczu, jeśli nie ma osobnego dostępu do rozdzielacza



Stosowane na rynku metody czyszczenia systemów wentylacji i systemów kanalizacyjnych mogą być stosowane również do czyszczenia GPWC. Dla optymalnych efektów czyszczenia należy dobrać odpowiednią metodę.

7.5.4.1 Czyszczenie za pomocą szczotek

Zasadniczo instalację GPWC można czyścić za pomocą szczotek stosowanych do przewodów wentylacyjnych. Ponieważ dostępne są szczotki o różnych długościach, należy zwrócić uwagę, że w przypadku przekroczenia maksymalnej oczyszczanej długości konieczne jest czyszczenie w kilku odcinkach. W tym celu należy odciąć oczyszczany odcinek od reszty rurociągu. Podczas czyszczenia szczotkę wprowadza się do oczyszczanego odcinka przed otwór rewizyjny. W zależności od metody czyszczenia do drugiego końca rury podłącza się jednostkę ssącą z filtrem dokładnym. Jednostka ssąca usuwa luźne cząstki brudu.

Do czyszczenia stosuje się w praktyce szczotki obrotowe i statyczne.



Do programu rur i kształtek opisanego w niniejszej informacji technicznej można stosować wyłącznie szczotki z włosa lub tworzywa sztucznego.

Zaleca się stosowanie szczotek obrotowych ze względu na lepsze efekty czyszczenia. Aby wzmocnić efekt związany z podciśnieniem przy przesuwaniu szczotki, można założyć na szczotkę tak zwane płytki wytwarzające podciśnienie. Systemy rurowe można czyścić za pomocą szczotek. Ze względu na ograniczenie długości czyszczonego odcinka za pomocą szczotki, przy

projektowaniu należy zaplanować otwory rewizyjne do wprowadzenia szczotek czyszczących.

Zastosowanie czyszczenia za pomocą szczotek w systemach wielorurowych lub systemach z odejściami rurowymi jest zalecane tylko wtedy, gdy jest zapewniony dostęp do czyszczonych odcinków przez otwory rewizyjne.

Jeśli w czyszczonym odcinku rurociągu znajdują się kolana, należy sprawdzić, na jakiej długości można wyczyścić ten fragment rurociągu. W razie potrzeby należy dopasować zastosowaną technikę np. poprzez zastosowanie robotów czyszczących. Podstawą należytego wykonania czyszczenia jest zaprojektowanie otworów rewizyjnych i jak najmniejszej ilości odejść w rurociągu



Całą instalację należy zaprojektować tak, aby możliwe było przeprowadzenie kompleksowego czyszczenia GPWC zgodnie z obowiązującymi wytycznymi.

7.5.4.2 Czyszczenie za pomocą wody

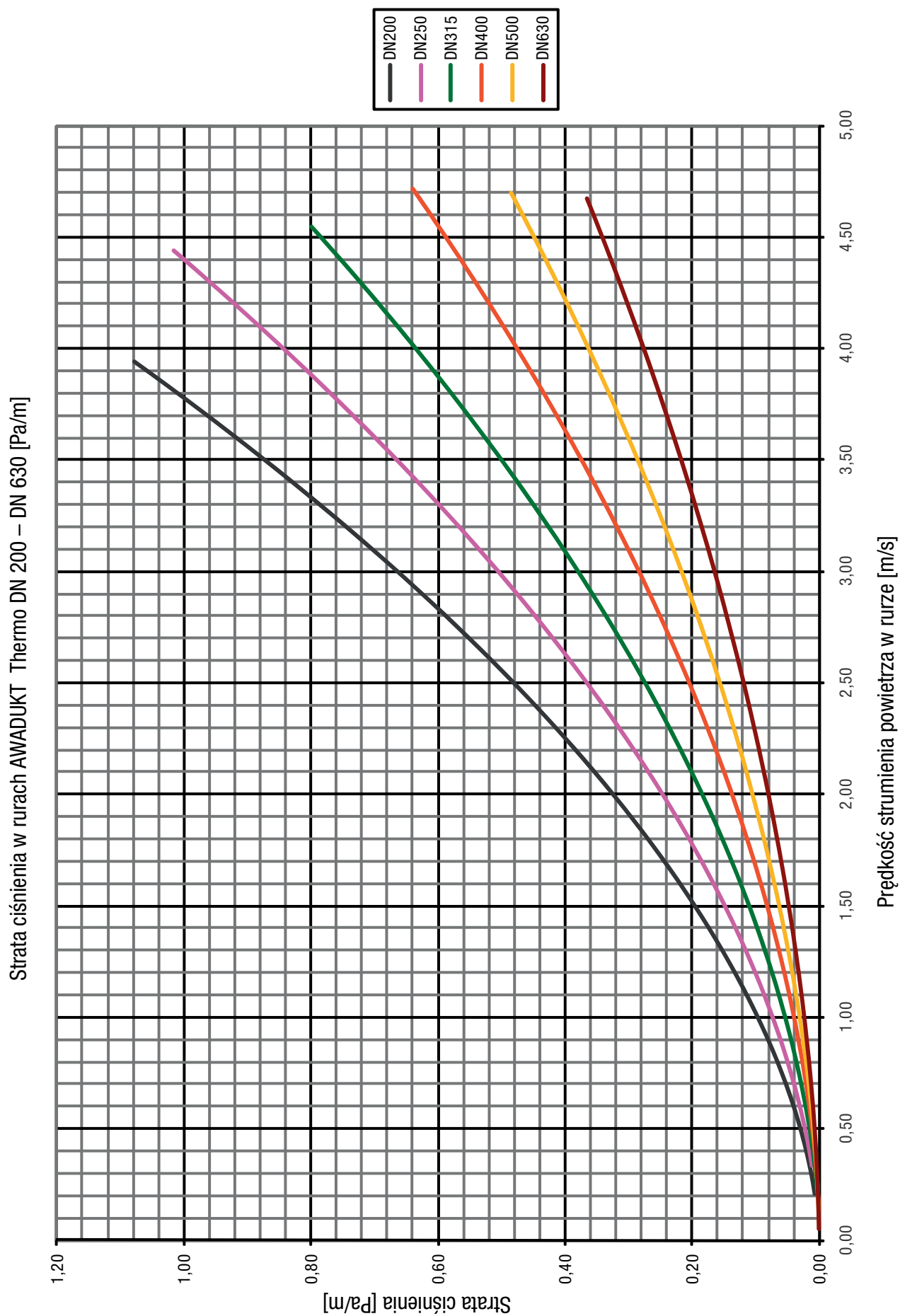
Czyszczenie systemu rurowego za pomocą wody to znana i sprawdzona metoda. Można w ten sposób czyścić także system GPWC. Czyszczenie za pomocą wody ma w porównaniu z czyszczeniem za pomocą szczotek tę zaletę, że osady z mikroorganizmów znajdujące się w rurociągu dobrze rozpuszczają się pod wpływem wody i jednocześnie są całkowicie usuwane. Parametry czyszczenia za pomocą wody, jak np. ciśnienie dysz, czas lub prędkość przesuwania dysz należy dobrać tak, aby nie dopuścić do uszkodzenia komponentów. Woda po procesie czyszczenia musi być odprowadzona. Aby osiągnąć wystarczającą szybkość przesuwania dysz w połączeniu z dobrym efektem czyszczenia konieczny jest strumień objętości 70 – 120 l/min. Woda po czyszczeniu musi być całkowicie odprowadzona przez dostępne odpływy kondensatu.

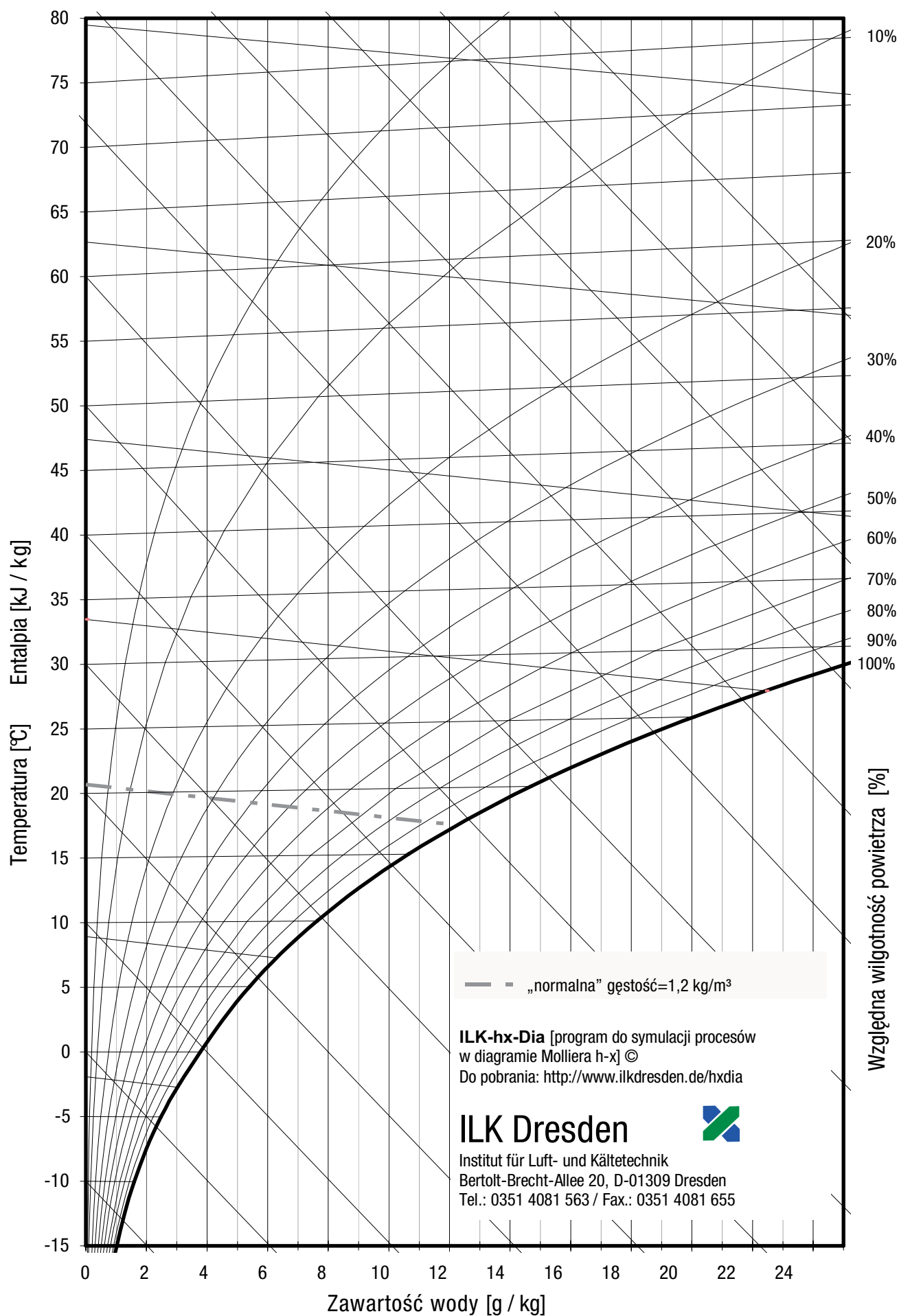


Po czyszczeniu za pomocą wody należy zwrócić uwagę, że w rurze pozostaje pewna ilość wody. W razie potrzeby należy zapewnić poprzez odpowiednie działania wymaganą dla komfortu względną wilgotność powietrza.

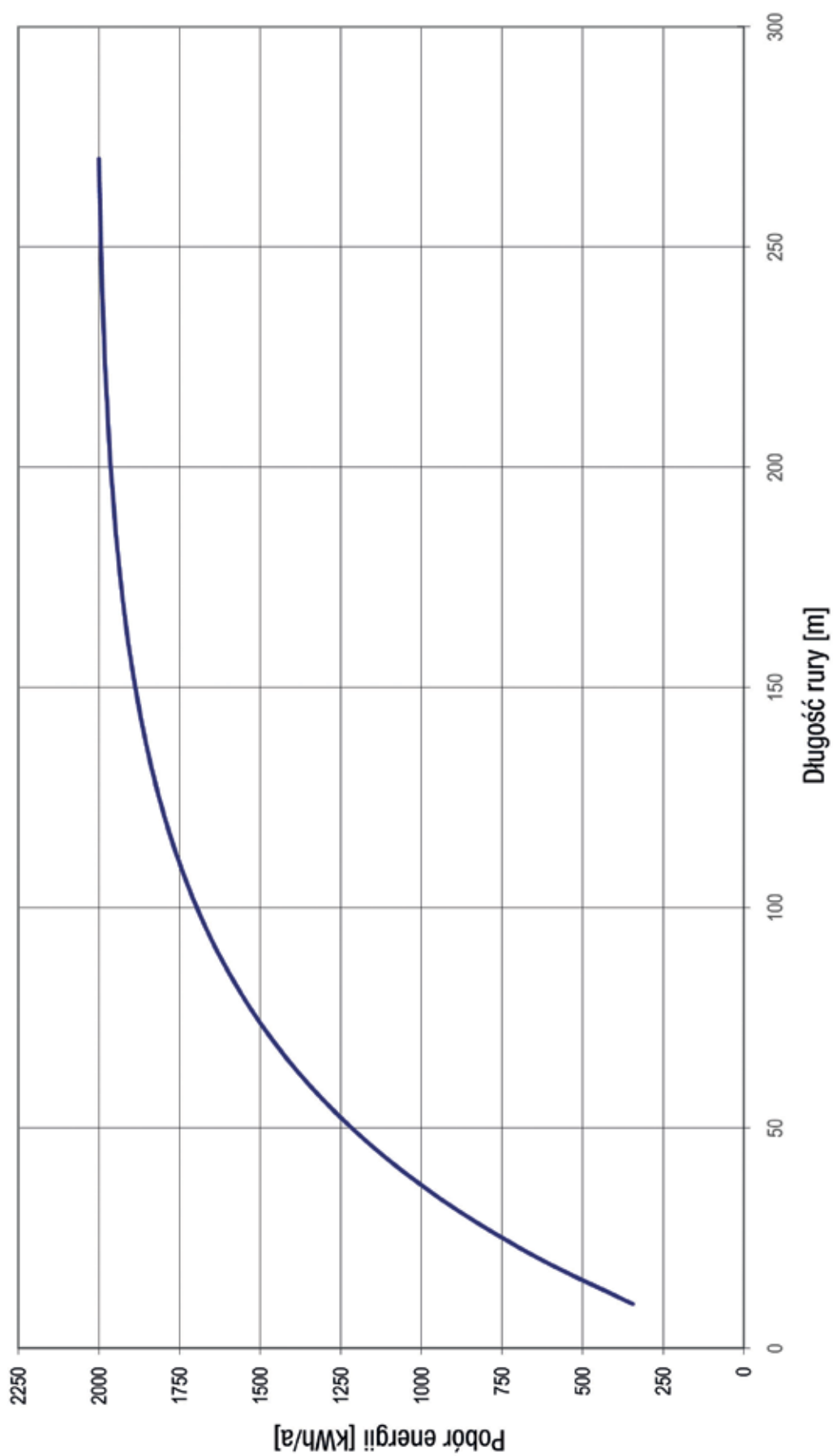
Czyszczenie za pomocą wody jest lepsze od czyszczenia za pomocą szczotek zwłaszcza w systemach wielorurowych. Poprzez zastosowanie ustandaryzowanej automatyki możliwe jest dojście do rozdzielacza i wyczyszczenie poszczególnych odejść rozdzielacza.

8 TABELE/DIAGRAMY

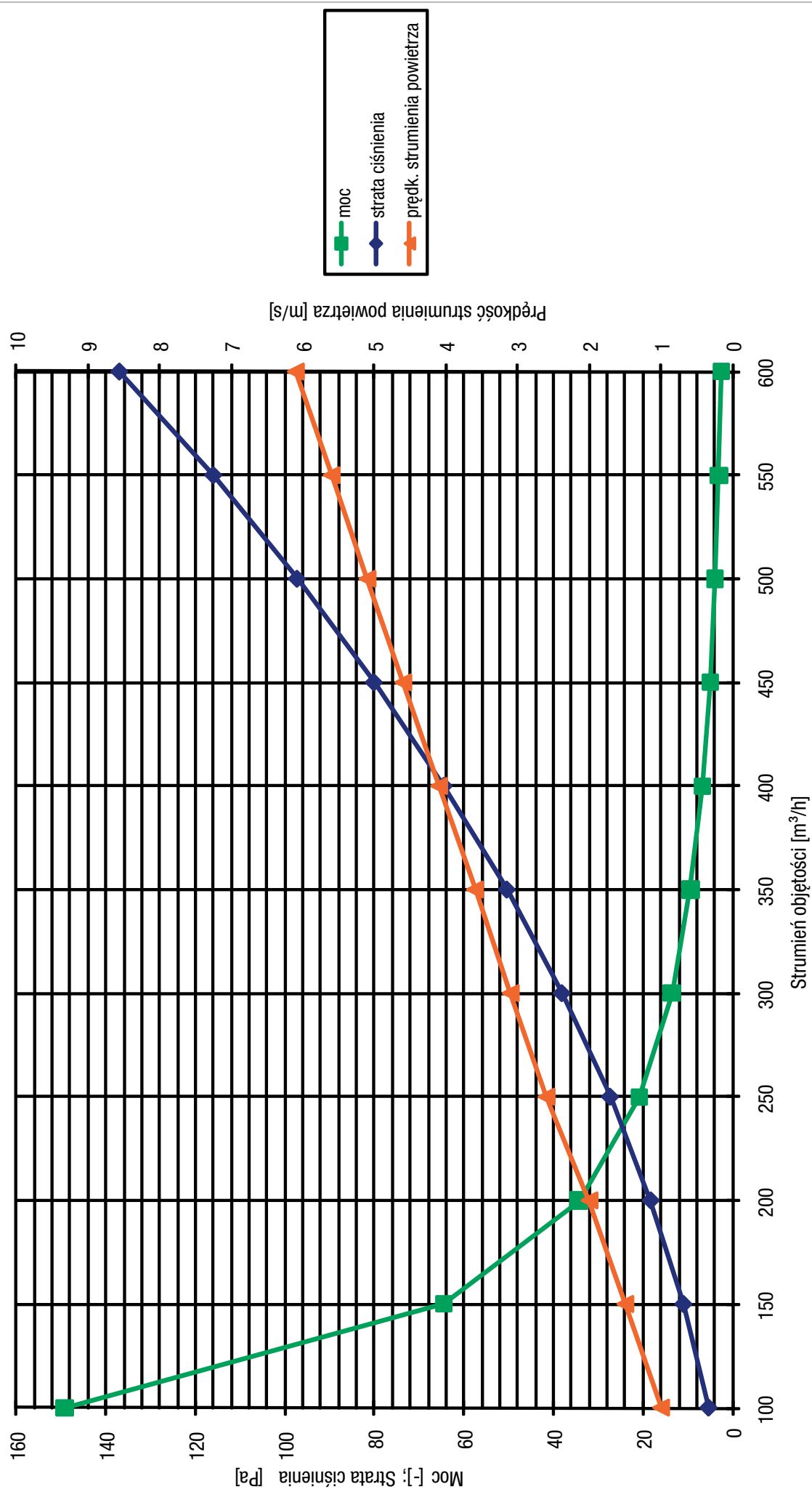




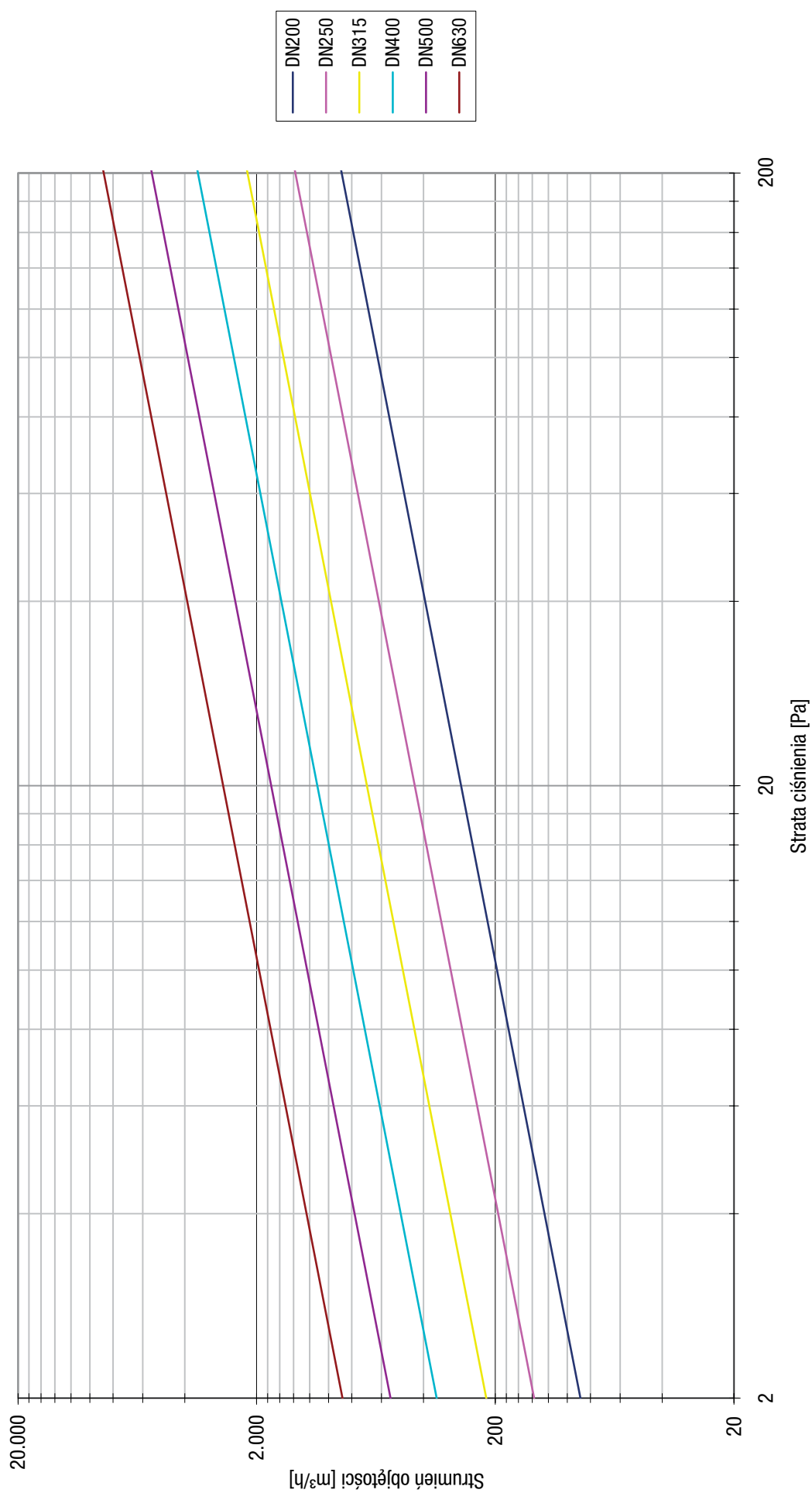
Pobór energii w zależności od długości rury [kWh/a]
 DN 200; V=250 [m³/h], grunt – wilgotna glina; głębokość montażu 1,5 [m]



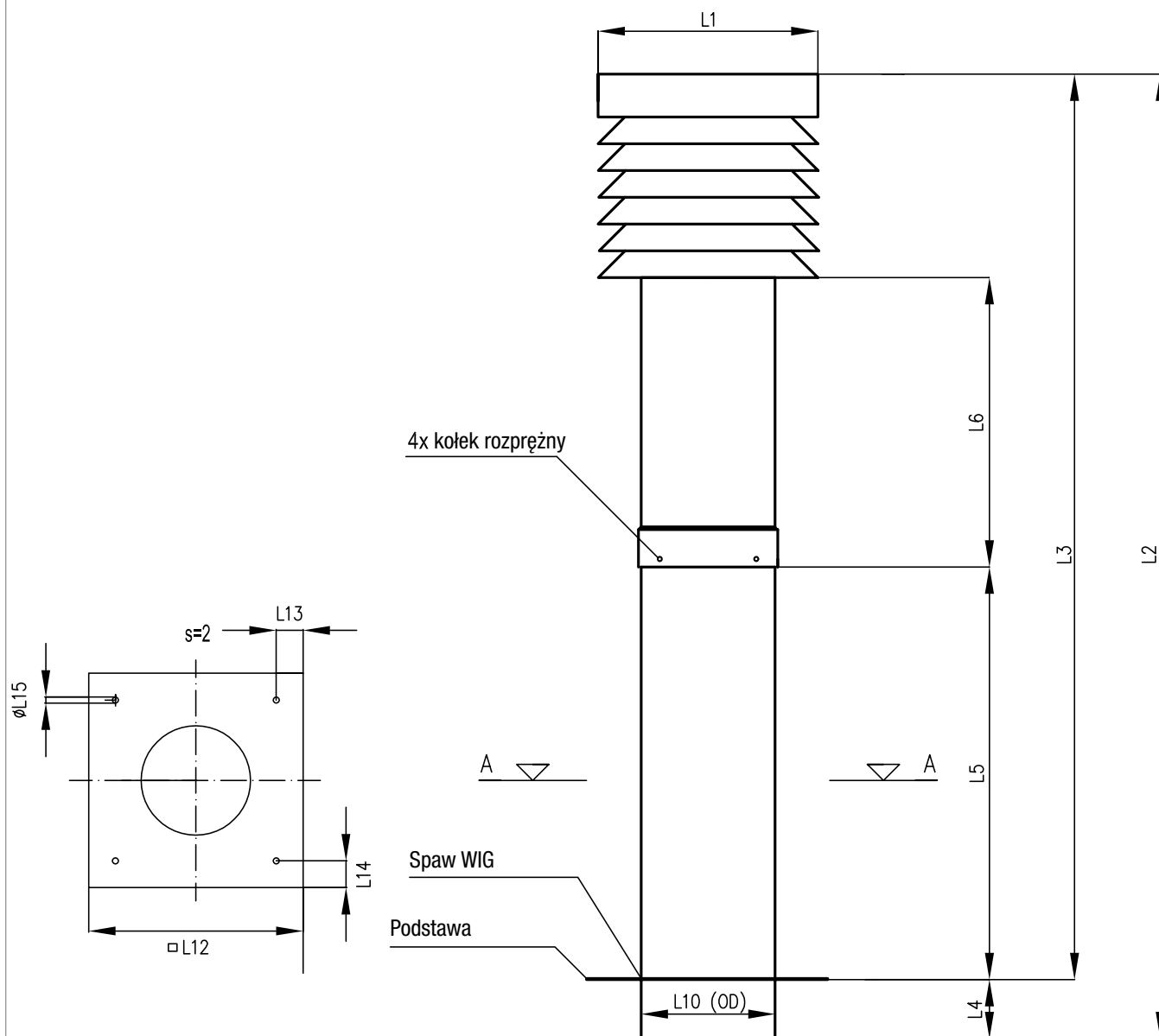
Wpływ strumienia objętości DN 200



Strata ciśnienia w wieżowej czepni powietrza z filtrem G4



9 RYSUNKI



Średnica	Nr art.	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L10	L12	L13	L14	L15
DN200	13433101001	360	1720	1640	80	920	390	200	400	50	50	11,5
DN250	13437601001	410	1800	1690	110	770	540	250	450	50	50	11,5
DN315	13444001001	475	1860	1740	120	775	535	315	515	50	50	11,5
DN400	11704281003	620	2120	1970	150	870	440	400	600	50	50	11,5
DN500	11704381003	720	2230	2050	180	900	410	500	700	50	50	11,5
DN630	13529221001	720	2330	2150	180	900	410	630	830	50	50	11,5

FORMULARZ DOBORU TECHNICZNEGO

AWADUKT THERMO

GRUNTOWY POWIETRZNY WYMIENNIK CIEPŁA

ADM: _____

OBP: ☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐

KD: ☐☐☐☐☐☐☐☐

Dane zlecniodawcy doboru

Imię nazwisko: _____ Tel.: _____

Firma: _____ E-mail: _____

Adres: _____

☐ projektant ☐ inwestor ☐ wykonawca ☐ instalator ☐ inne - _____

Dane obiektu

☐ budynek nowo powstający ☐ rozbudowa istniejącego budynku ☐ modernizacja istniejącego budynku

Inwestor / Nazwa obiektu: _____

Miejscowość: _____

Ulica: _____

Przeznaczenie: ☐ dom jednorodzinny ☐ dom wielorodzinny ☐ budynek biurowy ☐ szkoła ☐ hala sportowa ☐ hotel
☐ inne - _____

Faza projektu: ☐ koncepcja / planowanie wstępne (oszacowanie kosztów)
☐ projekt budowlany ☐ projekt przetargowy ☐ projekt wykonawczy
☐ projekt montażowy

Lokalizacja gruntowego powietrznego wymiennika ciepła

☐ poza budynkiem
usytuowanie: ☐ teren zielony ☐ parking, drogi wewnętrzne ☐ inne - _____
w miejscu włączenia do budynku: ☐ budynek podpiwniczony ☐ brak podpiwniczenia

☐ pod budynkiem (w obrysie fundamentów)
rodzaj fundamentów: ☐ ławy / stopy fundamentowe ☐ płyta fundamentowa
☐ pale fundamentowe (ograniczona możliwość zastosowania GPWC)
☐ inne - _____

projektowana temperatura wewnętrzna w pomieszczeniach najniższej kondygnacji (nad GPWC): _____ °C

współczynnik przenikania ciepła podłogi na gruncie (nad GPWC): ☐ 0,3 W/m²·K (wariant standardowy) ☐ inny - _____ W/m²·K

jednostkowe obciążenie powierzchniowe od podłogi na gruncie (nad GPWC): _____ kN/m²

Dane instalacji wentylacyjnej

Maksymalny strumień objętości powietrza świeżego: _____ m³/h

Temperatura powietrza nawiewanego w okresie zimowym: _____ °C ☐ brak danych – przyjęte zostaną warunki średnie

Temperatura powietrza nawiewanego w okresie letnim: _____ °C ☐ brak danych – przyjęte zostaną warunki średnie

Spręż dyspozycyjny na potrzeby gruntowego wymiennika: _____ Pa ☐ brak danych – przyjęte zostaną warunki średnie

Sprawność wentylatora: _____ % ☐ brak danych – przyjęte zostaną warunki średnie

W przypadku większej ilości central wentylacyjnych, poszczególne wartości danych dla kolejnych układów to:

lp. układu	1	2	3	4	5	6	7	8
natężenie przepływu [m ³ /h]								
temperatura nawiewu – zima [°C]								
temperatura nawiewu – lato [°C]								
spręż dyspozycyjny [Pa]								
sprawność wentylatora [%]								

Wybór elementów składowych systemu

Preferowany rodzaj czerpni powietrza:

- ☐ terenowa – wieżowa
- ☐ terenowa – kolanowa (dostępna od średnicy ID700)
- ☐ wyprowadzenie do czerpni ściennej / dachowej w budynku (układ GPWC zakończony na poziomie posadzki)
- ☐ propozycja wg REHAU

Preferowany rodzaj odprowadzenia kondensatu:

- ☐ zewnętrzna studnia odbioru kondensatu (wariant standardowy)
- ☐ trójnik z syfonem kulowym do zastosowania wewnątrz budynków (dostępny do średnicy DN400)
- ☐ propozycja wg REHAU

Wymagane załączniki

1. Dokumentacja z badań podłoża gruntowego.

- ☐ brak danych – przyjęte zostaną warunki średnie (piasek gliniasty, brak wody gruntowej)

2. Dla GPWC poza budynkiem – rysunek planu zagospodarowania terenu z zaznaczonym obszarem przeznaczonym dla GPWC wraz z czerpnią powietrza oraz miejscem włączenia się do budynku. Preferowany format rysunków to pliki dwg.

3. Dla GPWC pod budynkiem – rysunek konstrukcyjny budynku (rzut fundamentów) zawierający opis rzędnych fundamentów oraz wskazane propozycje umiejscowienia pionów prowadzących z GPWC do centrali wentylacyjnej oraz z czerpni powietrza do GPWC. Preferowany format rysunków to pliki dwg.

Uwagi dodatkowe

Data ____ - ____ - ____

Formularz sporządził(a) _____

Informujemy, iż opracowując dla Państwa propozycję projektową oraz udzielając porad bazujemy na przedstawionych przez Państwa danych oraz na uznanych zasadach techniki i naszym wieloletnim doświadczeniu. Prosimy o sprawdzenie, czy dane zawarte w powyższej dokumentacji spełniają wymagania dla Państwa obiektu budowlanego. Zwracamy uwagę, że należy przestrzegać wytycznych zawartych w aktualnych Informacjach Technicznych dla zastosowanych produktów. Opracowane propozycje projektowe udostępniamy Państwu bezpłatnie w oparciu o nasze Warunki Dostawy i Płatności, z którymi mogą się Państwo zapoznać na stronie internetowej www.rehau.pl/wdp.

Biuro Handlowo-Techniczne REHAU**Centrum projektowe: Infrastruktura i Inżynieria Środowiska****Poznań:** 62-081 Przeźmierowo k. Poznań - Baranowo ul. Poznańska 1 A / fax: 61 84 98 401 / e-mail: centrumprojektowecei@rehau.com

Udzielane przez nas porady fachowe, tak pisemne, jak i ustne, oparte są na naszych doświadczeniach i wiedzy, nie mogą jednak stanowić wiążącej informacji dla ewentualnych roszczeń. Warunki wykonania oraz różne przypadki zastosowań, na które nie mamy wpływu, wykluczają prawo do roszczeń na podstawie udzielonych przez nas informacji. Zalecamy każdorazowo upewnić się, czy dany produkt REHAU nadaje się do realizowanej przez Państwa inwestycji. Zastosowanie i wykonanie inwestycji z udziałem naszych wyrobów odbywa się poza zasięgiem naszych możliwości kontroli i dlatego też to właśnie Państwo ponosicie ostateczną odpowiedzialność. Nasza odpowiedzialność dotyczy stałej jakości materiałów, zgodności dostaw ze specyfikacją i parametrami technicznymi oraz naszymi warunkami dostaw i płatności i ogranicza się do wartości dostarczonego przez nas i zastosowanego przez Państwa wyrobu.

Niniejszy dokument jest chroniony przez prawo autorskie. Powstałe w ten sposób prawa, w szczególności prawo do tłumaczenia, przedruku, pobierania rysunków, przesyłania drogą radiową, powielania na drodze fotomechanicznej lub podobnej, a także zapisywania danych w formie elektronicznej są zastrzeżone.

Biurowo-Handlowo-Techniczne REHAU

Poznań: 62-081 Przeźmierowo k. Poznania - Baranowo, ul. Poznańska 1 A - tel. 0-61 84 98 400 - fax 0-61 84 98 401 poznan@rehau.com

REHAU Sp. z o.o. - NIP 781-00-16-806 - Sąd Rejonowy Poznań - Nowe Miasto i Wilda w Poznaniu, VIII Wydział Gospodarczy Krajowego Rejestru Sądowego; nr KRS 0000049439 - Kapitał zakładowy: 46 500 000,00 zł