



DOLNE ŹRÓDŁA CIEPŁA RAUGEO DO POMP CIEPŁA

INFORMACJA TECHNICZNA 827600 PL

SPIS TREŚCI

	Strona		Strona
1 Zakres zastosowania	3	6 Przejście instalacji do budynku	36
2 Właściwości rur PE-Xa oraz PE 100	4	6.1. . . . Izolacja	36
3 Opis programu	5	6.2. . . . Przejście instalacji do budynku	36
3.1. . . . Zestawienie	5	7 Obliczenie straty ciśnienia	37
3.2. . . . Sonda RAUGEO PE-Xa	7	7.1. . . . Informacje ogólne	37
3.3. . . . Sonda spiralna RAUGEO Helix PE-Xa	8	7.2. . . . Projektowanie	37
3.4. . . . Sonda RAUGEO PE100	9	8 Przepisy prawne, aprobaty techniczne i normy	37
3.5. . . . Kolektor RAUGEO PE-Xa	10	8.1. . . . Przepisy prawne obowiązujące w Polsce	37
3.6. . . . Kolektor RAUGEO PE-Xa plus	10	8.2. . . . Przepisy prawne obowiązujące w Niemczech	39
3.7. . . . Kolektor RAUGEO PE 100	11		
3.8. . . . Kolumna RAUGEO	12		
4 Osprzęt uzupełniający systemu RAUGEO	13		
4.1. . . . Sonda i kolektor RAUGEO	13		
4.2. . . . Kolumna RAUGEO	15		
4.3. . . . RAUGEO - ogólnie	15		
5 Projektowanie instalacji do wykorzystania ciepła geotermalnego	21		
5.1. . . . Podstawy wykorzystania ciepła geotermalnego w warstwie podpowierzchniowej	21		
5.2. . . . Wpływ na środowisko naturalne	21		
5.3. . . . Wybór sondy, kolektora powierzchniowego lub kolumny rur	21		
5.4. . . . Projektowanie i montaż kolektorów geotermalnych	22		
5.5. . . . Projektowanie i montaż sond geotermalnych	25		
5.6. . . . Projektowanie i montaż sond spiralnych	28		
5.7. . . . Projektowanie i montaż instalacji w palach fundamentowych	31		
5.8. . . . Montaż rozdzielacza	33		
5.9. . . . Nośnik ciepła	34		
5.10. . . . Metody wykonania wykopu: podłoże, zasypka i zagęszczenie	35		

1 ZAKRES ZASTOSOWANIA

Niniejsza Informacja Techniczna obowiązuje przy projektowaniu, układaniu i podłączaniu rur instalacji RAUGEO łącznie z przedstawionymi kształtkami, osprzętem i narzędziami w ramach opisanych poniżej obszarów zastosowania, norm i wytycznych.

Program rur instalacji RAUGEO służy do transportu wody lub solanki jako nośnika ciepła w celu wykorzystania ciepła geotermalnego do chłodzenia, ogrzewania lub magazynowania ciepła.

Zasadniczo wyróżnić można następujące zakresy zastosowania:

- ogrzewanie pomieszczeń (za pomocą ogrzewania bazującego na promiennikach ciepła, ogrzewania podłogowego lub ściennego oraz poprzez wykorzystanie systemów stropów chłodząco-grzewczych)
- chłodzenie pomieszczeń (za pomocą systemów chłodzenia sufitowego i podłogowego lub poprzez system stropów chłodząco-grzewczych)
- przygotowanie wody do celów przemysłowych
- podgrzewanie lub chłodzenie powietrza (szczególnie w wentylacji mechanicznej)
- ogrzewanie powierzchniowe

Z reguły systemy ogrzewania i chłodzenia wykorzystują pompę ciepła wzgl. agregaty chłodnicze, aby uzyskać wymagane temperatury robocze. W przypadku ogrzewania powierzchniowego, szczególnie przy systemach stropów chłodzących i grzewczych, możliwe jest również, przynajmniej przez okres przejściowy, bezpośrednie chłodzenie bez konieczności włączania w międzyczasie pompy ciepła/agregatu chłodniczego.

Korzyści użytkowania ciepła geotermalnego

Użytkowanie ciepła geotermalnego oferuje następujące korzyści:

- ekonomiczne źródło energii, w dużym stopniu niezależne od warunków pogodowych oraz pory roku
- znaczne zmniejszenie emisji CO₂
- oszczędności energii podczas ogrzewania do 25% i podczas chłodzenia aż do 85%
- w powiązaniu z ogrzewaniem powierzchniowym istnieje możliwość zarówno chłodzenia, jak i ogrzewania przy zastosowaniu odpowiedniej techniki instalacji
- w połączeniu z urządzeniem solarnym możliwość gromadzenia nadwyżki ciepła w gruncie

System RAUGEO oferuje w tym celu następujące rozwiązania:

- sonda RAUGEO
- sonda spiralna RAUGEO Helix
- kolektor RAUGEO
- kolumna RAUGEO



Rys. 1: Sonda RAUGEO



Rys. 2: Sonda spiralna RAUGEO Helix



Rys. 3: Kolektor RAUGEO



Rys. 4: Kolumna RAUGEO

REHAU oferuje rury RAUGEO wykonane z wysokociśnieniowo sieciowanego polietylenu (PE-Xa).

Najważniejsze zalety rur PE-Xa w stosunku do PE 100:

- brak niebezpieczeństwa rozchodzenia się rys powstałych przy układaniu rur
- małe promienie gięcia również przy niskich temperaturach

- nie jest wymagana podsypka piaskowa

- możliwość zastosowania również przy temperaturach medium powyżej 40°C, co jest korzystne dla celów magazynowania ciepła
- prosta, szybka i niezależna od warunków pogodowych technika łączenia przy zastosowaniu tulei zaciskowej

W tabeli 1 zostały przedstawione dokładne różnice:

Właściwości	PE-Xa				PE 100		
Przykłady ułożenia rur							
Materiał	wysokociśnieniowo sieciowany polietylen				polietylen		
Zgodny z normą	DIN 16892/16893 / PN-EN ISO 15875-2				DIN 8074/8075 / PN-EN 12201		
Aprobata Techniczna COCH	AT/2006-16-0031 AT/2006-16-0032 AT/2006-16-0033				AT/2006-16-0031 AT/2006-16-0032 AT/2006-16-0033		
Wytrzymałość czasowa (Współczynnik bezpieczeństwa SF=1,25)	Rury SDR 11 (20 x 1,9, 25 x 2,3, 32 x 2,9, 40 x 3,7)						
20 °C	100 lat/15 bar				100 lat/15,7 bar		
30 °C	100 lat/13,3 bar				50 lat/13,5 bar		
40 °C	100 lat/11,8 bar				50 lat/11,6 bar		
50 °C	100 lat/10,5 bar				15 lat/10,4 bar		
60 °C	50 lat/9,5 bar				5 lat/7,7 bar		
70 °C	50 lat/8,5 bar				2 lat/6,2 bar		
80 °C	25 lat/7,6 bar				-		
90 °C	15 lat/6,9 bar				-		
Zakres temperatur użytkowania	-40 °C do 95 °C				-20 °C do 30 °C		
Minimalna temperatura układania	-30 °C				-10 °C		
Minimalne promienie gięcia	20 x 1,9	25 x 2,3	32 x 2,9	40 x 3,7	25 x 2,3	32 x 2,9	40 x 3,7
20 °C	20 cm	25 cm	30 cm	40 cm	50 cm	65 cm	80 cm
10 °C	30 cm	40 cm	50 cm	65 cm	85 cm	110 cm	140 cm
0 °C	40 cm	50 cm	65 cm	80 cm	125 cm	160 cm	200 cm
Odporność na zgniecenie	bardzo duża				mała		
Rozprzestrzenianie się rys przy FNCT (full notch creep test)	brak rys				rozprzestrzenianie się po 200-2000 h		
Podsypka	grunt rodzimy				piasek		
Chropowatość rur	0,007 mm				0,04 mm		
Średni termiczny współczynnik rozszerzalności liniowej	0,15 mm/(m*K)				0,20 mm/(m*K)		
Odporność chemiczna	patrz Załącznik 1 do DIN 8075				patrz Załącznik 1 do DIN 8075		
Gęstość	0,94 g/cm³				0,95 g/cm³		
Wytrzymałość	wysoco wytrzymały (brak rozchodzenia się rys powstałych podczas transportu lub układania)				wytrzymały (powolne rozchodzenie się rys powstałych podczas transportu lub układania)		
Wymogi stawiane materiałom dla strefy instalacji geotermalnej	rodzimy materiał (posiada z reguły wyższą przewodność cieplną niż podsypka piaskowa)				podsypka piaskowa		
Absorbowanie ciepła	nieograniczone (temperatura użytkowania do 95 °C)				ograniczone (temperatura użytkowania do 30 °C)		
Przydatność przy chl. agregatem chłod.	tak (temperatura użytkowania do 95 °C)				ograniczona (temperatura użytkowania do 40 °C)		
Stosowana solanka	wg wytycznej VDI 4640						
Współczynnik płynięcia	-				0,2-0,5 g/10 min		
Grupa MFR	-				003, 005		

Tabela 1

3 OPIS PROGRAMU

3.1 Zestawienie

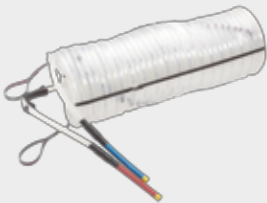
Zastosowanie			
Oznaczenie systemu	Sonda RAUGEO PE-Xa	Sonda RAUGEO PE 100	Sonda spiralna RAUGEO Helix PE-Xa
Obszary zastosowania	Sonda pionowa	Sonda pionowa	Sonda pionowa spiralna do 5m
Materiał	PE-Xa	PE 100	PE-Xa
Kolor rury	szary	czarny	naturalny
Aprobata techniczna	AT/2006-16-0031		
Warstwa antydyfuzyjna	brak	brak	brak
Sposoby układania	Otwór wiertniczy do 250 m	Otwór wiertniczy do 300 m	Otwór wiertniczy do 5 m
Średnice rur	DN 32 i 40 mm	DN 32 i 40 mm	DN 25 mm
Średnice głowicy sondy	110 lub 134 mm	96 lub 118 mm	360 mm
Zastosowanie przy	- ograniczonym terenie działki budowlanej - wysokich wymaganiach wobec stopnia skuteczności - wykorzystaniu ciepła geotermalnego do ogrzewania i chłodzenia		- średniej dostępności powierzchni działki budowlanej - średnich wymaganiach wobec stopnia skuteczności chłodzenia - wykorzystaniu ciepła geotermalnego do ogrzewania i chłodzenia
Wpływ na środowisko naturalne	W przypadku systemów chłodzących - ogrzanie wody gruntowej		Niewielki wpływ na wegetację roślin
Odpowiedni zakres zastosowania	Ogrzewanie poprzez pompę ciepła oraz chłodzenie bezpośrednio i/lub poprzez pompę ciepła		Ogrzewanie poprzez pompę ciepła oraz chłodzenie bezpośrednie i/lub poprzez pompę ciepła
			

Tabela 2

Zastosowanie					
Oznaczenie systemu	Kolektor RAUGEO PE-Xa	Kolektor RAUGEO PE-Xa plus	Kolektor RAUGEO PE 100	Kolektor RAUGEO PE-Xa	Kolektor RAUGEO PE-Xa plus
Obszary zastosowania	Kolektor powierzchniowy	Kolektor powierzchniowy	Kolektor powierzchniowy	Kolumna rur	Kolumna rur
Materiał	PE-Xa	PE-Xa EVOH i PE w płaszczu	PE 100	PE-Xa	PE-Xa EVOH i PE w płaszczu
Kolor rury	szary	pomarańczowy/szary	czarny	szary	pomarańczowy/szary
Aprobata techniczna	AT/2006-16-0032			AT/2006-16-0033	
Warstwa antydyfuzyjna	brak	w. antydyfuzyjna wg DIN 4726	brak	brak	w. antydyfuzyjna wg DIN 4726
Sposoby układania	grunt rodzimy bez obsypki z piasku	grunt rodzimy bez obsypki z piasku	grunt rodzimy z obsypką z piasku	zatapianie w betonie	zatapianie w betonie
Średnice rur	DN 20, 25, 32 i 40 mm (SDR 11)	DN 20, 25, 32 i 40 mm (SDR 11)	DN 25, 32 i 40 mm (SDR 11)	DN 20 i 25 mm (SDR 11)	DN 20 i 25 mm (SDR 11)
Średnice głowicy sondy					
Zastosowanie przy	- większej dostępności powierzchni działki budowlanej - mniejszych wymaganiach wobec stopnia skuteczności chłodzenia - kolektor RAUGEO PE-Xa plus nadaje się szczególnie dla otwartych układów bez wymienników ciepła. Warstwa PE chroni warstwę antydyfuzyjną podczas układania w ziemi.			- wymaganych palach fundamentowych i ścianach szczelinowych budynku	
Wpływ na środowisko naturalne	Niewielki wpływ na vegetację roślin			W przypadku systemów chłodzących - ogrzanie wody gruntowej	
Odpowiedni zakres zastosowania	Ogrzewanie poprzez pompę ciepła oraz w stopniu ograniczonym chłodzenie bezpośrednio i/lub poprzez pompę ciepła. Bezpośrednie chłodzenie najczęściej o bardzo małej mocy. Wyjątek, np. istnieje intensywnie filtrująca woda gruntowa.			Ogrzewanie poprzez pompę ciepła oraz chłodzenie bezpośrednio i/lub poprzez pompę ciepła.	
					

Tabela 3

3.2 Sonda RAUGEO PE-Xa

3.2.1 Opis

Sonda RAUGEO PE-Xa jest podwójną sondą U składającą się z dwóch pojedynczych sond U, które połączone są ze sobą na krzyż.

Wyjątkowość tego rozwiązania polega na braku połączenia spawanego w głowicy sondy. Rura z PE-Xa jest ukształtowana w wyniku specjalnego procesu zginania. Miejsce wygięcia sondy umieszczone jest w żywicy poliestrowej wzmocnionej włóknem szklanym.

Żywotność rury wg DIN 16892/93 wynosi 100 lat przy temperaturze 20 °C i maksymalnym ciśnieniu roboczym 15 bar.

3.2.2 Właściwości

Ze względu na szczególne właściwości tworzywa PE-Xa wyróżnić można w praktyce następujące korzyści w zakresie zastosowania:

- wyjątkowe bezpieczeństwo w eksploatacji, ponieważ nie występuje żadne niebezpieczeństwo nieszczelności spawów lub innych połączeń przy głowicy sondy
- całkowite bezpieczeństwo podczas wprowadzania rur do otworu wiertniczego, ponieważ rury PE-Xa są odporne na zginanie i zarysowania oraz w ich przypadku nie dochodzi do rozprzestrzeniania się rys
- głowica sondy chroniona jest przez specjalną, wysoce trwałą obudowę z żywicy
- prosty montaż obu części sond w jedną całość
- przyłączenie sondy za pomocą złączki elektrooporowej lub przy wykorzystaniu połączenia z użyciem tulei zaciskowej firmy REHAU pozwalających na stosowanie w każdych warunkach pogodowych

3.2.3 Średnice, opakowanie dostawcze

Średnica głowicy sondy uzależniona jest od średnicy rury:

Średnica rury sondy [d]	Średnica głowicy sondy [D]
32 mm x 2,9 mm	110 mm
40 mm x 3,7 mm	134 mm

Długości sond: patrz Cennik.

Opakowanie dostawcze: podwójna sonda U (= 2 pojedyncze sondy U) na jednej palecie, owinięta w folię, łącznie ze śrubami łączącymi lub sonda pojedyncza, opakowana w folię na palecie.

3.2.4 Montaż głowicy sondy

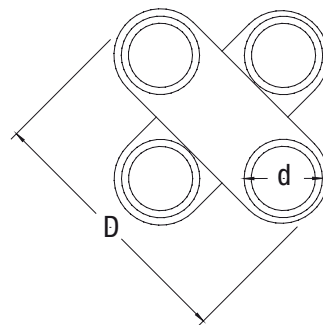
Przed wprowadzeniem w otwór wiertniczy obie części sondy są składane i łączone za pomocą wkrętów bez łba o gnieździe sześciokątnym. Opcjonalnie obciążnik mocowany jest we wpuszcie dolnej części sondy, który również przymocowuje się za pomocą wkręta bez łba. Wkręty dostarczane są razem z sondami i obciążnikami.

3.2.5 Aprobata Techniczna Sonda RAUGEO PE-Xa

System Sonda RAUGEO PE-Xa posiada Aprobata Techniczną COCH Centralnego Ośrodka Chłodnictwa w Krakowie nr AT/2006-16-0031.



Rys. 5: Wprowadzanie sondy RAUGEO PE-Xa do otworu wiertniczego



Rys. 6: Przekrój sondy RAUGEO PE-Xa



Rys. 7: Głowica sondy RAUGEO PE-Xa

3.3 Sonda spiralna RAUGEO Helix PE-Xa

3.3.1 Opis

Dzięki sondom RAUGEO Helix z PE-Xa ciepło z wnętrza ziemi jest pozyskiwane w obiegu zamkniętym już na głębokości ok. 5 m.

Sondy RAUGEO Helix z PE-Xa doskonale nadają się do zastosowania w nowym budownictwie, przede wszystkim w domach niskoenergetycznych, jak również do renowacji starszych budynków. Stanowią optymalne rozwiązanie wszędzie tam, gdzie do dyspozycji jest działka o małej powierzchni i gdzie wykluczone są odwierty pod sondy pionowe np. z powodu przepisów geologicznych lub trudnych warunków gruntowych. Dodatkowym atutem tego rozwiązania jest brak konieczności korzystania z usług profesjonalnej firmy wiertniczej – wystarczy zlecić firmie budowlanej wykonanie odwiertów na głębokość do 5 m.

Żywotność rury wg DIN 16892/93 wynosi 100 lat przy temperaturze 20 °C i maksymalnym ciśnieniu roboczym 15 bar.

3.3.2 Właściwości

Ze względu na szczególne właściwości tworzywa PE-Xa wyróżnić można w praktyce następujące korzyści w zakresie zastosowania:

- wyjątkowe bezpieczeństwo w eksploatacji, ponieważ nie występuje żadne niebezpieczeństwo nieszczelności spawów lub innych połączeń
- całkowite bezpieczeństwo podczas wprowadzania rur do otworu wiertniczego, ponieważ rury PE-Xa są odporne na zginanie i zarysowania oraz w ich przypadku nie dochodzi do rozprzestrzeniania się rys wewnętrznych
- przyłączenie sondy za pomocą złączki elektrooporowej lub przy wykorzystaniu połączenia z użyciem tulei zaciskowej firmy REHAU pozwalających na stosowanie w każdych warunkach pogodowych

3.3.3 Dane techniczne

Wysokość (w transporcie)	ok. 1,1 m
Wysokość (po zamontowaniu)	ok. 3,0 m
Średnica (zewnętrzna)	ok. 0,36 m
Długość rury	40 m
Średnica rury	25 x 2,3
Materiał wykonania rury	PE-Xa
Masa (bez solanki)	ok. 7,5 kg
Objętość solanki	ok. 13 litrów

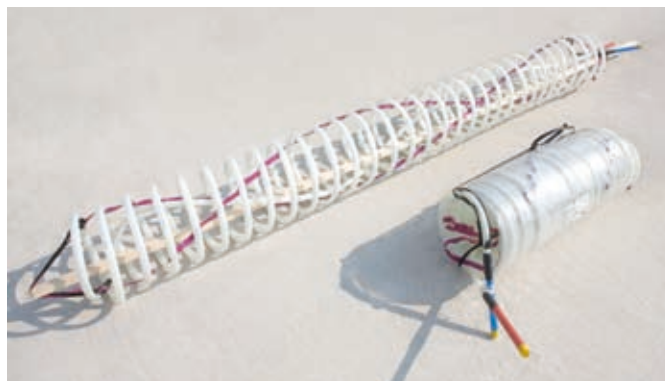
Opakowanie dostawcze: sonda spiralna owinięta w folię o długości 1,1 m.



Rys. 8: Wiercenie świdrem otworu pod sondę Helix



Rys. 9: Wprowadzanie sondy RAUGEO Helix PE-Xa do otworu wiertniczego



Rys. 10: Sonda spiralna RAUGEO Helix PE- Xa

3.4 Sonda RAUGEO PE 100

3.4.1 Opis

Sonda RAUGEO PE 100 jest podwójną sondą U składającą się z dwóch pojedynczych sond U. Rura z PE 100 posiada przyspawaną fabrycznie końcówkę w kształcie litery U.

Wykonanie sondy RAUGEO PE 100 oraz jej głowicy odbywa się zgodnie z wytycznymi instytutu SKZ.

3.4.2 Właściwości

Ze względu na szczególne właściwości tworzywa PE 100 wyróżnić można w praktyce następujące korzyści w zakresie techniki stosowania:

- wyjątkowo mała średnica odwiertu
- ochrona spawu rury i głowicy sondy poprzez rozszerzoną konstrukcję głowicy
- szybki i pewny montaż obciążnika oraz szpilki prowadzącej
- sonda nadaje się do spawania elektrooporowego i doczołowego
- minimalna strata ciśnienia dzięki zastosowaniu korzystnego dla przepływu kolana 180°

3.4.3 Średnice, opakowanie dostawcze

Średnica głowicy sondy uzależniona jest od średnicy rury:

Średnice rury sondy [d]	Średnica głowicy sondy [D]
32 mm	96 mm
40 mm	118 mm

Długości sond: patrz Cennik

Opakowanie dostawcze: podwójna sonda U (= 2 pojedyncze sondy U = 4 zwoje) na jednej palecie euro, owinięta w folię lub sonda pojedyncza opakowana w folię na palecie.

3.4.4 Montaż głowicy sondy

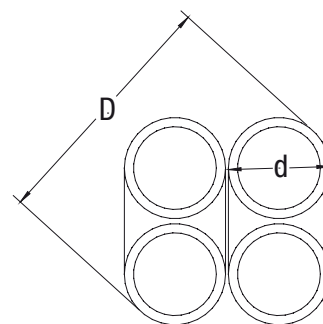
Przed wprowadzeniem w otwór wiertniczy obie części sondy należy połączyć za pomocą płaskownika do sondy RAUGEO PE (zestaw 1). Do płaskownika montuje się obciążnik lub szpilkę prowadzącą. W przypadku sondy pojedynczej stosuje się płaskownik do sondy RAUGEO PE (zestaw 2) do montażu obciążnika lub szpilki prowadzącej.

3.4.5 Aprobata Techniczna Sonda RAUGEO PE 100

System Sonda RAUGEO PE 100 posiada Aprobata Techniczną COCH Centralnego Ośrodka Chłodnictwa w Krakowie nr AT/2006-16-0031.



Rys. 11: Wprowadzanie sondy RAUGEO PE 100 do otworu wiertniczego



Rys. 12: Przekrój sondy RAUGEO PE 100



Rys. 13: Głowica sondy RAUGEO PE 100

3.5 Kolektor RAUGEO PE-Xa

3.5.1 Opis

Kolektor RAUGEO PE-Xa składa się z rur wysokociśnieniowo sieciowanych z polietylenu (PE-Xa), które posiadają szarą powłokę odporną na promienie UV. System rur uzupełniony jest przez kształtki i osprzęt montażowy, taki jak: tuleja zaciskowa REHAU, złączka elektrooporowa REHAU, rozdzielacz i przejścia szczelne przez ściany.



Rys. 14: Kolektor RAUGEO PE-Xa na placu budowy

3.5.2 Właściwości

Ze względu na szczególne właściwości tworzywa PE-Xa wyróżnić można w praktyce następujące korzyści w zakresie zastosowania:

- odporność na udarność i obciążenia miejscowe, dzięki temu istnieje możliwość użycia rodzimego materiału do wykonania podsypki
- odporność na powolną propagację pęknięć
- bezpieczeństwo użytkowania również w przypadku niewielkich promieni gięcia:

	20 x 1,9	25 x 2,3	32 x 2,9	40 x 3,7
20 °C	20 cm	25 cm	30 cm	40 cm
10 °C	30 cm	40 cm	50 cm	65 cm
0 °C	40 cm	50 cm	65 cm	80 cm

- wyeliminowanie zjawiska tworzenia się rys wewnętrznych
- wysoka odporność na ścieranie
- elastyczność, która zapewnia prosty proces układania, również w przypadku niskich temperatur
- możliwość układania rur przy temperaturach ujemnych bez konieczności stosowania dodatkowych środków
- wyjątkowo długi okres użytkowania również w przypadku dużych obciążeń eksploatacyjnych

3.5.3 Średnice, opakowanie dostawcze

Średnice: 20 x 1,9
25 x 2,3
32 x 2,9
40 x 3,7

Opakowanie dostawcze: 100 m zwój, na zapytanie możliwe są specjalne długości.

3.5.4 Aprobata Techniczna Kolektor RAUGEO PE-Xa

System Kolektor RAUGEO PE-Xa posiada Aprobata Techniczną COCH Centralnego Ośrodka Chłodnictwa w Krakowie nr AT/2006-16-0032.

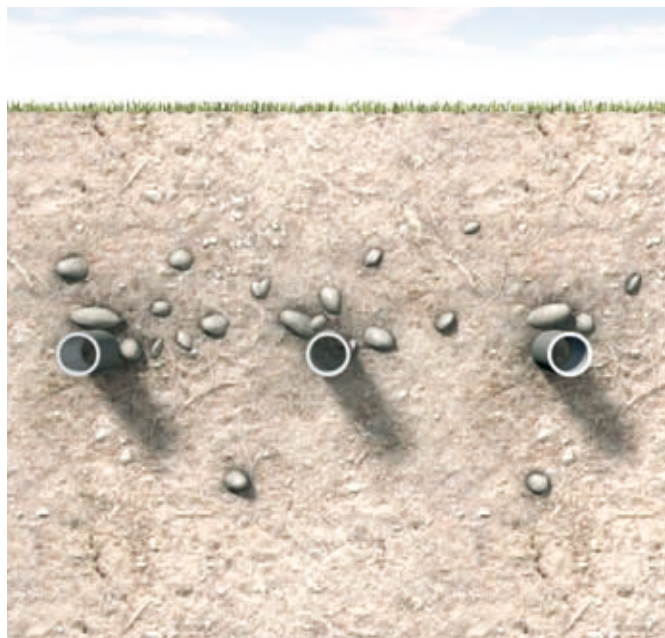
3.6 Kolektor RAUGEO PE-Xa plus

3.6.1 Opis

Kolektor RAUGEO PE-Xa plus jest rurą pokrytą warstwą antydyfuzyjną wg DIN 4726 oraz dodatkową warstwą PE, która chroni warstwę antydyfuzyjną przed uszkodzeniem podczas układania w ziemi.

3.6.2 Właściwości

Również i w tym przypadku mamy do czynienia z wyjątkowymi właściwościami tworzywa (PE-Xa), które opisane zostały w pkt. 3.4.1 - 3.4.3 za wyjątkiem techniki łączeniowej przy zastosowaniu złączek elektrooporowych, które nie mogą być użyte z powodu zastosowania warstwy antydyfuzyjnej.



Rys. 15: Przekrój wykopu - kolektor RAUGEO PE-Xa i PE-Xa plus

3.6.3 Średnice, opakowanie dostawcze

Średnice: 20 x 1,9
25 x 2,3
32 x 2,9
40 x 3,7

Opakowanie dostawcze: 100 m zwój, na zapytanie możliwe są specjalne długości.

3.6.4 Aprobata Techniczna Kolektor RAUGEO PE-Xa plus

System Kolektor RAUGEO PE-Xa plus posiada Aprobata Techniczną COCH Centralnego Ośrodka Chłodnictwa w Krakowie nr AT/2006-16-0032.

3.7 Kolektor RAUGEO PE 100

3.7.1 Opis

Kolektor RAUGEO PE 100 jest rurą w kolorze czarnym, z polietylenu stabilizowanego przeciw promieniowaniu UV (PE100) wykonana zgodnie z normą DIN 8074.

System rur uzupełniony jest przez kształtki i osprzęt montażowy typu złączka elektrooporowa REHAU, rozdzielacz i przejścia szczelne przez mur.

3.7.2 Właściwości

Z właściwości materiału wynikają następujące praktyczno-techniczne cechy:

- rury z PE 100 należy chronić przed obciążeniami punktowymi, dlatego muszą być układane w obsypce piaskowej
- stabilność temperaturowa do 40 °C
- dopuszczalne promienie gięcia są mocno uzależnione od temperatury otoczenia, w której są układane:

	25 x 2,3	32 x 2,9	40 x 3,7
20 °C	50 cm	65 cm	80 cm
10 °C	85 cm	110 cm	140 cm
0 °C	125 cm	160 cm	200 cm

Tabela 4: Promienie gięcia rur RAUGEO PE 100

3.7.3 Średnice, opakowanie dostawcze

Średnice: 25 x 2,3
32 x 2,9
40 x 3,7

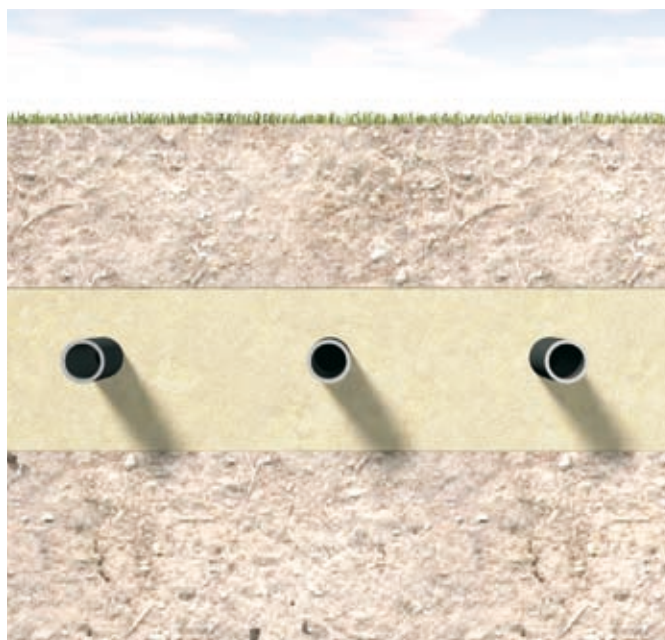
Opakowanie dostawcze: 100 m zwój, na zapytanie możliwe są specjalne długości.

3.7.4 Aprobata Techniczna Kolektor RAUGEO PE 100

System Kolektor RAUGEO PE 100 posiada Aprobata Techniczną COCH Centralnego Ośrodka Chłodnictwa w Krakowie nr AT/2006-16-0032.



Rys. 16: Kolektor RAUGEO PE 100



Rys. 17: Przekrój przez wykop - kolektor RAUGEO PE 100

3.8 Kolumna RAUGEO

3.8.1 Opis systemu

W nowoczesnym budownictwie inżynieryjnym z przyczyn statycznych stosuje się w przypadku gruntów nienośnych lub słabonośnych pale wiercone służące do fundamentowania budynku. Kolumnami RAUGEO nazywamy pale wiercone, zaopatrzone w przewody rurowe, przeznaczone do wykorzystywania ciepła geotermalnego z warstwy przypowierzchniowej.

Przez umieszczone w palu rury przepływa woda, która może pobierać z podłoża gruntowego ciepło do ogrzewania lub zimno w celu chłodzenia, zgodnie z geologicznymi warunkami. W zależności od projektu instalacji technicznej budynku można zastosować kolektor RAUGEO PE-Xa plus. W tej rurze zintegrowana warstwa antydyfuzyjna zapobiega możliwej korozji systemu i jego stalowych elementów.

Instalacje należy układać wzdłuż kolumny zbrojeniowej zawracając je na końcach kolumny w celu zachowania ich ciągłości. Rury mocowane są do kolumny zbrojeniowej za pomocą drutów wiązałkowych EP REHAU lub pasków mocujących REHAU.

3.8.2 Właściwości

Dzięki znakomitym właściwościom tworzywa sztucznego PE-Xa uzyskujemy w praktyce następujące zalety:

- wysoka odporność materiału na nacięcia, mikropęknięcia, rysy, nawet przy dużych naprężeniach, tak więc znakomicie znosi warunki panujące przy pracach zbrojarskich i betoniarskich
- elastyczność i łatwość układania także przy niskich temperaturach
- wysokie bezpieczeństwo działania mimo małych promieni gięcia:
 - 20 cm przy rurach 20 x 1,9
 - 25 cm przy rurach 25 x 2,3

3.8.3 Opakowanie dostawcze

Średnice: kolektor RAUGEO PE-Xa i PE-Xa plus
w rozmiarach 20 x 1,9 oraz 25 x 2,3

Opakowanie dostawcze: 100 m zwoje, na zapytanie możliwe są specjalne długości.

3.8.4 Aprobata Techniczna Kolumna RAUGEO

System Kolumna RAUGEO posiada Aprobatę Techniczną COCH Centralnego Ośrodka Chłodnictwa w Krakowie nr AT/2006-16-0033.



Rys. 18: Kolumna geotermalna RAUGEO



Rys. 19: Kolumna RAUGEO - widok od środka pala fundamentowego

4.1 Sonda i kolektor RAUGEO – osprzęt uzupełniający

Osprzęt uzupełniający systemu sondy i kolektora RAUGEO spełnia wymagania AT/2006-16-0031/32

4.1.1 Obciążnik do sondy RAUGEO PE-Xa i PE 100

Dla łatwego wprowadzania sondy w otwór wiertniczy:

- przymocowanie obciążnika do sondy podwójnej RAUGEO PE za pomocą płaskownika (zestaw 1)
- przymocowanie obciążnika do sondy pojedynczej RAUGEO PE za pomocą płaskownika (zestaw 2)
- przymocowanie obciążnika do sondy RAUGEO PE-Xa za pomocą adaptera
- połączenie obciążników za pomocą zestawu łączącego

Materiał: stal

Średnica: 80 mm

Długości:

Obciążnik 12,5 kg: ok. 340 mm

Obciążnik 25,0 kg: ok. 670 mm



Rys. 20: Obciążnik do sondy

4.1.2 Szpilka prowadząca do sondy RAUGEO PE 100

Szpilka prowadząca do wprowadzenia sondy w otwór wiertniczy.

Przymocowanie szpilki prowadzącej do sondy podwójnej za pomocą płaskownika (zestaw 1), a do sondy pojedynczej za pomocą płaskownika (zestaw 2).

Materiał: stal

Długość: ok. 900 mm



Rys. 21: Szpilka prowadząca do sondy RAUGEO PE 100

4.1.3 Płaskownik do podwójnej sondy RAUGEO PE (zestaw 1)

Do montażu obciążnika sondy lub szpilki prowadzącej; pomiędzy połówkami sondy podwójnej, razem z materiałem mocującym.

Materiał: stal



Rys. 22: Płaskownik do podwójnej sondy RAUGEO PE (zestaw 1)

4.1.4 Płaskownik do pojedynczej sondy RAUGEO PE (zestaw 2)

Do montażu obciążnika sondy lub szpilki prowadzącej; na sondzie pojedynczej, razem z materiałem mocującym.

Materiał: stal



Rys. 23: Płaskownik do pojedynczej sondy RAUGEO PE (zestaw 2)



Rys. 24: Zestaw do łączenia obciążników sondy RAUGEO PE

4.1.5 Zestaw do łączenia obciążników sondy RAUGEO PE

Do modułowego łączenia obciążników, razem z materiałem mocującym.

Materiał: stal



Rys. 25: Adapter do sondy RAUGEO PE-Xa (zestaw)

4.1.6 Adapter do sondy RAUGEO PE-Xa (zestaw)

Do montażu obciążnika na sondzie RAUGEO PE-Xa, razem z materiałem mocującym

Materiał: stal



Rys. 26: Łącznik zasilania i powrotu

4.1.7 Łącznik zasilania i powrotu

Służy do łączenia zasilania i powrotu z podwójnej sondy U na zakończeniu odwiertu. Zaoszczędzamy przez to połowę długości przewodów podłączeniowych, koszty rozdzielaczy i miejsce na nie przeznaczone. Połączenie może być przeprowadzone za pomocą złączki elektrooporowej lub doczołowo.

Materiał: PE 100
Średnice: 32-32-40
40-40-50



Rys. 27: Dystansownik RAUGEO

4.1.8 Dystansownik RAUGEO

Przewidziany do zapewnienia odpowiedniej odległości pomiędzy rurami sondy w otworze wiertniczym z wolną przestrzenią na rurę wypełniającą.

Uchwyty mocujące stosujemy co 1,5 m - 2 m.

Materiał: PE 100
Średnice: 32 x 2,9
40 x 3,7

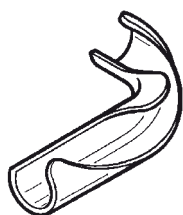


Rys. 28: Uchwyt do montażu

4.1.9 Uchwyt do montażu

Do przytrzymania rur RAUGEO lub rur podejścia w wykopie dla przewodów lub wykopie budowlanym. Dzięki zastosowaniu uchwytu, rury RAUGEO mogą być utrzymywane w ziemi aż do obciążenia. Następnie uchwyt jest wyciągany i może być ponownie użyty.

Materiał: stal/PE
Długość: 200 mm



Rys. 29: Łuk prowadzący 90° REHAU

4.1.10 Łuk prowadzący 90° REHAU

Do prowadzenia rury RAUGEO 25x2,3.

Materiał: poliamid
Kolor: czarny

4.2 Kolumna RAUGEO – osprzęt uzupełniający

Osprzęt uzupełniający systemu kolumny RAUGEO spełnia wymagania AT/2006-16-0033



Rys. 30 Druk wiążący EP

4.2.1 Druk wiążący EP

Druk wiążący EP REHAU jest drutem pokrytym tworzywem sztucznym. Służy do przymocowania przewodów do konstrukcji zbrojeniowej pała fundamentowego.

Materiał:	drut w płaszczu z tworzywa sztucznego
Ø drutu:	1,4 mm
Długość:	180 mm
Kolor:	czarny



Rys. 31: Wiązka do drutu

4.2.2 Wiązka do drutu REHAU

Wiązka REHAU wykonana z metalu w płaszczu z tworzywa sztucznego przeznaczona jest do prawidłowego i szybkiego skręcania drutów mocujących EP REHAU. Stosowana jest podczas mocowania przewodów do konstrukcji zbrojeniowej pała fundamentowego.

Materiał:	stal
Długość:	310 mm
Ø wiązki:	30 mm
Kolor:	czarny



Rys. 32: Opaski kablowe

4.2.3 Opaski kablowe REHAU

Opaski kablowe REHAU można zastosować alternatywnie do drutów wiążących EP REHAU podczas mocowania przewodów do konstrukcji zbrojeniowej pała fundamentowego.

Materiał:	PA
Długość:	178 mm
Szerokość:	4,8 mm
Kolor:	naturalny

4.3 System RAUGEO – osprzęt uzupełniający

Osprzęt uzupełniający systemu kolumny RAUGEO spełnia wymagania AT/2006-16-0031/32/33



Rys. 33: Studnia rozdzielcza RAUGEO

4.3.1 Studnia rozdzielcza RAUGEO

Kompletna, zmontowana studnia rozdzielcza do bezpośredniego podłączania obwodów geotermalnych i kolektora podłączeniowego, pomiędzy rozdzielaczem a pompą ciepła (bez konieczności zgrzewania). Zintegrowany ze studnią rozdzielacz modułowy RAUGEO dostarczany jest razem ze śrubunkami zaciskowymi w wymiarach wymaganych dla obwodu geotermalnego.

Element dostarczany włącznie z włazem.

Wykonanie z otwartym dnem studni i nieuszczelnionymi przejściami rur.

Studnia dostępna w wersji bez i z przepływomierzami.

Ilość obwodów geotermalnych: 3-5.

Materiał studni:	RAU-PP 2300
Wysokość:	820 mm
Kolor:	pomarańczowy



Rys. 34 Rozdzielacz modułowy RAUGEO

4.3.2 Rozdzielacz modułowy RAUGEO

Gotowy zmontowany rozdzielacz z określoną ilością obwodów grzewczych, składający się z belek zasilania i powrotu (średnica wewnętrzna 2") z otworami do montażu śrubunków zaciskowych i O-Ringów oraz elementów dodatkowych.

Zakres dostawy:

- moduły pojedyncze (ilość w zależności od liczby obwodów grzewczych) wraz z zaworami regulacyjnymi-odcinającymi, otworami do montażu śrubunków zaciskowych i O-Ringów oraz elementów dodatkowych
- 2 kołnierze zamykające
- 2 kołnierze podłączeniowe z uszczelnieniem O-Ring
- 2 złączki proste
- 2 złączki do przejścia do zaworu napełniająco-oprózniającego
- 2 zawory napełniająco-oprózniające
- zestaw łączników gwintowych

Materiał: POM (polioksymetylen)

Śr. rozdzielacza: 2"

Przyłącze: DN 25/32/40/50



Rys. 35 Pakiet podstawowy rozdzielacza modułowego RAUGEO

4.3.3 Pakiet podstawowy rozdzielacza modułowego RAUGEO

Jednostka bazowa do montażu rozdzielacza przez klienta, składająca się z zasilania i powrotu dla 2 obwodów grzewczych; nie zawiera łączników gwintowanych.

Zakres dostawy:

- 4 moduły pojedyncze wraz z zaworami regulacyjno-odcinającymi oraz otworami do montażu śrubunków zaciskowych i O-Ringów, w tym 3 z otworami do montażu elementów dodatkowych, 1 bez otworu
- 2 kołnierze zamykające
- 2 kołnierze podłączeniowe z uszczelnieniem O-Ring
- 2 złączki proste
- 2 złączki do przejścia do zaworu napełniająco-oprózniającego
- 2 zawory napełniająco-oprózniające

Materiał: POM (polioksymetylen)

Śr. rozdzielacza: 2"



Rys. 36 Zestaw rozszerzający rozdzielacza modułowego RAUGEO

4.3.4 Zestaw rozszerzający rozdzielacza modułowego RAUGEO

Zestaw rozszerzający o jeden obwód grzewczy do pakietu podstawowego, składający się z 2 modułów pojedynczych wraz z zaworami regulacyjno-odcinającymi, otworami do montażu śrubunków zaciskowych i O-Ringów.

Wykonanie w 2 wariantach:

Zestaw 1 z otworami do montażu osprzętu

Zestaw 2 bez otworów do montażu osprzętu

Materiał: POM (polioksymetylen)

Śr. rozdzielacza: 2"



Rys. 37 Przepływomierz RAUGEO

4.3.5 Przepływomierz RAUGEO

Do zamontowania bezpośrednio na zasilaniu obwodu grzewczego do belki rozdzielacza, z zakresem przepływu 8 - 28 l/min, połączenie płasko uszczelniające 1"GZ - 1"GW, ze skalą dla roztworu glikolowego. Śrubunki zaciskowe DN 25 i DN 32 mogą być montowane bezpośrednio do przepływomierza, natomiast DN 40 i DN 50 za pomocą dodatkowej złączki redukcyjnej.

Materiał:

mosiądz



Rys. 38 Zestaw łączników gwintowanych do rozdzielacza modułowego RAUGEO

4.3.6 Zestaw łączników gwintowanych do rozdzielacza modułowego RAUGEO

Zestaw do montażu rozdzielacza składający się z:

- 8 łączników gwintowanych ocynkowanych M8
- 16 samozabezpieczających nakrętek
- 16 podkładek



Rys. 39 Zestaw uchwytych mocujących rozdzielacz RAUGEO do ściany

4.3.7 Zestaw uchwytych mocujących rozdzielacz RAUGEO do ściany

Zestaw składający się z 4 wsporników montażowych i 4 obejm do rury rozdzielacza. Bez śrub mocujących.



Rys. 40 Zestaw termometrów bimetalicznych RAUGEO

4.3.8 Zestaw termometrów bimetalicznych RAUGEO

Do pomiaru temperatury na zasilaniu i powrocie.

Zakres temperatury: od -20°C do +40°C

Zestaw składający się z 2 termometrów dla zasilania i powrotu.



Rys. 41 Manometr RAUGEO

4.3.9 Manometr RAUGEO

Do pomiaru ciśnienia na zasilaniu lub powrocie.

Zakres ciśnienia: 0-4 bar, przyłącze 1/2"



Rys. 42 Śrubunki zaciskowe RAUGEO

4.3.10 Śrubunki zaciskowe RAUGEO

Do przyłączania obwodów grzewczych do belki zasilania i powrotu rozdzielacza.

Zestaw składający się z 2 śrubunków zaciskowych.

Zakres średnic: DN 25/32/40/50



Rys. 43 Zestaw elastycznych podejść przyłączeniowych RAUGEO

4.3.11 Zestaw elastycznych podejść przyłączeniowych RAUGEO

Zestaw do łączenia rozdzielacza z pompą ciepła składający się z:

- 2 rur falistych ze stali nierdzewnej izolowanych kauczukiem wraz ze śrubunkiem, złączką, uszczelkami i pierścieniami zaciskowymi
- 1 zaworu kulowego czerwonego
- 1 zaworu kulowego niebieskiego



Rys. 44 Zestaw sztywnych podejść przyłączeniowych RAUGEO

4.3.12 Zestaw sztywnych podejść przyłączeniowych RAUGEO

Zestaw do łączenia rozdzielacza z pompą ciepła na bazie bezpośredniego i sztywnego połączenia.
Zestaw składa się z 2 śrubunków zaciskowych.

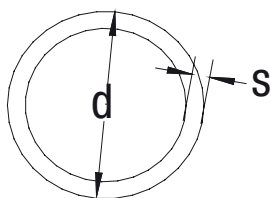


Rys. 45: Rozdzielacz z tworzywa sztucznego

4.3.13 Rozdzielacz instalacji RAUGEO z tworzywa sztucznego

W przypadku inwestycji budowlanych, gdzie rozdzielacze solanki z mosiądzu nie są dostępne w odpowiednich wymiarach, mogą być dostarczone odpowiednie dla danego obiektu rozdzielacze solanki wykonane z tworzywa sztucznego. Rury rozdzielacza wykonane są z PE 100. Odgałęzienia wykonuje się podczas procesu spawania w zakładzie wg DVS 2207. Poddawane one są tam również kontroli. Rozdzielacze dostarczane są z zaworami zamykającymi, przepływomierzami i odpowietrznikami.

Materiał: PE 100
Średnica rozdzielacza: 110/90
Przyłącze: 90 x 8,2
Wym. rozdzielacza: na zapytanie



Rys. 46: Rury wypełniające, rozdzielcze i zbiorcze

4.3.14 Rury wypełniające, rozdzielcze i zbiorcze

Do wypełnienia wzgl. zawężenia otworu wiertniczego sondy i jako rura zbiorcza między rozdzielaczem a pompą ciepła.

Średnica zewnętrzna:

- PE-Xa: 20-160 mm

- PE 100: 20-400 mm

Rury RAUGEO oferowane są w wykonaniu SDR 11. (SDR oznacza „Standard Dimension Ratio” i opisuje stosunek średnicy zewnętrznej rury [d] do grubości jej ścianki [s])

Wymiary d x s [mm]	Ciężar [kg]	Objętość [l]
20 x 1,9	0,112	0,20
25 x 2,3	0,171	0,32
32 x 2,9	0,272	0,54
40 x 3,7	0,430	0,83
50 x 4,7	0,666	1,30
63 x 5,8	1,05	2,10

Tabela 5: Dane techniczne dotyczące rur SDR 11



Rys. 47 Zestaw zaworu kulowego RAUGEO do rozdzielacza

4.3.15 Zestaw zaworu kulowego RAUGEO do rozdzielacza

z połączeniem za pomocą śrubunka zaciskowego i złącza śrubowego



Rys. 48 Glikol etylowy

4.3.16 Glikol etylowy

Do zastosowania jako nośnik ciepła.

Koncentrat do mieszania z wodą wg zamieszczonej poniżej tabeli.

Ochrona przed zamarzaniem	Glikol etylowy	Woda
-10 °C	22 %	78 %
-15 °C	29 %	71 %
-20 °C	35 %	65 %

4.3.17 Przyrząd pomiarowy RAUGEO

Do sprawdzenia ochrony przed zamarzaniem mieszanki glikolu z wodą



Rys. 49: Przyrząd pomiarowy RAUGEO

4.3.18 Przejście szczelne

Uszczelnienie przejścia rury przez ściane w przypadku napiętego zwierciadła wody gruntowej lub nie. Dla rur RAUGEO o zewnętrznej średnicy wynoszącej 20 - 63 mm.

W połączeniu z rurą izolacyjną RAUGEO lub średnicą otworu pod gwint zachowana jest szczelność dla ciśnienia do 1,5 bar.

Wskazówka: Otwory pod gwint należy konserwować.

Płyty: Stal szlachetna V2A
Śruby: Stal szlachetna V4A
Mat. uszczelniający: EPDM



Rys. 50: Przejście szczelne

4.3.19 Rura osłonowa

Rura osłonowa REHAU przeznaczona jest specjalnie do izolacji przejścia rur RAUGEO przez mury budynku przeciw przedostawaniu się gazu i wody.

Materiał: PVC
Średnica wewnętrzna: 100 mm
Średnica zewnętrzna: 106 mm
Długość: 400 mm



Rys. 51: Rura osłonowa

4.3.20 Zaślepka RAUGEO

Dla rur izolacyjnych PVC (leżących w środku), jak również dla innych rur okładzinowych. Zamocowanie umożliwia dokładne umocowanie rur izolacyjnych do drewnianego deskowania, a następnie ich zabetonowanie.

Średnica wewnętrzna: 100 mm
Średnica zewnętrzna: 106 mm



Rys. 52: Zaślepka RAUGEO

4.3.21 Środek do uszczelniania otworów

Zestaw składa się z dwuskładnikowej żywicy epoksydowej z wodą pitną. Dopuszczalny wg zalecenia KTW (zalecenie dotyczące kontaktu tworzyw sztucznych z wodą pitną) do zamykania powierzchni betonu lub muru. W zestawie znajduje się pędzel (długość ok. 40cm) i para rękawiczek lateksowych.

Do zestawu dołączona jest instrukcja montażu. Należy przestrzegać wskazówek dotyczących bezpieczeństwa i kart charakterystyki preparatu niebezpiecznego.



Rys. 53: Środek do uszczelniania otworów

4.3.22 Rura izolacyjna

Rura izolacyjna REHAU wykonana jest z paroszczelnego kauczuku i przeznaczona specjalnie do izolacji przewodów instalacji chłodzącej w budynkach. Miejsca styku należy uszczelnąć klejem kauczukowym.

Grubość izolacji: 13 mm
Długość: 2 m
Średnica: 20-63 mm



Rys. 54: Rura izolacyjna



Rys. 55: Łącznik izolacji

4.3.23 Łącznik izolacji

Łącznik izolacji składa się z dwóch powłok i służy jako wkładka izolacyjna między rurą a zaciskiem rurowym. Ma ona na celu zapobieganie tworzeniu się wody kondensacyjnej w obszarze zacisku rurowego.

Grubość izolacji:	13-15 mm
Średnica:	20-63 mm



Rys. 56: Wąż termokurczliwy

4.3.24 Wąż termokurczliwy REHAU

Z reguły połączenia za pomocą tulei zaciskowej mogą być układane w gruncie bez żadnej ochrony. Jednak na poszczególnych obszarach występują różne materiały, które mogą uszkodzić tuleję zaciskową. W przypadku niepewności lub wątpliwości połączenie można osłonić przy użyciu węża termokurczliwego.

Materiał:	VPE
Obszar obkurczu:	20 - 55 mm
Długość:	1200 mm
Kolor:	czarny

4.3.25 Tuleja zaciskowa

Tuleja zaciskowa to opracowana i opatentowana przez firmę REHAU metoda łączenia rur z PE-Xa, która zapewnia:

- szybkie i gotowe połączenie do natychmiastowego obciążenia,
- bezpieczne połączenie odpowiednie do danego systemu
- połączenie niezależne od warunków pogodowych,
- długotrwałe szczelne połączenie rur RAUGEO Xa i Xa plus.

Połączenie składa się jedynie ze złączki i tulei zaciskowej.

Połączenie poprzez tuleję zaciskową należy wykonać za pomocą narzędzi przewidzianych do tego celu przez firmę REHAU.

Podczas montażu należy przestrzegać instrukcji obsługi dołączonej do narzędzi.



Rys. 57: Tuleja zaciskowa REHAU

4.3.26 Mufa elektrooporowa

Złączki do łączenia elektrooporowego REHAU są kształtkami ze zintegrowanym drutem oporowym. Przepływający prąd elektryczny podgrzewa drut do pożądanej temperatury, wykonując w ten sposób połączenie spawane. Każda złączka posiada zintegrowany opornik rozpoznawczy, który zapewnia zachowanie parametrów spawania w zgrzewarce REHAU (artykuł 244762-001). Kod kreskowy występujący na wszystkich złączkach do spawania REHAU umożliwia zastosowanie wszystkich dostępnych powszechnie na rynku zgrzewarek z piórem do odczytu kodu kreskowego. Podczas montażu należy przestrzegać instrukcji obsługi dołączonej do urządzenia.



Rys. 58: Mufa elektrooporowa

4.3.27 Taśma zimnokurczliwa RAUGEO

Taśma zimnokurczliwa wykonana jest z kauczuku butylowego posiadającego właściwości samozgrzewcze. Do izolacji rur RAUGEO plus lub złączek z mosiądzu znajdujących się w gruncie.

Materiał :	
Szerokość:	50 mm
Długość:	5 m
Kolor:	szary



Rys. 59: Taśma zimnokurczliwa

5 PROJEKTOWANIE INSTALACJI

WYKORZYSTANIA CIEPŁA GEOTERMALNEGO

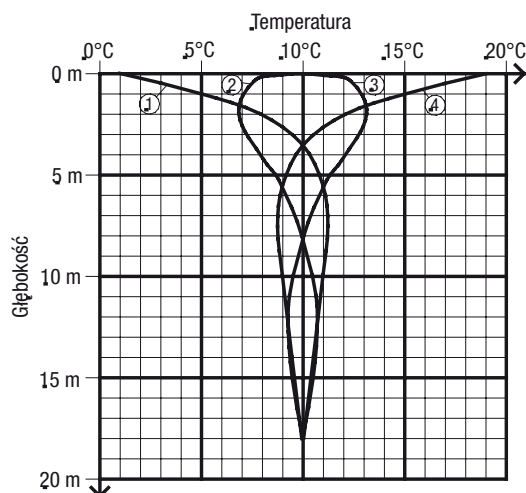
5.1 Podstawy wykorzystania ciepła geotermalnego w warstwie podpowierzchniowej

W geologii określenie „podpowierzchniowy” oznacza obszar rozciągający się od powierzchni ziemi do głębokości kilkuset metrów. Jest to obszar, który można eksploatować za pomocą kolektorów, sond i kolumn. Rys. 39 przedstawia poziom temperatur na głębokości do 20 m. Zgodnie z przedstawionym wykresem na głębokości 1,2 – 1,5 m utrzymuje się w ciągu roku temperatura w zakresie 7 °C - 13 °C, natomiast na głębokości ok. 18 m utrzymuje się przez cały rok temperatura o wysokości ok. 10 °C. Z reguły temperatura wzrasta co każde 100 m o 2 do 3 °C.

Na głębokości 100 m temperatura wynosi zazwyczaj ok. 12 °C, na głębokości 200 m - ok. 15 °C.

Ten poziom temperatur może być bardzo skutecznie wykorzystany za pomocą pompy ciepła do celów ogrzewania lub przy użyciu bezpośredniego chłodzenia wzgl. agregatu chłodniczego do celów chłodniczych.

Podczas dokonywania obliczenia instalacji geotermalnej należy rozróżnić między mocą cieplną wzgl. mocą chłodniczą a pracą ogrzewania wzgl. pracą chłodzenia możliwą do wykonania w ciągu roku. Ze względu na ograniczoną do ok. 1-3 W/mK przewodność cieplną gruntu instalacja do użytkowania ciepła geotermalnego może być eksploatowana tylko przez krótki czas przy dużej wydajności pobierania. Przy czym obszar rur lub sond wykorzystywany jest jako bufor ciepła, który regenerowany jest co pewien czas poprzez geotermiczny strumień ciepła pochodzący z wnętrza ziemi, który wynosi jedynie 0,015 do 0,1 W/m²K. W przypadku mniejszych instalacji, których moc termiczna dochodzi do 30 kW, wytyczna 4640 VDI podaje zasady dokonywania pomiarów, których najważniejsza treść została przedstawiona również w niniejszej Informacji Technicznej.



Rys. 60 Poziom temperatury gruntu w zależności od głębokości

W przypadku większych instalacji opłaca się przeprowadzić dokładniejsze obliczenia w oparciu o ekspertyzę gruntu (Thermal Response Test).

5.2 Wpływ na środowisko naturalne

Pompy ciepła sprzężone z kolektorami gruntowymi, których wymiary zostały zaniżone, mogą wpływać miejscowo na proces wegetacji (przedłużenie okresu niskich temperatur). Z reguły zaniżenie wydajności skutkuje mniejszymi temperaturami źródeł ciepła, a przez to mniejszą liczbą okresów pracy w ciągu roku. W ekstremalnym przypadku temperatury źródeł ciepła mogą występować na niższych granicach zastosowania pompy ciepła. Również w przypadku pomp ciepła sprzężonych z sondami ciepła geotermalnego zaniżone wydajności w trybie pełnego obciążenia mogą skutkować przez krótki czas bardzo niskimi temperaturami źródeł ciepła aż do dolnej granicy zastosowania pompy ciepła. Dodatkowo zaniżenie wydajności może spowodować długookresowe zmniejszanie się temperatur źródeł ciepła przez kolejne okresy grzewcze, jeżeli nie zapewniono wystarczającego okresu regeneracji.

5.3 Wybór sondy, kolektora powierzchniowego lub kolumny w palowaniu fundamentowym

Punktem wyjścia przy wyborze systemu jest zawsze wydajność parownika, tzn. ilość ciepła, które może być pobrana z ziemi lub w przypadku chłodzenia - ilość ciepła odprowadzana do ziemi. Podczas projektowania należy wybrać najkorzystniejsze dla danej lokalizacji źródło ciepła i dopasować do niego system grzewczy oraz pozostałe elementy instalacji. Do najczęściej stosowanych systemów należą:

- poziomy wymiennik ciepła geotermalnego (kolektor)
- pionowy wymiennik ciepła geotermalnego (sonda, sonda spiralna, kolumna).

Zastosowanie poziomego lub pionowego wymiennika energii geotermalnej uzależnione jest od warunków geologicznych występujących w danej lokalizacji, ilości miejsca oraz od warunków budowlanych.

Ważne kryteria techniczne instalacji są następujące:

- projektowana wydajność instalacji źródła ciepła
- wydajność parownika pompy ciepła (określana jest ona na przykład na podstawie mocy grzewczej i liczby okresów pracy)
- godziny eksploatacji rocznej wzgl. godziny pełnego obciążenia
- obciążenie szczytowe źródła ciepła (peak load)

Dobra znajomość geologii i hydrogeologii pozwala określić termiczne i hydrauliczne właściwości podłoża, a dzięki temu umożliwia wybór odpowiedniej techniki poboru ciepła.

Miesiące do wykresu przedstawionego na rys. 60

Linia 1 = 1 lutego

Linia 2 = 1 maja

Linia 3 = 1 listopada

Linia 4 = 1 sierpnia

5.4 Projektowanie i montaż kolektorów geotermalnych

Zasady projektowania kolektorów ciepła geotermicznego opisano w wytycznej VDI 4640. Poniżej przedstawiono najważniejsze aspekty.

5.4.1 Projektowanie

Dane do projektowania kolektora gruntowego w połączeniu z pompą ciepła:

- zapotrzebowanie ciepła grzewczego i moc jednostkowa pompy ciepła; wynika z tego moc parownika
- natężenie przepływu pompy ciepła (karta charakterystyki pompy ciepła)
- specyficzna wydajność poboru ciepła z ziemi

Projektowanie pompy ciepła należy przeprowadzić bardzo dokładnie. Z tego względu przy określaniu optymalnych wymiarów należy zasięgnąć informacji u producenta pomp ciepła, aby móc odpowiednio dopasować moc jednostkową do określonej mocy grzewczej i rodzaju eksploatacji.

Moc parownika można określić wg poniższego wzoru:

Moc parownika =

$$\frac{\text{Moc grzewcza} \times (\text{Współczynnik efektywności energetycznej}^{-1})}{\text{Współczynnik efektywności energetycznej}}$$

Przykład:

Moc grzewcza: 12 kW

Współczynnik efektywności energetycznej: 4

$$\frac{12 \text{ kW} \times (4-1)}{4} = 9 \text{ kW}$$

Specyficzna wydajność poboru ciepła zależy od rocznego okresu eksploatacji, co przedstawiono w tabeli 6:

Rodzaj gruntu	Specyficzna wydajność poboru ciepła	
	przy 1800 h	przy 2400 h
Grunt sypki	10 W/m ²	8 W/m ²
Grunt spoisty, wilgotny	20-30 W/m ²	16-24 W/m ²
Grunt nasycony wodą	40 W/m ²	32 W/m ²

Tabela 6: Źródło: VDI 4640

Przykład:

Moc parownika: 9 kW

Czas eksploatacji: 1800 h/a

Grunt : spoisty, wilgotny

Wynika z tego następująca wartość:

Wydajność poboru ciepła: 25 W/m²

Powierzchnia kolektora gruntowego =

$$\frac{\text{Moc parownika (W)}}{\text{Wydajność poboru ciepła (W/m}^2\text{)}}$$

$$= 360 \text{ m}^2$$

Wybór średnicy rur uzależniony jest od możliwej wydajności poboru ciepła, które można pozyskać z ziemi:

Im wyższa jest wydajność poboru ciepła, tym wyższe natężenie przepływu wymagane jest w przypadku danej rozpiętości temperatur i tym większe średnice rur są wymagane. Opisane zależności przedstawia tabela 7.

Rodzaj gruntu	Średnica zewnętrzna x s (mm)
Grunt sypki	20 x 1,9
Grunt spoisty, wilgotny	25 x 2,3
Grunt nasycony wodą	32 x 2,9

Tabela 7: Średnice rur

Zgodnie z wytyczną VDI 4640 przy układaniu rur zaleca się zachowanie odstępu pomiędzy rurami wynoszącego 50-80 cm.

Przy wybranym odstępie 75 cm i stosunku

$$\text{Ilość rur} = \frac{\text{Powierzchnia kolektora gruntowego (m}^2\text{)}}{\text{Odległość przy układaniu (m)}}$$

uzyskujemy długość rur wynoszącą 480 m.

Wskazówka: Nie należy przekraczać wydajności i okresu poboru ciepła, bowiem w przeciwnym wypadku - zasadniczo pożądane - złodowacenie obszaru przewodów rurowych będzie zbyt duże i dojdzie do zrośnięcia się promieni lodowych. W czasie odwilży na początku roku utrudnione jest wsiąkanie wody deszczowej i wody pochodzącej z roztopów, która przyczynia się w znacznym stopniu do ocieplenia gruntu.

Ponieważ umieszczenie kolektora w ziemi zmienia poziom temperatur panujący w glebie, rury należy układać przy zachowaniu wystarczającej odległości od drzew, krzewów i delikatnych roślin. Odległość od pozostałych przewodów zasilających i budynków powinna wynosić 70 cm. W przypadku zmniejszenia tej odległości przewody należy zaopatrzyć w odpowiednią ochronną izolację.

Kolektory gruntowe nadają się do bezpośredniego chłodzenia budynków tylko przy spełnieniu określonych wymogów:

- płynąca woda gruntowa - odległość < 0,5 m z glebą o dobrej przewodności 2,5 - 3 W/mK

- temperatura wody gruntowej w lecie < 12 °C

Szczytowe obciążenia chłodnicze mogą być przejmowane przez agregat chłodniczy.

Długość obwodu rur nie powinna przekroczyć 100 m ze względu na niebezpieczeństwo zbyt dużej straty ciśnienia.

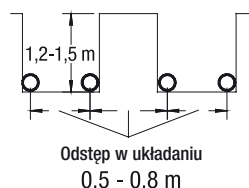
5.4.2 Układanie rur

W przypadku instalacji kolektorów gruntowych rury należy układać na głębokości 1,2 - 1,5 m i przy zachowaniu odstępu 50-80 cm, zgodnie z wytyczną VDI 4640.

Regenerację kolektorów umożliwia przede wszystkim nasłonecznienie oraz opady. W porównaniu z tym przepływ ciepła geotermalnego jest niewielki. Z tego względu kolektorów nie należy ani zabudowywać ani umieszczać pod powierzchnią pokrytą warstwą uszczelniającą!

Wyjątki od tej reguły muszą być potwierdzone przez projekt.

Możliwe jest to ewentualnie na przykład wtedy, gdy kolektor gruntowy stosowany będzie zarówno do ogrzewania, jak i chłodzenia, a więc każdy rodzaj eksploatacji przyczyniać się będzie do regeneracji gruntu. Podczas układania rur pod budynkami należy zwrócić szczególną uwagę na to, aby temperatura użytkowania nie osiągnęła granicy zamarzania, ponieważ w przeciwnym wypadku budynki mogą ulec uszkodzeniu wskutek podnoszenia się gruntu itp. Kolektor RAUGEO można układać zarówno w wykopach, jak i na przygotowanej powierzchni. W przypadku układania rur w wykopach (korytka) wykop wykonywany jest za pomocą koparki. W wykonanym wykopie układana jest rura, która zasypywana jest następnie ziemią znajdującą się na brzegu wykopu, patrz rys. 61.



Rys. 61: Układanie rur w wykopach

W przypadku pełnopoверхniowego układania rur należy przygotować równą powierzchnię, patrz rys. 65. Wskazówka: Rodzimy materiał wypełniający można stosować tylko w przypadku rur PE-Xa. Podczas układania rur PE-100 należy użyć podsypki piaskowej. Patrz rozdział 4.6. Rur PE-Xa nie wolno układać w warstwie żwiru lub tłucznia, ponieważ pęcherzyki powietrzna zmniejszają przewodność. Z tego względu w przypadku występowania tych gruntów wokół rur należy używać gruntu drobnoziarnistego, który zapewni wchłanianie wilgoci. Przy zastosowaniu rur PE-Xa nie ma konieczności zwracania uwagi na występujące w tym gruncie kamienie.

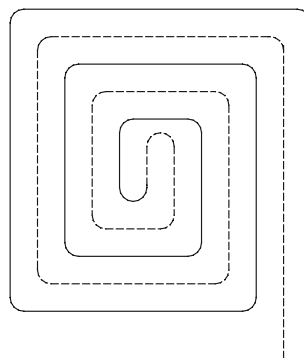
Stosowane powszechnie sposoby układania rur przedstawiono na rys. 62 - 64. Sposób układania zwany ślimakiem na rys. 62 może być zastosowany przy pełnopoверхniowym układaniu rur. Sposoby układania „podwójny meander” rys. 63 i „układ wielorurowy (Tichelmann'a)” rys. 64 stosowane są przede wszystkim przy układaniu rur w wykopach.

Rury RAUGEO dostępne są w zwojach po 100 m. Powierzchnia przewidziana pod ułożenie rur musi być tak wykonana, aby każdy obwód rur posiadał tę samą długość. W ten sposób zapobiega się kosztownej regulacji przy rozdzielaczu.

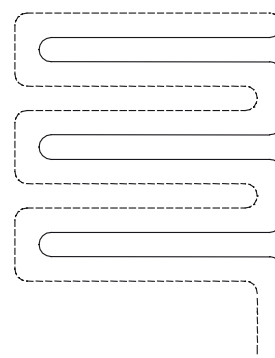
Podczas układania rur na przygotowanej powierzchni rury można przytrzymać za pomocą uchwytu do montażu REHAU. Pozwoli to na łatwe drabinkowe ułożenie rur.



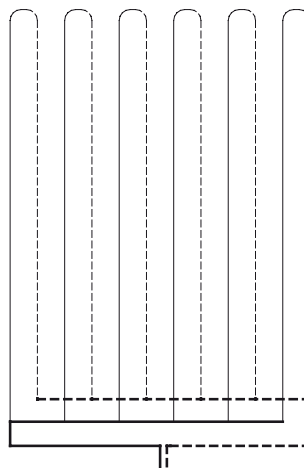
Rys. 65: Układanie pełnopoверхniowe



Rys. 62 Sposób układania - ślimak



Rys. 63: Sposób układania - podwójny meander



Rys. 64: Układ wielorurowy (Tichelmann'a)

Tabela obliczeniowa dla powierzchni kolektora i długości rur geotermalnych przy wskaźniku COP=4 pompy ciepła (0/35), wydajności poboru ciepła 25W/m² i odstępach pomiędzy rurami 0,6 m:

Wymagana moc grzewcza [kW]	Moc parownika [kW]	Min. powierzchnia [m ²]	Proponycja długości kolektora RAUGEO [m]
4	3	120	200
6	4,5	180	300
8	6	240	400
10	7,5	300	500
12	9	360	600
14	10,5	420	700
16	12	480	800
18	13,5	540	900
20	15	600	1000

5.4.3 Montaż kolektora geotermalnego



Rys. 66: Wybór lokalizacji rozdzielacza

Etap montażu 1

- Wybrać lokalizację rozdzielacza w najwyższym punkcie instalacji kolektora.
- Rozdzielacze można zainstalować w studzienkach z tworzywa sztucznego lub pod osłoną światłoszczelną.
Wskazówka: W przypadku występowania nasłonecznienia studzienki należy przykryć, ponieważ przewody rurowe muszą być chronione przed działaniem promieni UV.
- Przewody rurowe podłączyć do rozdzielaczy i kolektorów wg metody Tichelmann'a. Patrz rozdział 5.8



Rys. 67: Układanie rur i mocowanie

Etap montażu 2

Układanie rur na przygotowanej powierzchni

- Rury rozłożyć, wyrównać i unieruchomić za pomocą palików.
- Należy przestrzegać promieni gięcia rur PE-Xa i PE-100 (patrz rozdział 2, tabela 1)



Rys. 68: Przykrycie rur ziemią lub piaskiem

Etap montażu 3

- Po przykryciu rur ziemią/piaskiem paliki należy wyciągnąć.
Wskazówka: kolektor RAUGEO PE 100 należy układać w podsypce piaskowej.



Rys. 69: Wypełnianie i przykrywanie przewodów rurowych

Etap montażu 4

- Wypełnienie przewodów rurowych gotowym nośnikiem ciepła (stosunek między ochroną przed zamarzaniem a wodą podawany jest przez producenta pomp ciepła). Ochrona przed zamarzaniem powinna być o 7 K mniejsza od minimalnej temperatury parownika.
- Przepłukanie przewodów rurowych poprzez otwarte naczynie aż do usunięcia z nich powietrza.
- Przewody rurowe i elementy instalacji (rozdzielacz, przewody podłączeniowe, itp.) poddawane są próbie ciśnieniowej przy zastosowaniu 1,5-krotnego ciśnienia roboczego.

5.5 Projektowanie i montaż sond geotermalnych

Zasady projektowania sond ciepła geotermalnego opisano w wytycznej VDI 4640.

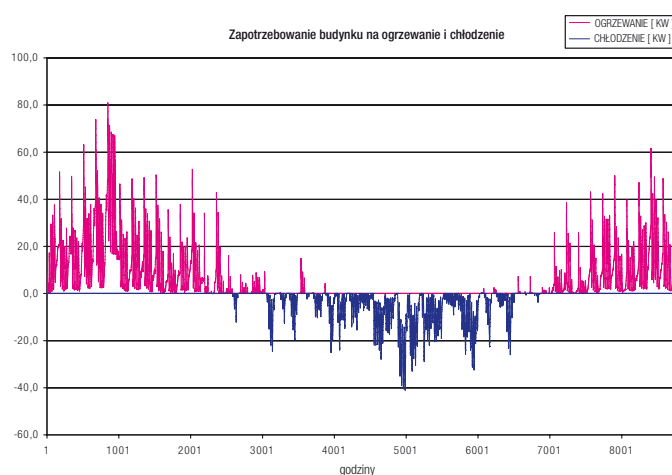
5.5.1 Projektowanie

Przy projektowaniu sond ciepła geotermalnego dla potrzeb eksploatacji pomp ciepła miarodajna jest wydajność poboru ciepła wzgl. moc parownika. W tabeli 8 przedstawiono wartości, które mogą być zastosowane dla małych instalacji grzewczych < 30 kW z pompami ciepła przy maksymalnej długości sond wynoszącej 100 m.

Czas eksploatacji Podłoże gruntowe	1800 h specyficzna wydajność poboru w W/m sondy	2400 h specyficzna wydajność poboru w W/m sondy
Ogólne wskaźniki:		
Słabe podłoże gruntowe (suchy osad) ($\lambda < 1,5$ W/mK)	25	20
Normalne podłoże gruntowe - skała lita i osad nasycony wodą ($\lambda < 3,0$ W/mK)	60	50
Skała lita o wysokiej przewodności cieplnej ($\lambda < 3,0$ W/mK)	84	70
Poszczególne skały:		
Żwir, piasek suchy	< 25	< 20
Żwir, piasek wodonośny	65 - 80	55 - 85
Przy silnym przepływie wody gruntowej w żwirze i piasku, dla pojedynczych instalacji	80 - 100	80 - 100
Il, glina wilgotna	35 - 50	30 - 40
Wapień (lity)	55 - 70	45 - 60
Piaskowiec	65 - 80	55 - 65
Kwaśne skały magmowe (np. granit)	65 - 85	55 - 70
Zasadowe skały magmowe (np. bazalt)	40 - 65	35 - 55
Gnejs	70 - 85	60 - 70

(Podane wartości mogą ulegać znacznym wahaniom z powodu zmian zachodzących w skałach, takich jak pęknięcie, łupkowatość i wietrzenie)

Tabela 8: Specyficzna wydajność poboru ciepła przez sondy
(Źródło: VDI 4640)



Rys. 70: Przykład - charakterystyka zapotrzebowania budynku na ogrzewanie i chłodzenie

Rodzaj gruntu decyduje o wydajności poboru ciepła przez sondę. Informacje o rodzajach gruntu podać może urząd geologiczny lub firma wiertnicza. Firma wiertnicza ustalić może również rodzaj gruntu podczas pierwszego wiercenia.

Przykład projektu:

Moc parownika : 6,8 kW (6800 W)
Czas eksploatacji: 2400 h/a
Wilgotny grunt

Wynika z tego następująca: **Wydajność poboru ciepła: 50 W/m**

A z tego wynika następująca wartość:

$$\text{Długość sondy} = \frac{\text{Moc parownika (W)}}{\text{Wydajność poboru ciepła (W/m)}} = \frac{6800}{50}$$

co daje 136 m.

5.5.2 Projektowanie dużych instalacji geotermalnych

W przypadku instalacji grzewczych o mocy grzewczej pompy ciepła > 30 kW lub dodatkowego wykorzystywania źródła ciepła (np. chłodzenie) należy przeprowadzić dokładne obliczenia. W tym celu należy określić zapotrzebowanie budynku na ogrzewanie i chłodzenie, które będzie stanowić podstawę do obliczeń. Rysunek 70 przedstawia przykład rocznego zapotrzebowania budynku na ogrzewanie i chłodzenie, obliczone przez program symulacyjny.

Przy ustaleniu wymiarów sondy przeprowadzić należy w przypadku niepewnej sytuacji geologicznej i hydrogeologicznej wiercenie pilotowe. Ewentualnie można dokonać geofizycznych pomiarów wspomnianego odwiertu. Na podstawie otrzymanych wyników obliczyć można przy zastosowaniu programu symulacyjnego możliwą wydajność poboru ciepła w ciągu roku odpowiednio dla projektowanego czasu eksploatacji instalacji.

Tabela obliczeniowa dla długości sondy (głębokości odwiertu) przy wskaźniku COP=4 pompy ciepła (0/35), wydajności poboru ciepła 50 W/m:

Wymagana moc grzewcza [kW]	Moc parownika [kW]	Min. długość sondy [m]	Proponowana długość sondy RAUGEO [ilość]
4	3	60	1 sonda po 60 m
6	4,5	90	2 sondy po 50 m
8	6	120	2 sondy po 60 m
10	7,5	150	2 sondy po 80 m
12	9	180	2 sondy po 90 m
14	10,5	210	3 sondy po 70 m
16	12	240	3 sondy po 80 m
18	13,5	270	3 sondy po 90 m
20	15	300	3 sondy po 100 m

5.5.3 Wbudowywanie sond geotermalnych

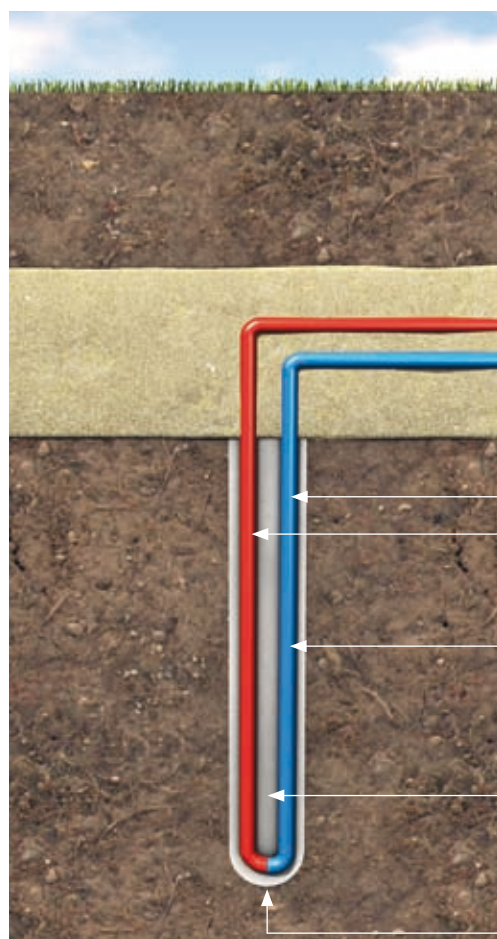
Sondy wymagają z reguły uzyskania zezwolenia zgodnie z prawem wodnym.

Należy zachować minimalną odległość od budynku wynoszącą 2 m. Nie wolno naruszyć stabilności budynku.

W przypadku zastosowania kilku sond ciepła geotermalnego o długości < 50 m minimalna odległość między nimi powinna wynosić 5 m, a przy długości > 50 m - 6 m. Sondy przewidziane do celów chłodzenia powinny być rozmieszczane możliwie swobodnie, aby uniknąć wzajemnego oddziaływania. Odległość od pozostałych rur zasilających powinna wynosić 70 cm. W przypadku zmniejszenia tej odległości rury należy zaopatrzyć w odpowiednią ochronną izolację.

Aby ułatwić wprowadzanie sondy do wykonanego zalanego wodą otworu wiertniczego, zaleca się wypełnić sondę wodą. Wprowadzenie sondy do otworu wiertniczego ułatwia dodatkowo obciążnik bądź alternatywnie urządzenie do umieszczenia sondy w odwiercie firmy REHAU.

W przypadku suchych otworów wiertniczych sondę należy napełnić wodą najpóźniej przed zwężeniem otworu wiertniczego, aby zapobiec jej wypłynięciu. Rura wypełniająca wsuwana jest wraz z sondą do otworu wiertniczego. Przy większej głębokości potrzebna być może dodatkowa rura wypełniająca, aby zapewnić równomierne wypełnienie. Z reguły sonda wpuszczana jest do otworu wiertniczego za pomocą rozwijarki, która przymocowana jest do wieży wiertniczej. Sondę można również rozwinąć jeszcze przed wprowadzeniem do otworu wiertniczego i wpuścić ją do tego otworu poprzez pętlę, która jest przymocowana do wieży wiertniczej. W skutek rozwinięcia zmniejsza się nieco krzywizna końcowa rur sondy.



Wskazówka: Wprowadzanie rozwiniętych rur do otworu wiertniczego nie jest wskazane w przypadku sond PE100, ponieważ karbowanie, rysy, itp., które mogą powstać podczas ciągnięcia rur po ziemi, zmniejszają znacznie ich żywotność.

Po umieszczeniu sondy w otworze zaleca się przeprowadzenie próby przepływu i szczelności.

Wskazówka: Włożenie sondy należy wykonać zgodnie z wytycznymi VDI 4640 Część 2 tak, aby zagwarantować trwale, fizycznie i chemicznie stabilne połączenia sondy z otoczeniem skalnym. W wypełnieniu otworu sondy nie mogą znajdować się pęcherzyki powietrzne ani puste przestrzenie. Wyłącznie należy przeprowadzić włożenie sondy i wypełnienie otworu zgodnie z VDI 4640 zapewnia odpowiednie funkcjonowanie szczególnie głębszych sond.

Po wypełnieniu otworu wiertniczego przeprowadza się kontrole końcowe, tj. kontrolę funkcjonowania wypełnionej wodą sondy i kontrolę szczelności przy minimum 6 bar; obciążenie wstępne: 30 min; czas kontroli: 60 min; tolerowany spadek ciśnienia: 0,2 bar. Jeżeli występuje niebezpieczeństwo zamarznięcia, należy opróżnić sondę do 2 m poniżej powierzchni terenu. Wykonać to można poprzez otwarcie na jednej stronie przyłącza sprężonego powietrza i zapewnić niskiego ciśnienia. Na drugiej stronie dojdzie do wypłynięcia wody. Gdy zabraknie ciśnienia, woda wypłynie ruchem wahadłowym z wnętrza sondy. Rury sondy muszą być szczelnie zamknięte aż do podłączenia. W celu pełnego wypełnienia obszaru pierścienia należy zastosować, w zależności od geologicznych warunków, odpowiednie materiały. Materiały te należy ustalić biorąc pod uwagę rodzaj eksploatacji. Rury sondy należy poprowadzić do rozdzielacza w równoległe łączących się obwodach. Rozdzielacz należy zainstalować w najwyższym miejscu. Należy zaprojektować w odpowiednim miejscu urządzenia odpowietrzające. Rozdzielacze można wyposażać w przepływomierze służące do regulacji sond. Przed uruchomieniem całego systemu należy przeprowadzić próbę szczelności przy 1,5-krotnym ciśnieniu roboczym. Należy również sprawdzić, czy we wszystkich sondach odbywa się równomierny przepływ.

Głębokość układania rur 1,2 i 1,5 m (poniżej poziomu przemarzania)

Rury sondy PE100 należy układać w piasku! (przy PE-Xa nie ma takiej konieczności)

Dopływ

Odpływ

Sonda RAUGEO PE100 lub PE-Xa

Materiał wypełnieniowy

Otwór wiertniczy

5.5.4 Montaż sondy geotermalnej



Rys. 72: Kontrola i przygotowywanie sondy

Etap montażu 1

- Przed wprowadzeniem do otworu wiertniczego sprawdzić zwoje rur pod kątem uszkodzeń
- Nałożenie bądź nawinięcie sondy na urządzenie nawijające
- W razie potrzeby obciążnik i przyrząd wprowadzający do sond RAUGEO przymocować na głowicy sondy



Rys. 73: Wprowadzanie sondy

Etap montażu 2

- Sondę należy wypełnić wodą, aby zapobiec jej wypłynięciu
- Sondę wraz z przewodami rurowymi wprowadzić do odwiertu
- Sondę wraz z przewodami rurowymi spuścić do odwiertu



Rys. 74: Zalanie otworu wypełnieniem

Etap montażu 3

- Przeprowadzenie próby ciśnieniowej sondy wypełnionej wodą
- Całkowite wypełnienie przestrzeni odwiertu
- Wypełnione wodą sondy RAUGEO poddawane są próbie ciśnieniowej przy ciśnieniu minimum 6 bar



Rys. 75: Podłączenie sondy do przewodów zasilających

Etap montażu 4

- Podłączenie sondy do przewodów przyłączeniowych
- Podłączenie przewodów do rozdzielacza umieszczonego w najwyższym punkcie instalacji
- Wypełnienie urządzenia gotowym, wymieszanym nośnikiem ciepła
- Przepłukanie przewodów rurowych poprzez otwarte naczynie aż do usunięcia z nich powietrza
- Przeprowadzenie ostatecznej próby ciśnieniowej przy zastosowaniu 1,5-krotnego ciśnienia roboczego

5.6 Projektowanie i montaż sond spiralnych

Przy projektowaniu i wymiarowaniu sond RAUGEO Helix należy postępować zgodnie z wytycznymi zawartymi w dyrektywie VDI 4640.

5.6.1 Projektowanie

Podstawą do projektowania sond Helix jest zapotrzebowanie budynku na ciepło. W oparciu o to zapotrzebowanie wyznacza się wydajność sond geotermalnych. Zależy ona od liczby godzin pracy przy pełnym obciążeniu, a także od warunków geologicznych i hydrologicznych. W poniższej tabeli zaprezentowano wydajność sond RAUGEO Helix w zależności od rodzaju gruntu przy 1800 godzinach pracy przy pełnym obciążeniu.

Rodzaj gruntu	Wydajność poboru ciepła na każdą sondę RAUGEO Helix [W]
Piasek (suchy)	100 – 300 W
Piasek (mokry)	300 – 700 W
Gлина (sucha)	200 – 400 W
Gлина (mokra)	400 – 650 W
ł / twarda gлина	250 – 350 W
ł pyłowy (suchy)	300 – 500 W
ł pyłowy (mokry)	500 – 700 W

Tabela 9: Specyficzna wydajność poboru ciepła przez sondy RAUGEO Helix

W celu określenia rodzaju gruntu, które w znacznym stopniu wpływa na wydajność sond RAUGEO Helix, można zwrócić się do instytucji dysponującej danymi geologicznymi lub wykonać odwiert próbny. Informacje dotyczące warunków związanych z wodą gruntową również można uzyskać w instytucjach dysponujących danymi geologicznymi. Szczególnie głębokość wody gruntowej i spadek hydrauliczny mają istotny wpływ na wydajność sond RAUGEO Helix.

W celu dokonania dokładnego wymiarowania sond RAUGEO Helix, poza wyznaczeniem rodzaju gruntu zaleca się także określenie miejscowych warunków związanych z wodą gruntową.

Jeśli dane dotyczące rodzaju gruntu i wody gruntowej nie są dostępne, wówczas przy wstępnym projektowaniu punktem wyjścia może być zakładana przeciętna wydajność sond RAUGEO Helix wynosząca 400 W. W dalszych etapach projektowania, w celu zagwarantowania długiego i niezawodnego funkcjonowania systemu, konieczne jest uwzględnienie danych dotyczących gruntu.

Jeżeli sondy RAUGEO Helix są stosowane także do biernego lub aktywnego chłodzenia, następuje szybsza regeneracja gruntu.

To dodatkowe „ładowanie” gruntu prowadzi w zależności od momentu, rodzaju i czasu jego trwania do określonego wzrostu wydajności sond.

Przykład projektu:

Wydajność grzewcza :	10 kW (10000 W)
Wydajność pompy ciepła (COP):	4
Czas eksploatacji:	1800 h/rok
Grunt:	gлина pylasta (woda gruntowa od głębokości 3 m)
Wydajność cieplna sondy (z obliczeń):	500 W/sonda

A z tego wyniku następująca wartość:

$$\text{Ilość sond (szt.)} = \frac{\text{Moc parownika* (W)}}{\text{Wydajność poboru ciepła sondy (W/sonda)}}$$

co daje 15 sond RAUGEO Helix.

*) moc parownika jest równa wydajności pozyskiwania ciepła z gruntu. Zależność wydajności grzewczej od wydajności pompy ciepła jest następująca:

$$\text{Wydajność grzewcza} = \frac{\text{Moc parownika} \times \text{wydajność pompy ciepła}}{\text{Wydajność pompy ciepła} - 1}$$

$$\text{Moc parownika} = \frac{\text{Wydajność grzewcza} \times (\text{wydajność pompy ciepła} - 1)}{\text{Wydajność pompy ciepła}}$$

Do wstępnego szacowania wymaganej ilości sond RAUGEO Helix można wykorzystać dane z poniższej tabeli.

Wyznaczanie ilości sond RAUGEO Helix przy wskaźniku efektywności cieplnej pompy ciepła COP = 4 (0/35) i wydajności sond Helix 500 W/sondę:

Wymagana wydajność grzewcza [kW]	Moc parownika [kW]	Liczba sond RAUGEO Helix [szt.]
4	3	6
6	4,5	9
8	6	12
10	7,5	15
12	9	18
14	10,5	21
16	12	24
18	13,5	27
20	15	30

Tabela 10: Szacowanie wymaganej ilości sond RAUGEO Helix

5.6.2 Projektowanie dużych instalacji

W przypadku większych instalacji grzewczych o mocy grzewczej/ chłodniczej > 30 kW należy zawsze przeprowadzić dokładne obliczenia i wymiarowanie instalacji. Podstawą do obliczeń jest zapotrzebowanie budynku na ciepło i chłód.

Do wymiarowania instalacji o wydajności większej niż 30 kW w każdym przypadku konieczne są informacje o miejscowych warunkach geologicznych i hydrologicznych.

Zalecamy również kontakt z Działem Technicznym REHAU.

5.6.3 Wbudowywanie sond spiralnych

Wskazówka: folia, w którą owinięta jest sonda RAUGEO Helix, jest opakowaniem i należy ją zdjąć przed zamontowaniem sondy. Jej zadaniem jest utrzymywanie długości sondy 1,1 m w celach transportowych.

Montaż sond RAUGEO Helix można przeprowadzić za pomocą nieskomplikowanych narzędzi i maszyn, do których może być podłączony świder. Średnica świda musi wynosić przynajmniej 450 mm.

Otwór powinien mieć głębokość około 5 m. W przypadku piaszczystego podłoża lub silnego oddziaływania wody gruntowej może zaistnieć konieczność zastosowania rur osłonowych. Mogą one zapobiec zasypywaniu się otworu podczas jego wykonywania.

Minimalny odstęp sond od budynków wynosi 1,5 m. Nie wolno naruszać stabilności budynków.

W przypadku montażu sond RAUGEO Helix pod budynkiem należy zachować szczególną ostrożność i dokładnie kontrolować montaż. Odstępy między sondami RAUGEO Helix powinny wynosić 3-4 m. Przy bardzo dobrych warunkach związanych z wodą gruntową odstępy między sondami mogą być mniejsze.

Odstęp sond od innych instalacji zaopatrujących budynek w media musi wynosić przynajmniej 1,5 m.

W przypadku, gdy ten odstęp jest mniejszy, przewody instalacji muszą być chronione odpowiednią izolacją.

Przed montażem sondy RAUGEO Helix należy usunąć folię i rozłożyć sondę do długości montażowej 3 m. Za pomocą przyrządu montażowego o długości 4 – 5 m lub listwy drewnianej sondę Helix należy zamontować tak jak pokazano na rys. 76 i wykonać węzeł mocujący.



Rys. 76: Wykonanie węzła mocującego

Sondę układa się w wywierconym otworze. Należy przy tym zwrócić uwagę, aby sonda RAUGEO Helix mieściła się całą długością w otworze i dotykała bezpośrednio dna otworu. Jest to konieczne, ponieważ u podstawy sondy nie mogą tworzyć się puste przestrzenie, które powodują znaczne pogorszenie przewodności cieplnej. W celu obciążenia sondy Helix i jej umocowania na dnie otworu, można np. wsypać łopatą piasek do środka sondy.

Po odpowiednim ułożeniu sondy Helix w otworze, można rozpocząć ręczne wykonywanie obsypki. Przy wykonywaniu obsypki należy zwrócić uwagę, aby między przewodami sondy a ściankami otworu nie powstawały puste przestrzenie. Obsypkę wprowadzić ręcznie do otworu.

W celu zapewnienia dobrego związania sondy Helix z podłożem, podczas wykonywania obsypki zaleca się polewanie wodą materiału obsypki za każdym razem po ułożeniu warstwy o wysokości 0,5 m. Do wykonania obsypki można użyć grunt rodzimy, o ile nadaje się do wiązania po podlaniu wodą. Jeśli udział drobnych ziaren w materiale podłoża jest zbyt duży, wówczas należy mieszać go z piaskiem o średniej wielkości ziaren. Z energetycznego punktu widzenia optymalnym materiałem na obsypkę jest glina piaszczysta.

Po prawidłowym umieszczeniu sondy w otworze należy przeprowadzić próbę ciśnieniową i próbę pracy instalacji.

Próbę ciśnieniową należy przeprowadzić przy ciśnieniu min. 6 bar, maks. 10 bar. Czas trwania próby wynosi 60 minut, tolerancja spadku ciśnienia maks. 0,2 bar.

W przypadku zagrożenia ujemną temperaturą, sondę należy opróżnić do głębokości 2 m. Przewody sondy muszą być szczelnie zamknięte aż do miejsca przyłącza.

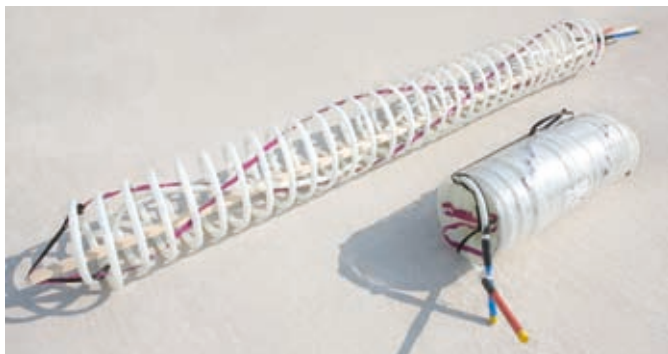
5.6.4 Warianty montażu

Montaż sond RAUGEO Helix może odbywać się na różne sposoby w zależności od warunków gruntu i od ilości dostępnego miejsca. W celu zapewnienia minimalnej straty ciśnienia w całym systemie, przewody sond Helix powinny być prowadzone do rozdzielacza w dwóch równoległych obwodach. Możliwy jest montaż zespołów do 3 sond Helix, które mogą być zainstalowane obok siebie.

Sondy RAUGEO Helix lub zespoły wspólnie podłączonych sond powinny być prowadzone do rozdzielacza równolegle. Rozdzielacz powinien być zainstalowany w najwyższym położonym punkcie, należy zaplanować odpowiednie urządzenie odpowietrzające. Rozdzielacze mogą być wyposażone w przepływomierze w celu kontrolowania obwodów sond.

Przed uruchomieniem całego systemu należy przeprowadzić próbę ciśnieniową przy ciśnieniu 1,5-krotnie wyższym niż ciśnienie robocze. Należy kontrolować, czy zasilanie wszystkich sond jest równomierne.

5.6.5 Montaż sondy RAUGEO Helix



Rys. 77: Przygotowanie sondy

Etap montażu 1

- przed rozpoczęciem montażu należy sprawdzić, czy sonda nie jest uszkodzona
- sondę należy rozpakować i usunąć zabezpieczenia transportowe
- za pomocą przyrządu montażowego lub listwy drewnianej umieścić sondę w całości (długość montażowa 3,0 m) w wywierconym otworze



Rys. 78: Umieszczanie sondy w otworze

Etap montażu 2

- wprowadzić sondę do wywierconego otworu
- w przypadku stojącej wody gruntowej sondę napełnić wodą przed umieszczeniem w otworze



Rys. 79: Wypełnienie wywierconego otworu

Etap montażu 3

- wykonać obsypkę sondy z piasku lub gruntu rodzimego
- przeprowadzić próbę ciśnieniową i próbę przepływu po napełnieniu sond wodą
- próba ciśnieniowa przy ciśnieniu 6 bar



Rys. 80: Przewody przyłącza

Etap montażu 4

- połączyć sondy przewodami przyłączy
- wykonać przyłącza do rozdzielacza
- napełnić instalację odpowiednio przygotowanym nośnikiem ciepła
- wykonać płukanie przewodów instalacji aż do jej całkowitego odpowietrzenia
- na koniec przeprowadzić próbę ciśnieniową systemu przy ciśnieniu 1,5-krotnie wyższym od ciśnienia roboczego

5.7 Projektowanie i montaż instalacji w palach fundamentowych

Zasady projektowania kolumn ciepła geotermalnego opisano w wytycznej VDI 4640.

5.7.1 Projektowanie

Projektowanie dla kolumny geotermalnej przeprowadzane jest tak samo jak w przypadku sond ciepła geotermalnego, patrz pkt. 5.5.1. Należy jednak przestrzegać, aby kolumny nie były eksploatowane w obszarze zamarzania. Fakt ten należy uwzględnić przy obliczeniach. Należy zaprojektować system wyłączania regulowany temperaturą. Z przyczyn ekonomicznych uwzględnia się jedynie taką liczbę pali, która jest wymagana przez statykę. Koszty poniesione przy instalowaniu dodatkowych pali nie byłyby uzasadnione. Dodatkowe zapotrzebowanie na ogrzewanie lub chłodzenie pokrywane jest przez inne niezależne systemy. Eksploatacja może stać się ekonomiczna od długości pali wynoszącej 6 m.

Z reguły stosowane są pale fundamentowe w wodzie gruntowej. Przy eksploatacji jako system chłodzący temperatura wody gruntowej ulega podwyższeniu. Należy to wyjaśnić z właściwymi urzędami.

5.7.2 Warianty układania

Przy układaniu rur można zastosować wariant w postaci kolumny U-kształtnej.

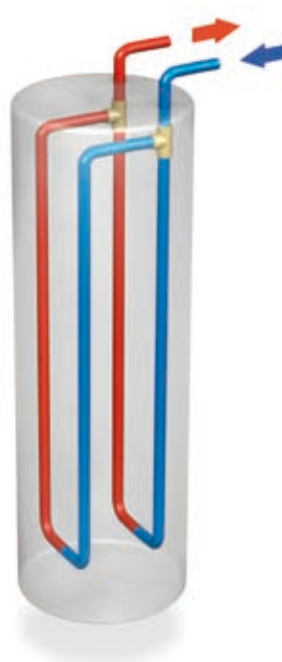
Kolumna U-kształtna

Rury układane są w kolumnie w formie U-kształtnej. Na górze kolumny poszczególne przewody łączone są ze sprawdzoną, zachowującą przez długi okres szczelność tuleją zaciskową, łączone z kształtkami REHAU. Ten rodzaj ułożenia rur niesie ze sobą korzyści dotyczące przede wszystkim odpowietrzania przewodów rurowych.

Na górze kolumny przewody doprowadzające i odprowadzające podłączane są do sieci przewodów zasilających.



Rys. 81: Kolumna geotermalna - ułożenie rur



Rys. 82: Układanie rur – kolumna U-kształtna

5.7.3 Montaż instalacji w palach fundamentowych



Rys. 83: Przymocowanie rury do kolumny zbrojeniowej

Etap montażu 1

Układanie rur w kształt meandry w dostarczonej przez inwestora kolumnie zbrojeniowej

Rury układane są w kolumnie zbrojeniowej w kierunku podłużnym.

Rury przymocowywane są ścisk do konstrukcji zbrojeniowej za pomocą drutów wiążących EP REHAU w odstępie 0,5 m oraz w obszarze zmiany kierunku instalacji geotermalnej.



Rys. 84: Zabezpieczenie zasilania i powrotu w rurze ochronnej

Etap montażu 2

- Zaopatrzenie rur w górnym obszarze kolumny w rurę ochronną, jej umocowanie i przycięcie na odpowiednią długość
- Oznaczenie rur

Przewody przyłączeniowe przycinane są na odpowiednią długość na górze kolumny i wyposażane są w rurę ochronną.

Oznaczenie kolumny geotermalnej należy przeprowadzić zgodnie z planem montażu.



Rys. 85: Przymocowanie urządzenia do próby ciśnieniowej

Etap montażu 3

- Przymocowanie urządzenia do próby szczelności
- Doprowadzenie ciśnienia próbnego o wysokości 6 bar

Manometr do próby ciśnieniowej przymocować do końcówki rur za pomocą szybkozłączki firmy REHAU. Doprowadzić ciśnienie próbne o wartości 6 bar i zaprotokołować doprowadzone ciśnienie próbne.



Rys. 86: Próba ciśnieniem 6 bar

Etap montażu 4

- Betonowanie
- Przeprowadzenie drugiej próby ciśnieniowej po dokonanych betonowaniu
- Podłączenie przewodów rurowych do przewodów rozdzielczych

Zaprotokołować ciśnienie próbne po wykonanym betonowaniu.

Rury z kolumny mogą być bezpośrednio podłączone do przewodów rozdzielczych lub do rozdzielaczy obwodu grzewczego lub chłodzącego.

5.8 Montaż rozdzielacza

5.8.1 Pozycja rozdzielacza

Rozdzielacz należy umieścić w najwyższym miejscu instalacji geotermalnej. Instalację geotermalną należy ułożyć w kierunku rozdzielacza przy zachowaniu niewielkiego spadku.

5.8.2 Lokalizacja rozdzielacza

Na przewodach z solanką skrapla się para wodna. Z tego względu znajdujące się w budynku przewody należy zaopatrzyć w paroszczelną izolację. Ponieważ izolacja rozdzielacza wiąże się z dużymi kosztami, zaleca się umieszczenie rozdzielacza na zewnątrz budynku.

5.8.3 Podłączenie rozdzielacza

Do podłączenia rozdzielacza zastosować należy G 1 1/2" lub G 2" (gwint zewnętrzny). Z powodu niebezpieczeństwa zapowietrzania instalacji zastosowanie rozdzielacza jest ograniczone. Natężenie przepływu dla rury podstawowej 2" przy zastosowaniu solanki o 34% udziale środka chroniącego przed zamarzaniem ograniczone jest do 8000 l/h. Przy niższym udziale ochrony przed zamarzaniem lub w przypadku eksploatacji przy zastosowaniu czystej wody można uzyskać większe natężenie przepływu. Gdy wymagane będzie natężenie przepływu > 8000 l/h, można połączyć w środku 2 rury rozdzielcze za pomocą trójnika. Dzięki temu będzie można uzyskać natężenie przepływu wynoszące 16000 l/h.



Rys. 87: Rozdzielacz mosiężny
RAUGEO



Rys. 88: Rozdzielacz modułowy
RAUGEO

Przy montażu instalacji rozdzielacza modułowego RAUGEO należy skorzystać z „Instrukcji montażu REHAU”.

Wskazówka:

Rozdzielacze wykonane z miedzi mogą być eksploatowane tylko przy użyciu wody lub mieszanki wody/glikolu. Jeżeli stosowane jest medium powodujące korozję, należy zastosować rozdzielacze wykonane z tworzywa sztucznego. W przypadku instalacji, które nie posiadają wystarczająco miejsca na zainstalowanie standardowych rozdzielaczy, należy zastosować rozdzielacze z tworzywa sztucznego.



Rys. 89: Rozdzielacz z tworzywa
sztucznego

5.8.4 Rozdzielacz dla sondy geotermalnej

Zasilanie i powrót sondy ciepła geotermalnego można połączyć na szczycie sondy za pomocą łącznika lub doprowadzić pojedynczo do rozdzielacza.

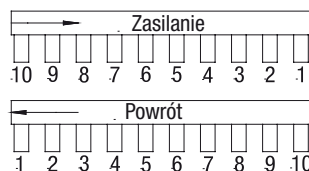
Gdy nie można zapewnić takich samych długości rur sondy biegnących do rozdzielacza, należy zastosować regulatory przepływu. W przypadku mieszanki wody/glikolu regulator przepływu służy jedynie do regulacji poszczególnych obwodów - nie określa on natężenia przepływu. To zależy od większej gęstości i lepkości mieszanki wody/glikolu.



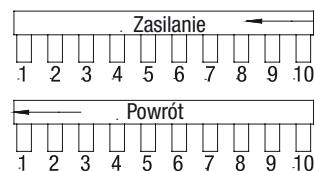
Rys. 90: Przepływomierz

5.8.5 Podłączenie rur do rozdzielacza

Aby we wszystkich rurach rozdzielaczy kolektorów i sond przepływ odbywał się w sposób równomierny, rury należy podłączyć wg zasady Tichelmann'a. Patrz rys. 91 i 92.



Rys. 91: Zasilanie i powrót jednostronnie



Rys. 92: Zasilanie i powrót naprzemienny

5.8.6 Podłączenie rozdzielacza

Rozdzielacz może być zamontowany poziomo lub pionowo, przy czym rury należy ułożyć przed podłączeniem z rozdzielaczem w łuku 90°. Dzięki temu siły rur pochodzące od zmian długości uzależnionych od temperatury nie będą docierać do rozdzielacza, lecz będą kompensowane przez promień łuku.

W przypadku montażu rozdzielacza w studzience należy zapobiec przyleganiu rur RAUGEO do ściany. Położenie płyt wykonanych z twardego tworzywa piankowego PUR o grubości 4 cm zapobiega tworzeniu się wilgoci w obszarze murów w skutek zachodzących procesów skraplania oraz chroni rury przed uszkodzeniami, do których może dojść podczas zmiany ich długości.

5.8.7 Rozdzielacz instalacji w palowaniu fundamentowym.

Analogicznie do systemów ogrzewania i chłodzenia powierzchniowego rury z kolumny REHAU można podłączyć do sieci instalacji geotermalnej za pomocą rozdzielacza obwodu geotermalnego lub chłodzącego. W celu umożliwienia zamknięcia i regulacji zaleca się użycie zaworów kulowych i regulatorów przepływu.

Podczas projektowania należy uwzględnić maksymalną stratę ciśnienia wynoszącą 300 mbar na obwód, o ile mamy do czynienia z obwodami o podobnej wielkości. W skutek ułożenia przewodów rozdzielczych zgodnie z zasadą Tichelmann'a osiągnięta zostanie w tych przewodach prawie równomierna strata ciśnienia.

5.9 Nośnik ciepła

5.9.1 Wiadomości ogólne

W przypadku instalacji pomp ciepła do wody dodawana jest odpowiednia ilość glikolu, aby zapobiec zamarznięciu nośnika ciepła.

W przypadku instalacji, które nie są eksploatowane w obszarze zamarzania, do wody nie trzeba dodawać glikolu, jeżeli rury ułożone zostały na terenie wolnym od przemarzania. Przed wypełnieniem instalacji należy dowiedzieć się, na jaką temperaturę musi być ustawiony nośnik ciepła. W przypadku pomp ciepła temperatura ta wynosi zazwyczaj 10 °C - 20 °C. Środek przeciw zamarzaniu dostarczany jest przez firmę REHAU jako koncentrat i może być zmieszany z wodą w stosunku podanym w poniższej tabeli.

Uwaga: Woda przeznaczona do mieszania z koncentratem nie powinna zawierać więcej niż 100 mg/kg chloru, wg DIN 2000. Glikole firmy REHAU zawierają inhibitory korozji, co zapewnia ochronę stalowych części instalacji. Aby glikol zawierał wystarczającą ilość inhibitorów korozji, udział środków przeciw zamarzaniu w przypadku glikolu etylenowego nie może być mniejszy niż 20 %.

Udział glikolu powinien być jednak utrzymywany na możliwie niskim poziomie, aby zaoszczędzić na mocy pompy.

Poniżej przedstawiono stosunek składników mieszanki:

Glikol etylenowy:		
-10 °C	22 % glikolu etylenowego	78 % wody
-15 °C	29 % glikolu etylenowego	71 % wody
-20 °C	35 % glikolu etylenowego	65 % wody

Uwaga: Glikol należy mieszać z wodą w osobnym naczyniu jeszcze przed wypełnieniem instalacji. W przypadku napełnienia instalacji osobno wodą i osobno glikolem nie uzyska się dobrego zmieszania, co w konsekwencji może doprowadzić do powstania szkód na skutek zamarznięcia.

Ustawioną temperaturę należy sprawdzić przy użyciu przyrządu do pomiaru temperatury zamarzania.

Uwaga: W przypadku glikolu etylenowego należy użyć odpowiedniego przyrządu do pomiaru temperatury zamarzania.

Każdy obwód rurowy przepłukuje się aż do usunięcia z niego powietrza.

W tym celu stosuje się powszechnie używaną pompę ssącą oraz otwarte naczynie.

5.9.2 Napełnienie sond

Sondy montuje się po ich wcześniejszym wypełnieniu najczęściej wodą. Dlatego przy wypełnieniu sondy mieszanką wody i glikolu należy zwrócić uwagę, aby przed wprowadzeniem do sondy solanki usunąć z niej całkowicie wodę. Gdy nie jest to możliwe, należy zwiększyć odpowiednio stężenie solanki. W tym celu oblicza się pojemność obwodu sondy wg tabeli 11.

Wskazówka:

Mieszankę glikolu i wody należy sprawdzić raz w roku pod kątem odpowiedniej zawartości środka chroniącego przed zamarzaniem i wartości pH. Wartość pH powinna znajdować się w neutralnym zakresie 7.

Wymiary d x s [mm]	Objętość [l/m]
20 x 1,9	0,20
25 x 2,3	0,32
32 x 2,9	0,54
40 x 3,7	0,83
50 x 4,7	1,30
63 x 5,8	2,10
75 x 6,8	2,96
90 x 8,2	4,25
110 x 10	6,36
125 x 11,4	8,20
140 x 12,7	10,31
160 x 14,6	13,43

Tab. 11 Pojemność rur

5.10 Metody wykonania wykopu: podłoże, zasypka i zagęszczenie

5.10.1 Informacje ogólne

Gdy temperatura przewodu w skutek bezpośredniego napromieniowania słonecznego jest znacznie większa od temperatury wykopu, w którym znajduje się przewód, należy przed ostatecznym wypełnieniem wykopu przykryć przewód, aby zredukować wydłużenie przewodów. W odróżnieniu do PN-EN 1610 dopuszcza się w przypadku kolektora RAUGEO PE-Xa ponowne zastosowanie wydobytego materiału do wykonania pasa wokół przewodów rurowych i końcowego wypełnienia wykopu, jeżeli:

- wydobyty materiał nadaje się do odpowiedniego zagęszczenia
- maksymalna wielkość ziarna nie przekracza 63 mm
- na rurze nie będą leżały kamienie, które mogłyby uszkodzić rurę

W pasie wokół przewodów rurowych można zastosować kliniec łamany, gruz budowlany z recyklingu oraz mielony żużel.

W obszarze torowisk drogowych końcowe wypełnienie wykopu należy przeprowadzić zgodnie z PN-S-00205:1998.

Wskazówka: Kolektor RAUGEO PE100 należy zawsze umieszczać w obsypce piaskowej.

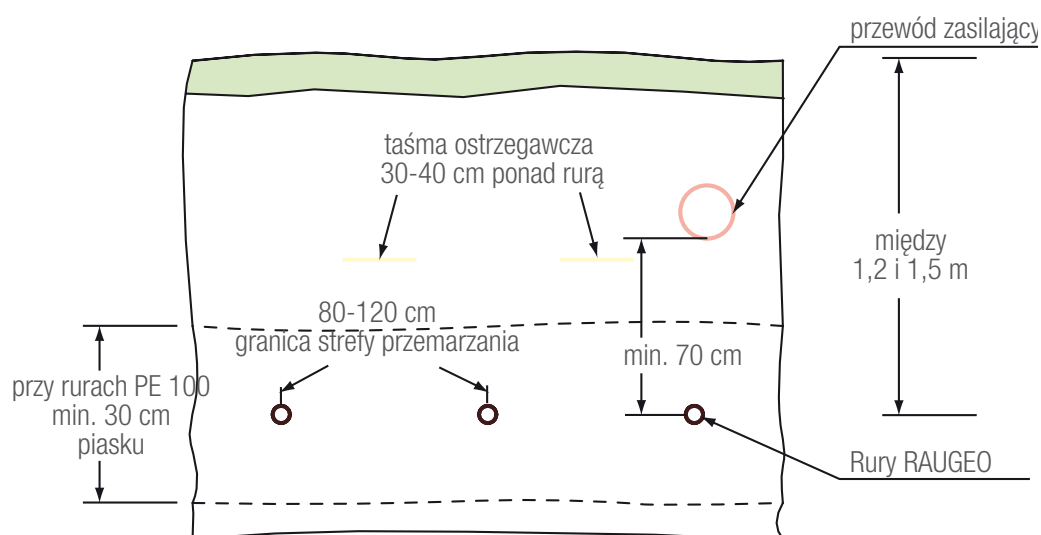
Wyrównanie potencjałów

Rur RAUGEO nie można używać jako przewodów uziemiających dla instalacji elektrycznych wg DIN VDI 0100.

5.10.2 Układanie na zewnątrz

Instalacje RAUGEO mogą być składowane w Europie Środkowej pod gołym niebem bez żadnej ochrony przez jeden rok. Nie ma to żadnego wpływu na żywotność tych rur. W przypadku dłuższych okresów składowania na wolnym powietrzu lub na obszarach o dużym napromieniowaniu słonecznym, np. nad morzem, w krajach południowych lub na wysokości powyżej 1500 metrów, konieczna jest odpowiednia ochrona przeciwsłoneczna. Należy unikać kontaktu ze szkodliwymi środkami (patrz Załącznik 1 do DIN 8075).

Jeżeli rozdzielacz ma być umieszczony w osłonie światłoszczelnej, wówczas należy zdjąć siatkę chroniącą przed promieniowaniem ultrafioletowym, ponieważ rury wykonane z tworzywa sztucznego stabilizowane są UV tylko na zazwyczaj przyjęty okres składowania na wolnym powietrzu, a nie na okres ich użytkowania trwający dziesięciolecia.

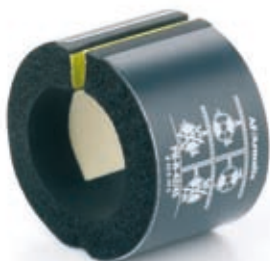


Rys. 93: Odległości przy układaniu z ułożeniem taśmy ostrzegawczej

6.1 Izolacja

Ponieważ nośnik ciepła posiada zazwyczaj niższą temperaturę niż temperatura panująca w pomieszczeniu, w którym ustawiona jest pompa ciepła, należy znajdujące się tam rury zaopatrzyć w paroszczelną izolację chroniącą je przed powstaniem wody kondensacyjnej, wg DIN 4140 oraz PN-B-02421.

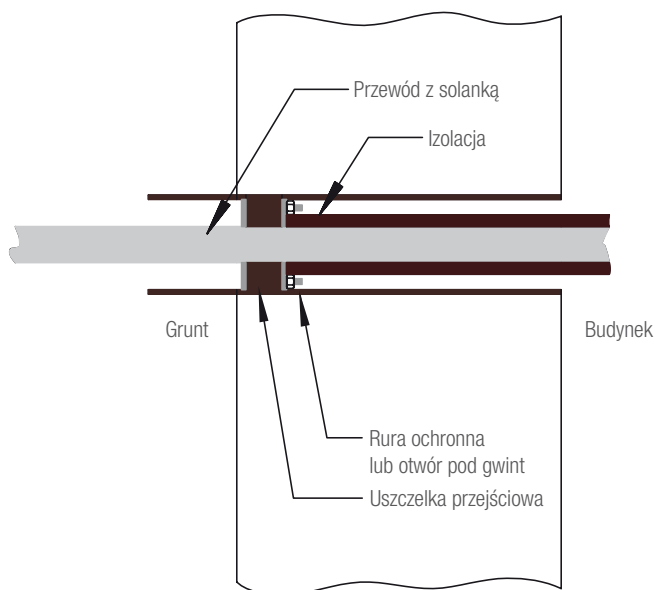
Zaciski rurowe muszą być wyposażone w obręcz rurowe spełniające funkcje elementu izolującego. W ten sposób zapobiega się powstawaniu mostka cieplnego między obejmą a izolacją.



Rys. 94: Łącznik izolacji

6.2 Przejście instalacji do budynku

Rury należy wprowadzić do budynku zgodnie z DIN 4140. Zgodnie z obowiązującą normą rurę przechodzącą przez ścianę należy wyposażyć w izolację chroniącą ją przed wodą kondensacyjną. Przy przeprowadzaniu przewodów przez ścianę firma REHAU stosuje przejścia uszczelniające ściennie, które można użyć również w przypadku występowania wody pod ciśnieniem. Uszczelnienie rur wykonywane jest przy ścianie zewnętrznej (patrz rys. 96). Biegąca przez rurę ochronną rura wyposażona jest w paroszczelną izolację firmy REHAU. W tym celu rurę z nośnikiem przeprowadza się przez rurę osłonową. Kołnierz uszczelniający dokręcany jest przy użyciu siły obrotowej (patrz Cennik). Następnie izolacja dosuwana jest od wewnątrz po rurze w kierunku kołnierza uszczelniającego. Materiał izolacyjny należy posmarować od strony kołnierza uszczelniającego klejem, aby zapewnić solidne połączenie.



Rys. 95: Przejście instalacji do budynku

7 OBLICZENIE STRATY CIŚNIENIA

7.1 Informacje ogólne

Instalacje pomp ciepła należy eksploatować przy użyciu mieszanki wody/glikolu. Dzięki temu zapobiega się zamarznięciu nośnika ciepła. Najniższa temperatura powstaje w pompie ciepła. Wynosi ona w zależności od typu pompy od -10 °C do -20 °C. Przewody rurowe eksploatowane są przy temperaturze nie niższej niż -5 °C. W celu uzyskania odpowiedniego udziału środków chroniących przed zamarzaniem w mieszance wody i glikolu należy zapoznać się z informacjami podawanymi przez producenta pomp ciepła.

7.2 Projektowanie

Mieszanka wody/glikolu posiada większą lepkość i gęstość niż woda. Z tego względu przy obliczaniu straty ciśnienia należy uwzględnić udział glikolu w wodzie. Tabele straty ciśnienia firmy REHAU umożliwiają ustalenie odpowiednich wymiarów z uwzględnieniem różnej ilości glikolu występującej w wodzie, a także w przypadku czystej wody bez glikolu. W przypadku tabel straty ciśnienia dla wody z solanką przyjęto temperaturę użytkowania -5 °C. Przy eksploatacji instalacji przy zastosowaniu czystej wody przyjęto temperaturę +15 °C. Strata ciśnienia obejmuje przewody rurowe, kształtki, rozdzielacze i wymienniki ciepła pomp ciepła.

8 PRZEPISY PRAWNE, APROBATY TECHNICZNE I NORMY

8.1 Przepisy prawne obowiązujące w Polsce

Prawo górnicze i geologiczne

- Należy przestrzegać przepisów zawartych w Ustawie „Prawo górnicze i geologiczne z dnia 4 lipca 1994 (wg stanu prawnego na dzień 1 lipca 2005)
- Rozporządzenie Ministra środowiska z dnia 23.czerwca 2005 roku w sprawie określania przypadków, w których konieczne jest sporządzenie innej dokumentacji geologicznej.

Prawo wodne

- Ustawa z dnia 18 lipca 2001 r. Prawo wodne.

Prawo energetyczne

- Ustawa „ Prawo energetyczne „ z dnia 10.04.1997 (Dz. U. nr 54, poz.348)

Dyrektywy Unii Europejskiej

- Dyrektywa Europejska 2002/91/WE – Jakość energetyczna budynków

Aprobaty Techniczne Centralnego Ośrodka Chłodnictwa w Krakowie:

- Aprobata Techniczna COCH , Instalacja RAUGEO – sonda AT/2006-16-0031
- Aprobata Techniczna COCH , Instalacja RAUGEO – kolektor AT/2006-16-0032
- Aprobata Techniczna COCH , Instalacja RAUGEO – kolumna AT/2006-16-0033

Normy

PN-EN 255-1:2000

Klimatyzatory, ziębiarki cieczy i pompy ciepła ze sprężarkami o napędzie elektrycznym – Funkcja grzania – Terminy, definicje i oznaczenia

PN-EN 255-2:2000

Klimatyzatory, ziębiarki cieczy i pompy ciepła ze sprężarkami o napędzie elektrycznym – Funkcja grzania – Badanie i wymagania dotyczące oznakowania zespołów do ogrzewania pomieszczeń

PN-EN 255-3:2000

Klimatyzatory, zbiorniki cieczy i pompy ciepła ze sprężarkami o napędzie elektrycznym – Funkcja grzania – Badanie i wymagania dotyczące oznakowania zespołów do ogrzewania pomieszczeń i ciepłej wody użytkowej

PN-EN 255-4:2000

Klimatyzatory, zbiorniki cieczy i pompy ciepła ze sprężarkami o napędzie elektrycznym – Funkcja grzania – Wymagania dotyczące zespołów do ogrzewania pomieszczeń i ciepłej wody użytkowej

PN-EN 378-1:2002

Instalacje ziemnicze i pompy ciepła – Wymagania dotyczące bezpieczeństwa i ochrony środowiska – Część 1: Wymagania podstawowe, definicje, klasyfikacja i kryteria wyboru

PN-EN 378-2:2002

Instalacje ziemnicze i pompy ciepła – Wymagania dotyczące bezpieczeństwa i ochrony środowiska – Część 2: Projektowanie, budowanie, sprawdzanie, znakowanie i dokumentowanie

PN-EN 378-3:2002

Instalacje ziemnicze i pompy ciepła – Wymagania dotyczące bezpieczeństwa i ochrony środowiska – Część 3: Usytuowanie instalacji i ochrona osobista

PN-EN 378-4:2002

Instalacje ziemnicze i pompy ciepła – Wymagania dotyczące bezpieczeństwa i ochrony środowiska – Część 4: Obsługa, konserwacja, naprawa i odzysk

PN-EN 1254-3:2004

Miedź i stopy miedzi – Łączniki instalacyjne – Część 3: Łączniki do rur z tworzyw sztucznych z końcówkami zaciskowymi

PN-EN 1610:2002

Budowa i badania przewodów kanalizacyjnych

PN-EN 1861:2001

Instalacje ziemnicze i pompy ciepła – Schematy ideowe i montażowe instalacji, rurociągów i przyrządów – Układy i symbole

PN-EN 12201-1:2004

Systemy przewodów rurowych z tworzyw sztucznych do przesyłania wody – Polietylen (PE) – Część 1: Wymagania ogólne

PN-EN 12201-2:2004

Systemy przewodów rurowych z tworzyw sztucznych do przesyłania wody – Polietylen (PE) – Część 2: Rury

PN-EN 12201-3:2004

Systemy przewodów rurowych z tworzyw sztucznych do przesyłania wody – Polietylen (PE) – Część 3: Kształtki

PN-EN ISO 15875-1:2005

Systemy przewodów rurowych z tworzyw sztucznych do instalacji wody ciepłej i zimnej – Usieciowany polietylen (PE-X) – Część 1: Wymagania ogólne

PN-EN ISO 15875-2:2005

Systemy przewodów rurowych z tworzyw sztucznych do instalacji wody ciepłej i zimnej – Usieciowany polietylen (PE-X) – Część 2: Rury

PN-B-02480:1986

Grunty budowlane – Określenia, symbole, podział i opis gruntów

PN-B-03020:1981

Grunty budowlane – Posadowienie bezpośrednie budowli – Obliczenia statyczne i projektowanie

PN-S-02205:1998

Drogi samochodowe – Roboty ziemne – Wymagania i badania

8.2 Przepisy prawne obowiązujące w Niemczech

8.2.1 Prawo górnicze

Zgodnie z § 3 ust.3 nr 2 lit. b Federalnej ustawy o eksploatacji złóż kopalnych (BergG) ciepło geotermiczne traktowane jest jak bogactwa naturalne ziemi podlegające swobodnemu wydobywaniu.

8.2.2 Prawo wodne

8.2.2.1 Wiadomości ogólne

Podczas planowania, budowy i eksploatacji instalacji służących do pozyskiwania i wykorzystywania energii geotermicznej należy przestrzegać przepisów prawa wodnego oraz postanowień wynikających z planów zagospodarowania. Obowiązują przepisy Ustawy o gospodarce wodnej (WHG) w powiązaniu z Ustawami o gospodarce wodnej poszczególnych krajów związkowych i uchwalonymi odpowiednimi przepisami administracyjnymi.

8.2.2.2 Postępowanie dotyczące prawa wodnego, realizacja

Roboty, które wnikają w grunt, nie wymagają zazwyczaj wodnoprawnego zezwolenia ani zgody. Jeżeli jednak wskutek tych robót odsłonięte zostaną wody gruntowe lub przewiduje się, że roboty te mogą wywrzeć wpływ na wody gruntowe, wówczas należy o tych robotach przynajmniej poinformować odpowiedni urząd ds. prawa wodnego wg § 35 Ustawy o gospodarce wodnej (WHG) w powiązaniu z ustawowymi uregulowaniami obowiązującymi w danym kraju związkowym (w Bawarii np. art.34 ust.1 i 2 BayWG)

8.2.2.3 Instalacje pomp ciepła z kolektorami

a) Budowa lub eksploatacja instalacji tego rodzaju może wymagać w wyjątkowym przypadku opisu stanu użytkowania wymagającego zezwolenia wg § 3 ust.2 nr 2 WHG, niezależnie od tego, czy podczas wbudowywania napotka się na wody gruntowe, czy też nie. To można ocenić jedynie w poszczególnym przypadku przy pomocy danych technicznych instalacji i warunków hydrogeologicznych. Wymagane może być zawiadomienie wg § 35 WHG w powiązaniu z uchwalonymi prawnymi uregulowaniami w danym kraju związkowym (patrz pkt. 4.1.1).

b) Cele gospodarki wodnej

- Gdy na przewidzianej głębokości wbudowania kolektora gruntuwego znajduje się woda gruntowa, kolektor ten może być tam za montowany, jeżeli mamy do czynienia ze swobodnym zwierciadłem wody. Kolektory z bezpośrednim parowaniem muszą znajdować się całkowicie powyżej najwyższego zwierciadła wody gruntowej. Rur RAUGEO nie należy używać do bezpośredniego parowania.
- Nośnik ciepła musi odpowiadać wszystkim wymagom zawartym w VDI 4640 arkusz 1, pkt. 8.2 i 8.3.

8.2.2.4 Instalacje pomp ciepła z sondami/ kolumnami

Wykonanie odwiertu nie wymaga zazwyczaj wodnoprawnego zezwolenia. Wymagane być jednak może wskazanie miejsca odwiertu; wg § 35 WHG w powiązaniu z prawem danego kraju związkowego ma to miejsce wtedy, gdy przypuszcza się, że odwiert może mieć wpływ na wody gruntowe.

8.2.3 Obowiązujące normy, wytyczne, przepisy, itd.

Normy niemieckie

DIN 4021

Grunt budowlany - Udostępnianie przez wykopy i wiercenia oraz pobieranie próbek

DIN 4022

Grunt budowlany i wody gruntowe - Nazewnictwo i opis gruntów oraz skał

Część 1: Profil geologiczny dla odwiertów w gruncie i skale bez ciągłego pobierania ziarnistych próbek

Część 2: Profil geologiczny dla odwiertów w skale (skała lita)

Część 3: Profil geologiczny dla odwiertów w ziemi (luźna skała klastyczna) z ciągłym pobieraniem ziarnistych próbek

DIN 4023

Wiercenia w gruncie budowlanym i wiercenia głębinowe; Przedstawianie wyników w formie wykresów

DIN 4030

Ocena wód, gruntów i gazów oddziałujących agresywnie na beton

Część 1: Podstawy i wartości graniczne

Część 2: Pobieranie i analiza próbek wody i ziemi

DIN 4049

Hydrologia

Część 1: Podstawowe pojęcia

Część 2: Definicje właściwości wód

Wytyczne

VDI 4640 Termiczne wykorzystanie gruntu

Karta 1: Podstawy, zezwolenia, aspekty ochrony środowiska

Karta 2: Gruntowe pompy ciepła

Karta 3: Podziemne termiczne zbiorniki ciepła

Karta 4: Bezpośrednie wykorzystanie

NOWOCZESNE ROZWIĄZANIA DLA BUDOWNICTWA

WIĘKSZA WARTOŚĆ – NIŻSZE KOSZTY

ROZWIĄZANIA DO BUDOWNICTWA ENERGOOSZCZĘDNEGO I TERMOMODERNIZACJI

Efektywność energetyczna budynków i związana z nią redukcja emisji dwutlenku węgla (CO₂) nabierają coraz większego znaczenia w rozważaniach na temat przyszłości budownictwa.

Nieuchronny wzrost cen energii oraz podatków środowiskowych zmuszają do podjęcia odpowiednich działań. Ochrona dostępnych zasobów naturalnych dla przyszłych pokoleń jest siłą napędową badań i rozwoju REHAU. Owoce naszej pracy to stale rozwijane, wszechstronne rozwiązania systemowe dla budownictwa energooszczędnego i termomodernizacji.

Redukcja strat energii

Właściciele domów zastanawiają się nad optymalnym wyborem okien zazwyczaj tylko raz – podczas budowy lub renowacji budynku.

Okna z profili REHAU są z całą pewnością dobrym wyborem, jeśli chodzi o estetykę, komfort mieszkania, oszczędność kosztów poprzez efektywną izolację cieplną oraz niezmiennie wysoką jakość. Dzięki bardzo dobrej izolacji termicznej ciepło pozostaje tam, gdzie powinno – wewnątrz budynku. Tym samym **okna z profili REHAU** są idealne dla domów niskoenergetycznych, pasywnych oraz w termomodernizacji starego budownictwa.

Efektywne wykorzystywanie energii

W gospodarstwach domowych najwięcej energii zużywa się w celu ogrzania budynku. Tym ważniejszy jest wybór energooszczędnego systemu ogrzewania. **System ogrzewania / chłodzenia płaszczyznowego REHAU** skutecznie obniża zużycie energii i tym samym koszty eksploatacji budynku. Pozwala to oszczędzać kopalne materiały opałowe i chronić środowisko. Te same zalety oferuje **system ogrzewania ściennego REHAU**, który może być zainstalowany praktycznie na każdej powierzchni ściennej. W przypadku renowacji można go łatwo zintegrować z istniejącym systemem ogrzewania.

Jeżeli przewidziany jest inny cel zastosowania niż opisane w aktualnej Informacji Technicznej, użytkownik musi porozumieć się z firmą REHAU i przed użyciem uzyskać jej pisemną zgodę. Jeżeli zostanie to pominięte, dane zastosowanie leży wyłącznie w zakresie odpowiedzialności użytkownika. Zastosowanie i wykonanie inwestycji z udziałem naszych wyrobów odbywa się poza zasięgiem naszych możliwości kontroli i dlatego to właśnie Państwo ponosicie ostateczną odpowiedzialność. Odpowiedzialność firmy REHAU dotyczy stałej jakości materiałów, zgodności dostaw ze specyfikacją, parametrami technicznymi oraz naszymi warunkami dostaw i płatności i ogranicza się wartości dostarczanego przez firmę REHAU i zastosowanego przez Państwa wyrobu. Roszczenia gwarancyjne są nieważne w przypadku zastosowań, które nie zostały opisane w Informacji Technicznej.



Efektywne wytwarzanie energii

Wzrost cen energii i coraz większa świadomość ekologiczna społeczeństwa zwiększają wymagania dotyczące ekonomicznych i energooszczędnych systemów ogrzewania i chłodzenia. Jest to szansa na przestawienie się na odnawialne źródła energii, takie jak ciepło geotermalne lub energia słoneczna. REHAU ma w swojej ofercie systemy dolnego źródła ciepła **RAUGEO** do pomp ciepła oraz gruntowy powietrzny wymiennik ciepła **AWADUKT Thermo**, służące do wieloletniego i bezpiecznego wykorzystywania energii geotermalnej. Zastosowanie systemów solarnych do podgrzewania wody pitnej lub częściowego ogrzewania budynku za pomocą energii słonecznej stanowi istotny wkład w ochronę zasobów naturalnych i jest dobrą inwestycją w przyszłość.



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.

Udzielane przez nas porady i wsparcie projektowe są oparte na informacjach, które nam Państwo dostarczacie oraz obowiązujących regulacjach technicznych. Prosimy upewnić się na podstawie załączonych dokumentów, czy dane i uzyskane wyniki są odpowiednie dla Państwa inwestycji. Prosimy o zrozumienie, że nie możemy udzielać gwarancji na te nieodpłatnie świadczone usługi.

Biura Handlowo-Techniczne REHAU

Gliwice: 44-109 Gliwice - ul. Jana Gutenberga 24 - tel. 0-32 77 55 100 - fax 0-32 77 55 101 - gliwice@rehau.com **Poznań:** 62-081 Przeźmierowo k. Poznań - Baranowo, ul. Poznańska 1 A - tel. 0-61 84 98 400 - fax 0-61 84 98 401 poznan@rehau.com **Warszawa:** 03-244 Warszawa - ul. Wenecka 12 - tel. 0-22 20 56 300 - fax 0-22 20 56 301 - warszawa@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