PRAWTECH sp. z o.o., ul. Garbarska 43, 32-340 Wolbrom, Poland
tel.: +48 32 644 27 78, e-mail: handel@prawtech.pl NIP: PL 637-141-14-27

Karta techniczna

Sonda geotermalna
Terra FUTURA SLIM LAMELA

2 x 32 mm, 2 x 40 mm SLIM
4 x 32 mm, 4 x 40 mm fourGEO

V1.01/2025

Sonda geotermalna PRAWTECH serii **Terra FUTURA SLIM LAMELA** stanowi jeden z najważniejszych elementów składowych systemu dolnego źródła ciepła. Wymiennik składa się z tworzywowej głowicy geotermalnej o podwyższonej ergonomii stanowiącej monolityczną całość z przewodami wykonami z polietylenu wysokiej gęstości grupy PE100RC. Sonda zaprojektowana została tak, by zoptymalizować proces aplikacji wymiennika do otworu montażowego i zwiększyć bezpieczeństwo pracy instalacji dolnego źródła ciepła. Nowoczesna technologia produkcji sondy tworzona jest w oparciu o najwyższej jakości surowce oraz stałą kontrolę jakości procesów produkcyjnych i logistycznych.

PRAWTECH sp. z o.o., ul. Garbarska 43, 32-340 Wolbrom, Poland
tel.: +48 32 644 27 78, e-mail: handel@prawtech.pl NIP: PL 637-141-14-27

Spis treści

1. Konstrukcja głowicy geotermalnej FUTURA SLIM 3
2. Konstrukcja wypustek sondy FUTURA SLIM LAMELA 7
3. Podstawowe funkcje sondy geotermalnej i parametry pracy 11
4. Konstrukcja sondy FUTURA LAMELA w konfiguracji fourGEO 12
5. Zastosowanie i aplikacja sondy geotermalnej PRAWTECH 16
6. Technologia łączenia sond geotermalnych w ramach instalacji dolnego źródła ciepła 17
6.1. Przygotowanie rury do zgrzewu 17
6.2. Przygotowanie kształtki do zgrzewu 18
6.3. Montaż 18
6.4. Wykonanie zgrzewu elektooporowego 18
7. Karta materiałowa sondy 19

1. Konstrukcja głowicy geotermalnej FUTURA SLIM

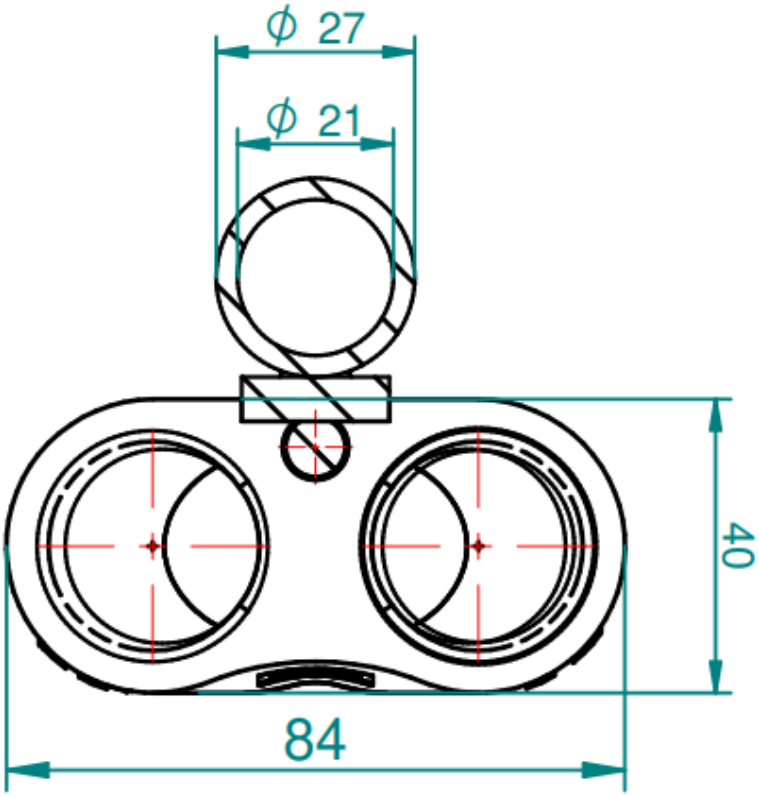
Rys. 1. Głowica FUTURA SLIM z popychaczem przelotowym – widok od góry i od dołu

Głowica **FUTURA SLIM** zaprojektowana została w sposób gwarantujący ergonomię oraz bezpieczeństwo podczas instalacji. Produkt wykonany jest z polietylenu wysokiej gęstości grupy PE100RC. Zredukowane wymiary zewnętrzne głowicy pozwalają na zmniejszenie średnicy wierconego otworu montażowego. Klinowaty kształt czoła głowicy ułatwia pokonanie przez sondę poszczególnych przewarstwień gruntu i jej bezpieczne ulokowanie na zaprojektowanej głębokości jak również wyprowadzenie płuczki wiertniczej z otworu.

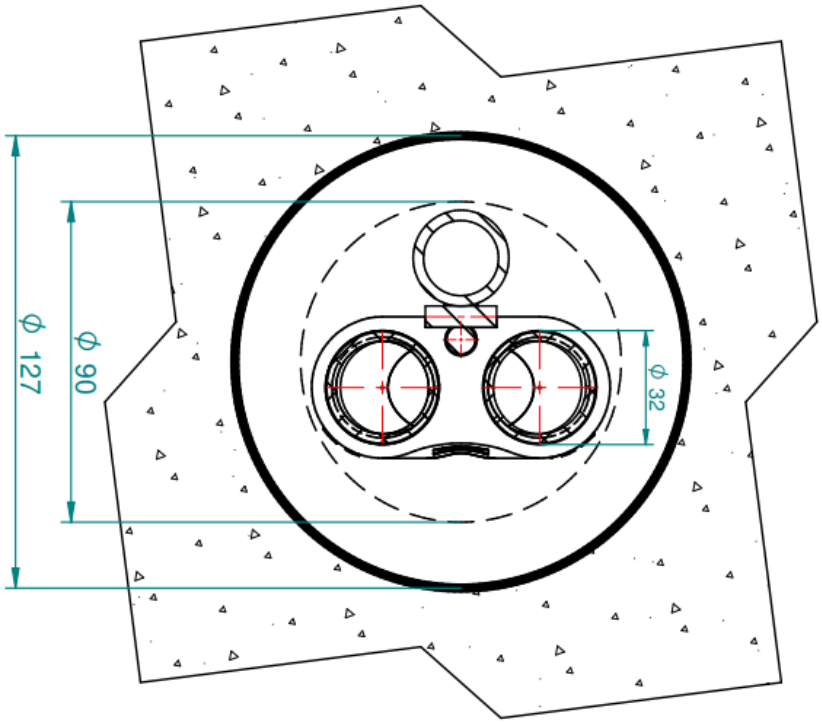
Akcesoryjnym wyposażeniem głowicy PRAWTECH są łączniki oraz popychacze w różnych konfiguracjach w zależności od potrzeby. W przypadku chęci zamówienia sondy z dodatkowym osprzętem łącznika (np. otwór pod obciążnik, gwintowanie pod popychacz)należy skontaktować się z PRAWTECH sp. z o.o. Głowica sondy umożliwia opcjonalnie oddolną iniekcję i wypełnienie przestrzeni pierścieniowej otworu montażowego/odwiertu. Głowica sondy PRAWTECH ma monolityczną konstrukcję i w całości powstaje podczas zautomatyzowanego procesu produkcyjnego. System kontroli produkcji sond PRAWTECH zalicza się do grupy MES (Manufacturing Execution System) czyli systemów zbierających dane produkcyjne w czasie rzeczywistym, pozwalających na analizę produkcji i kontrolę uruchomionych zleceń produkcyjnych z uwzględnieniem optymalności planowania.

Dla sondy Terra FUTURA SLIM dostępne są następujące popychacze i łączniki:

- Łącznik zakrzywiony pod montaż obciążników,
- Popychacz przelotowy.

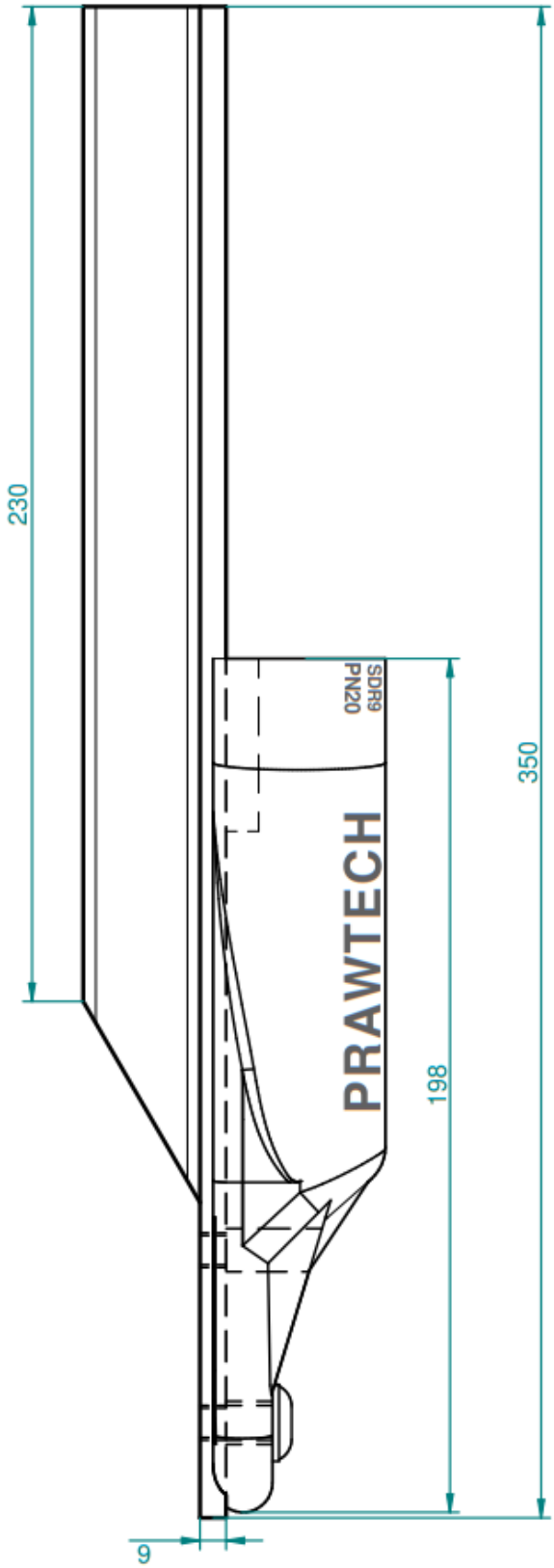


Rys. 2. Przekrój poprzeczny głowicy geotermalnej FUTURA SLIM LAMELA 2 x 32 mm z popychaczem przelotowym



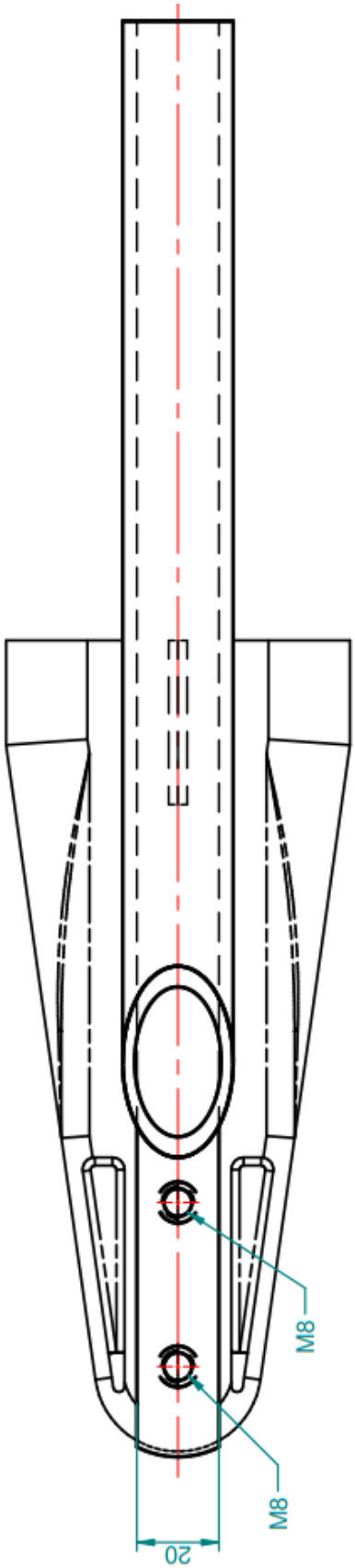
Rys. 3. Przekrój głowicy FUTURA SLIM LAMELA 2 x 32 mm w odwiercie

PRAWTECH sp. z o.o., ul. Garbarska 43, 32-340 Wolbrom, Poland
tel.: +48 32 644 27 78, e-mail: handel@prawtech.pl NIP: PL 637-141-14-27



Rys. 4. Rzut boczny głowicy FUTURA SLIM LAMELA 2 x 32 mm z zainstalowanym popychaczem przelotowym

PRAWTECH sp. z o.o., ul. Garbarska 43, 32-340 Wolbrom, Poland
tel.: +48 32 644 27 78, e-mail: handel@prawtech.pl NIP: PL 637-141-14-27

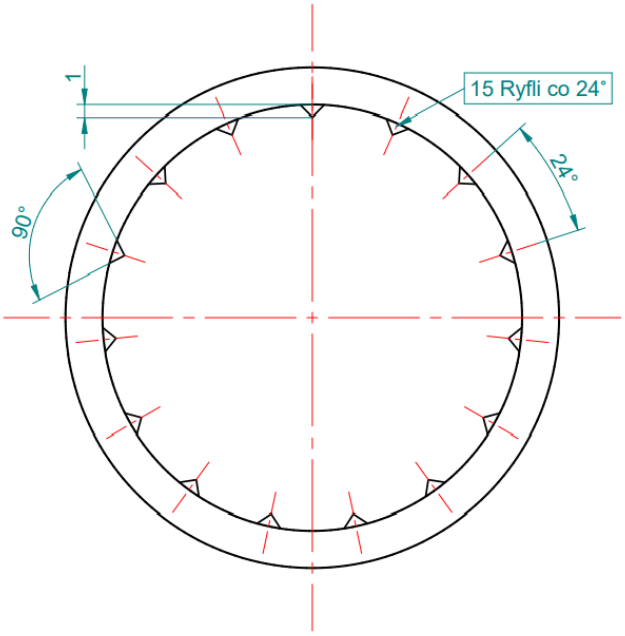


Rys. 5. Montaż zestawu popychacza przelotowego do głowicy FUTURA SLIM LAMELA 2 x 32 mm

PRAWTECH sp. z o.o., ul. Garbarska 43, 32-340 Wolbrom, Poland
tel.: +48 32 644 27 78, e-mail: handel@prawtech.pl NIP: PL 637-141-14-27

2. Konstrukcja wypustek sondy FUTURA SLIM LAMELA

Sonda geotermalna FUTURA SLIM LAMELA posiada konstrukcję wewnętrznie ryflowaną. Nowa budowa wymiennika odpowiada za zwiększoną wytrzymałość obwodową sondy geotermalnej i poprawę bezpieczeństwa aplikacji wymiennika w szczególne trudnych warunkach hydrogeologicznych. Stabilna pracy sondy w gruncie pozwala osiągnąć deklarowaną żywotność sond FUTURA na przestrzeni do 100 lat.



Rys. 6. Przekrój przewodu sondy Terra FUTURA SLIM LAMELA

Rys. 7. Rury sondy Terra FUTURA SLIM LAMELA

PRAWTECH sp. z o.o., ul. Garbarska 43, 32-340 Wolbrom, Poland
tel.: +48 32 644 27 78, e-mail: handel@prawtech.pl NIP: PL 637-141-14-27

W zależności od warunków gruntowych (w tym współczynnika przewodności cieplnej ośrodka pracy wymiennika) jak i sposobu oraz skuteczności wypełnienia przestrzeni pierścieniowej otworu montażowego wymiennika, wewnętrznie ryflowana sonda może uczestniczyć w procesie optymalizacji wymiany ciepła między płynem niskokrzepnącym a gruntem.

Lamele umieszczone w przewodach wymiennika efektywnie poprawiają współczynnik wnikania ciepła[1].

Sonda Lamela w zależności od rodzaju przepływu (laminarny, turbulentny, przejściowy) cechuje się wysoką wartością współczynnika α w porównaniu do standardowego wymiennika o gładkiej powierzchni:

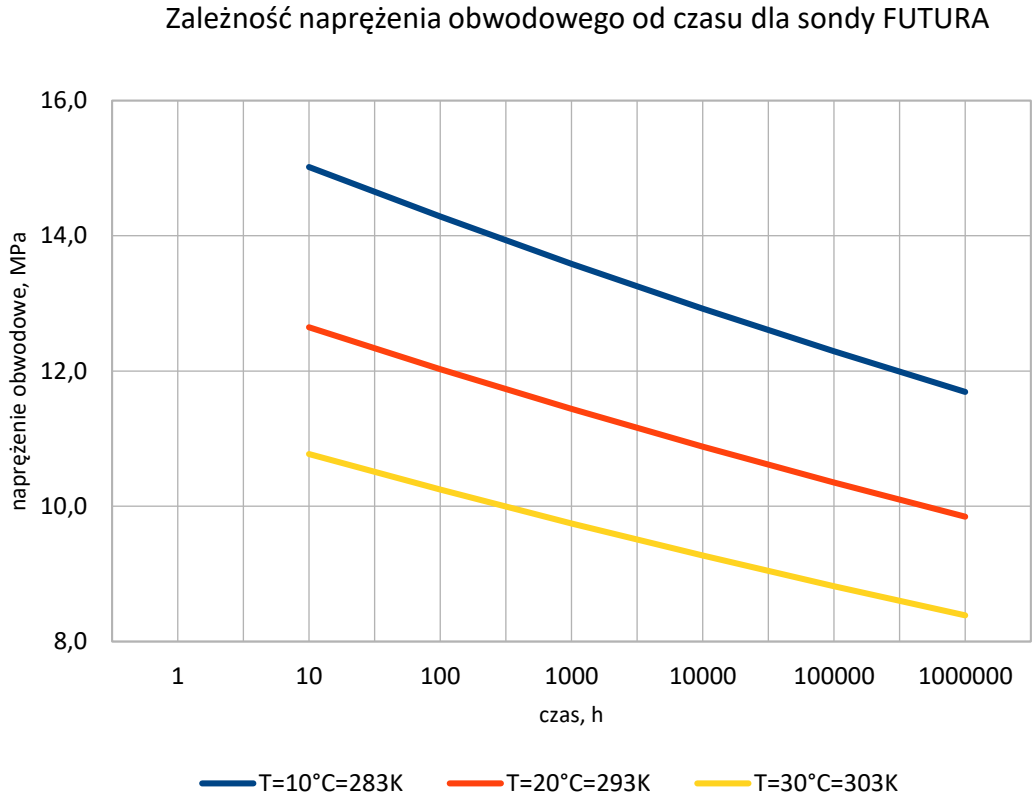
$$\alpha_2 \geq 1{,}14 \cdot \alpha_1$$

gdzie:

α_1 – współczynnik wnikania ciepła dla sondy FUTURA SLIM

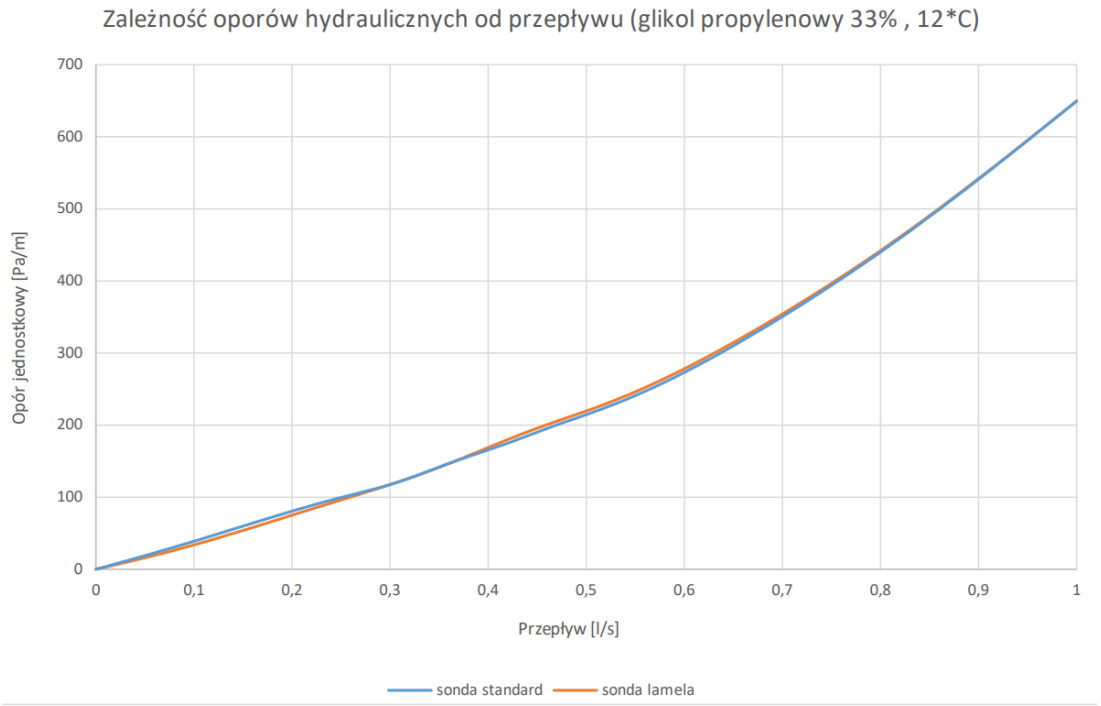
α_2 – współczynnik wnikania ciepła dla sondy FUTURA SLIM LAMELA.

[1] *Wnikaniem ciepła nazywamy wymianę ciepła pomiędzy ścianką sondy i omywającym ją płynem niskokrzepnącym. Przejmowanie ciepła uzależnione jest od prędkości płynu, rodzaju, kształtu i temperatury powierzchni wymiany ciepła oraz parametrów termofizycznych glikolu.*

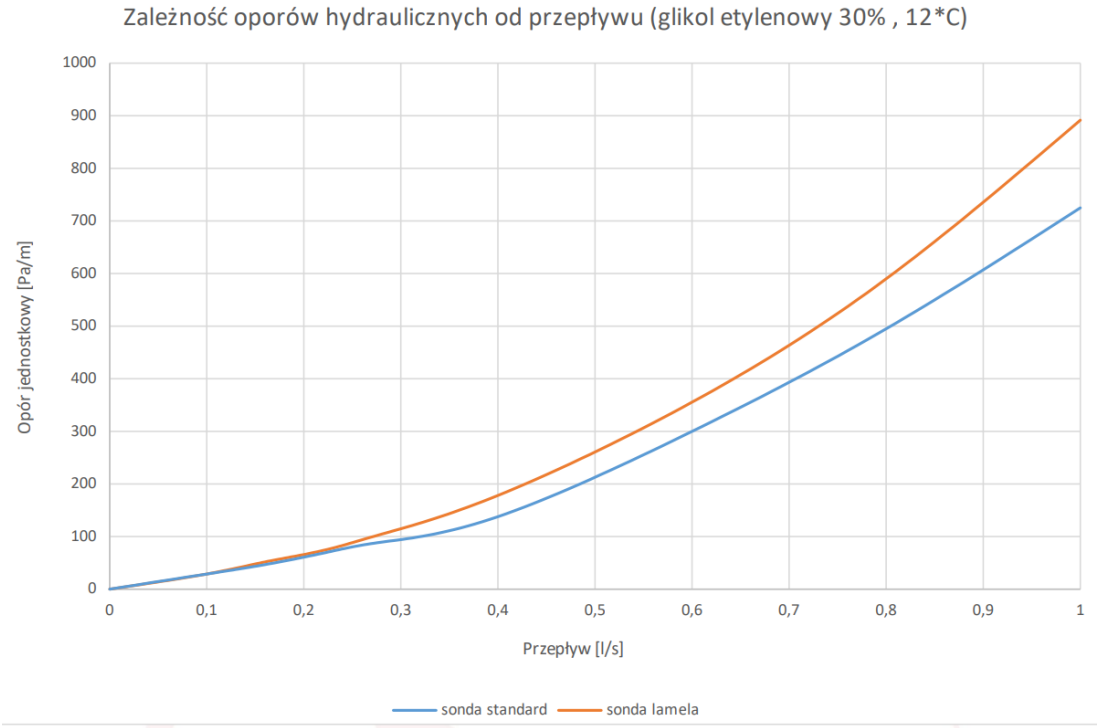


Wykres 1. Krzywe regresji dla sond PE100RC w technologii LAMELA

Przy projektowaniu i użytkowaniu gruntowych pionowych wymienników ciepła serii Terra FUTURA SLIM LAMELA zaleca się szczegółowe zapoznanie z charakterystyką produktu, a w szczególności jednostkowymi oporami przepływu podanymi dla sond ryflowanych wewnętrznie. Lamele umieszczone w przewodach wymiennika mogą wpływać na wzrost oporów hydraulicznych dla określonego zakresu natężenia przepływu czynnika w rurach (zjawisko obserwowane szczególnie w relacji do złądu nieskokrzepnącego zbudowanego na bazie glikolu etylenowego).



Wykres 2. Zależność oporów hydraulicznych od przepływu dla glikolu propylenowego o stężeniu wagowym 33%. Sonda Terra Lamela 2 x 40 mm



Wykres 3. Zależność oporów hydraulicznych od przepływu dla glikolu etylenowego o stężeniu wagowym 30%. Sonda Terra Lamela 2 x 40 mm

3. Podstawowe funkcje sondy geotermalnej i parametry pracy

Sonda geotermalna odpowiada za zrównoważony odbiór ciepła zakumulowanego w górotworze oraz dostarczenie medium o stabilnej temperaturze do gruntowej pompy ciepła. Sonda geotermalna PRAWTECH zaprojektowana jest dla pracy w funkcji grzania jak i również chłodzenia. W każdym z omawianych przypadków zaleca się takie zaprojektowanie technologii pracy pompy ciepła, by temperatura płynu niskokrzepnącego zawierała się w przedziale 0 do 30°C. Dopuszczalna jest krótkotrwała praca w temperaturach ujemnych, jednak wówczas należy właściwie zdefiniować parametry dla materiału wypełniającego otwór montażowy sondy (tzw. parametr mrozoodporności). Krótkotrwała praca w temperaturach powyżej zalecanego normatywu jest możliwa pod warunkiem przestrzegania zaleceń geologa, producenta pompy ciepła jak i również mając na względzie ograniczenia wynikające z maksymalnej temperatury pracy polietylenu z grupy PE100RC (max. + 40°C).

UWAGA!

Zmiana parametrów temperaturowych pracy sondy może mieć wpływ na żywotność wymiennika ciepła i powinna być na etapie projektowych skonsultowana z Producentem.

Sonda geotermalna FUTURA SLIM LAMELA występuje w dwóch standardach wymiarowych:

- 2 x 32 i 2 x 40mm SLIM: przewody sondy wykonane są wówczas z polietylenu wysokiej gęstości PE100RC uodpornionego na propagację zarysowań typu RC (Crack resistant) o średnicy zewnętrznej 32 mm lub 40 mm każdy,
- 4 x 32mm i 4 x 40mm fourGEO: przewody sondy wykonane są wówczas z polietylenu wysokiej gęstości PE 100RC uodpornionego na propagację zarysowań typu RC (Crack resistant) o średnicy zewnętrznej 32 mm lub 40 mm każdy.

Sonda FUTURA SLIM LAMELA oferowana jest w następujących typoszeregach ciśnieniowych:

- PN10 (SDR 17)
- PN 12,5 (SDR 13,6)
- PN 16 (SDR 11)

W indywidulanych wypadkach istnieje możliwość zastosowania sondy dla głębszych odwiertów po pisemnej konsultacji z geologiem, projektantem i producentem.

UWAGA!

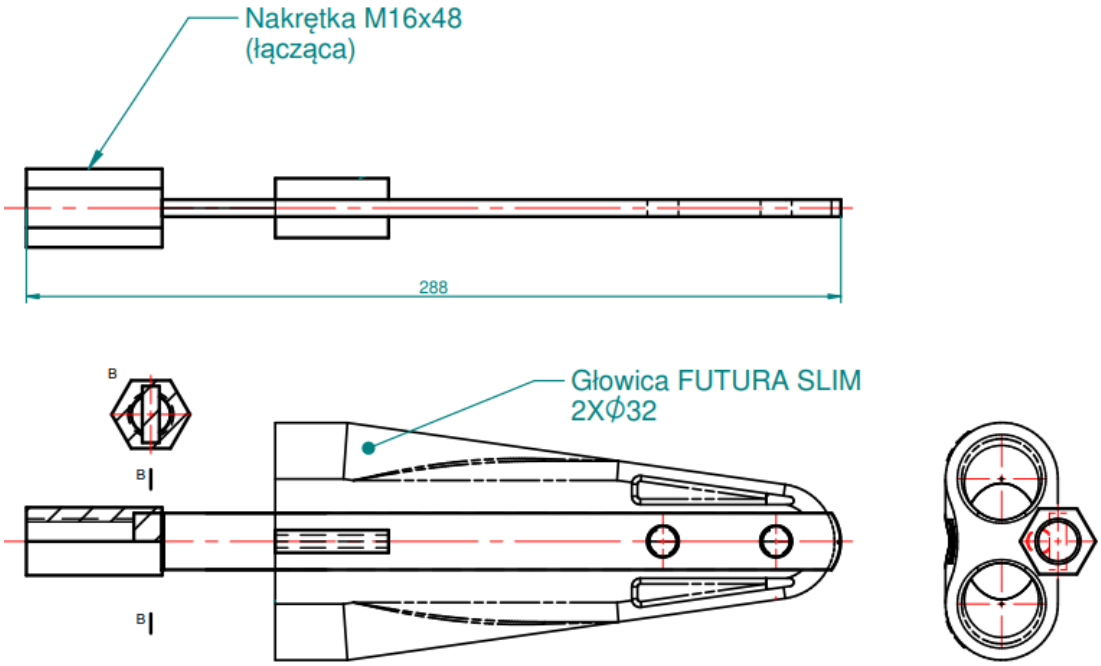
Zmiana parametrów ciśnieniowych pracy sondy może mieć wpływ na żywotność wymiennika ciepła i powinna być na etapie projektowym skonsultowana z Producentem.

4. Konstrukcja sondy FUTURA LAMELA SLIM w konfiguracji fourGEO

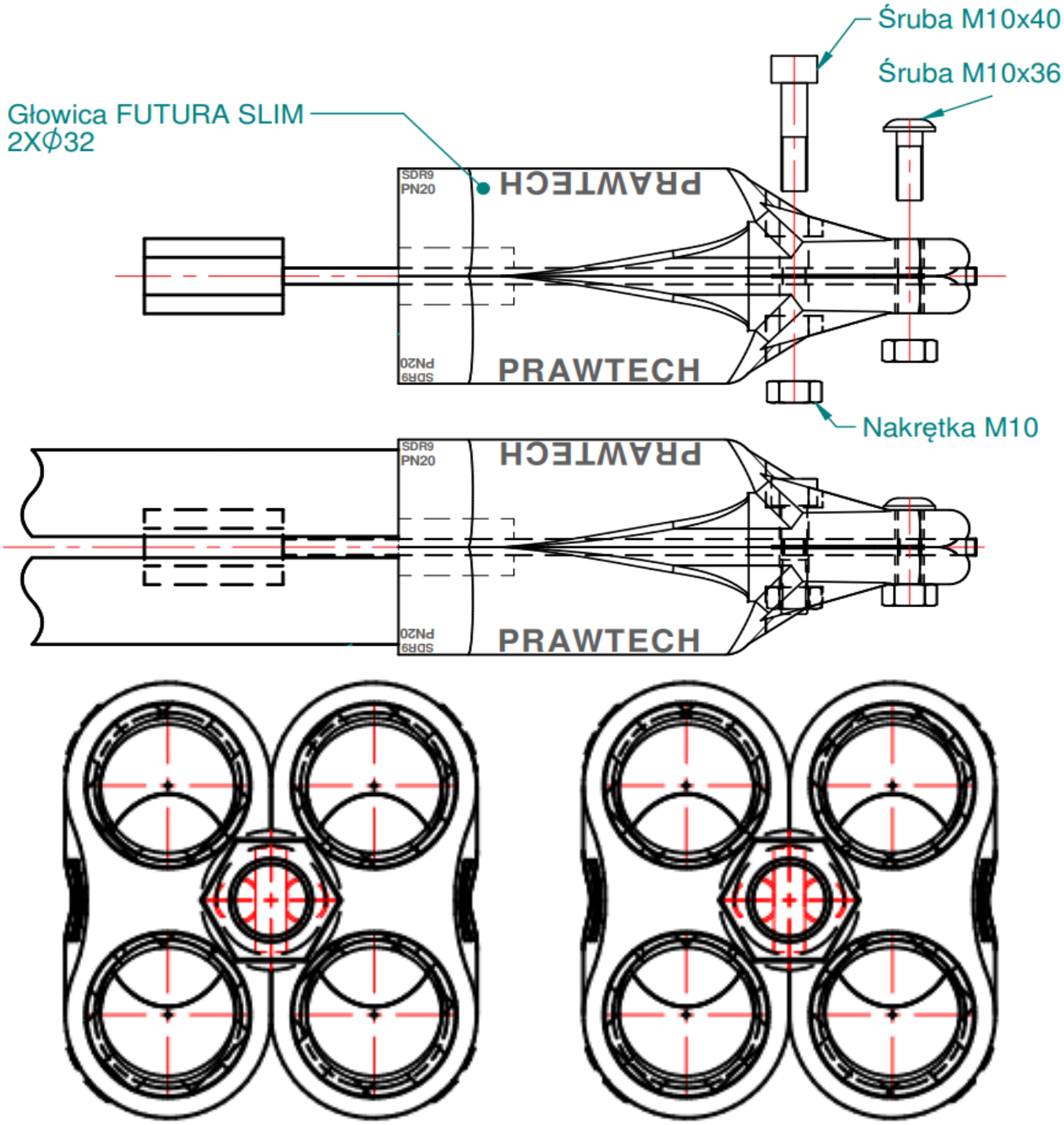
Głowica FUTURA LAMELA SLIM fourGEO 4 x 32mm i 4 x 40mm zaprojektowana została w sposób gwarantujący ergonomię oraz bezpieczeństwo podczas instalacji. Produkt wykonany jest z polietylenu wysokiej gęstości grupy PE100RC. Głowica oferowana jest wraz z akcesoriami, które umożliwiają adaptację głowicy do popularnych technik aplikacji sondy do otworu montażowego,

Głowica FUTURA LAMELA SLIM fourGEO składa się z dwóch pojedynczych głowic FUTURA SLIM 32 mm lub 40 mm połączonych w całość poprzez stalowy łącznik. Dla sondy fourGEO dostępne są łączniki w następujących konfiguracjach:

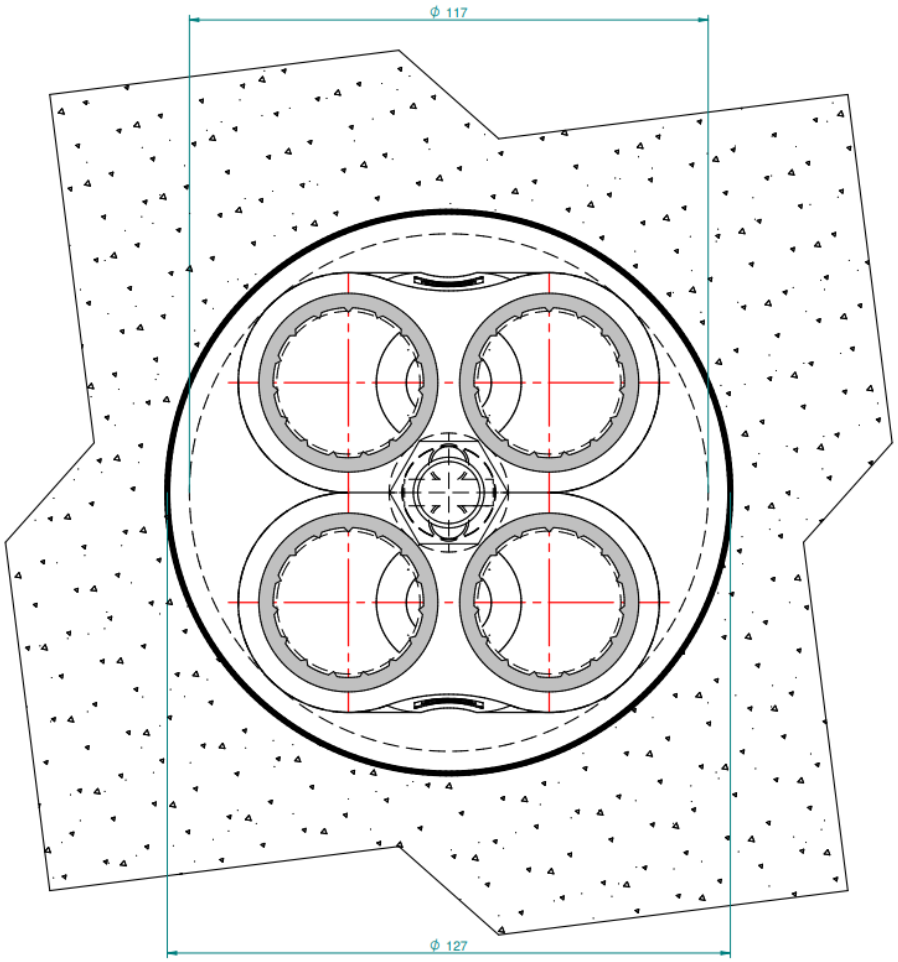
- 2 otworowy
- 2 otworowy z nakrętką gwintowaną M16,
- 3 otworowy,
- 3 otworowy z nakrętką gwintowaną M16.
- 2 otworowy z prętem gwintowanym



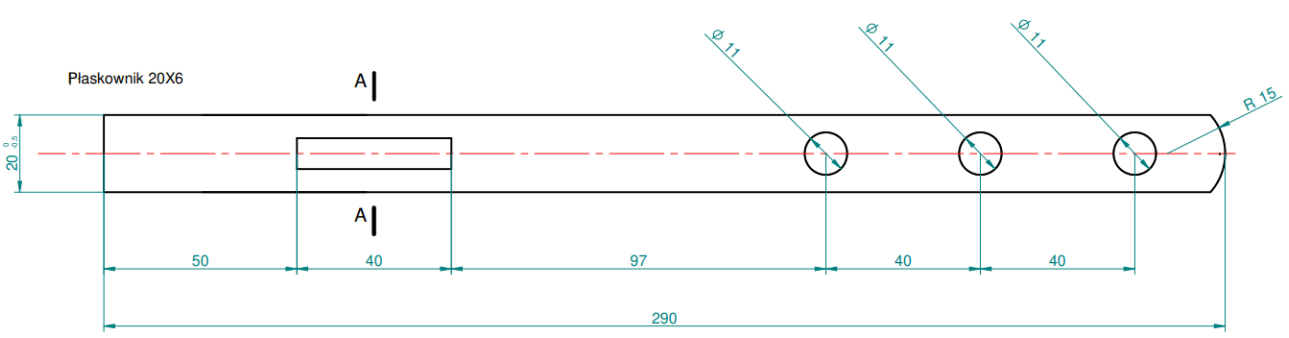
Rys. 8. Łącznik 2 otworowy z nakrętką gwintowaną M16



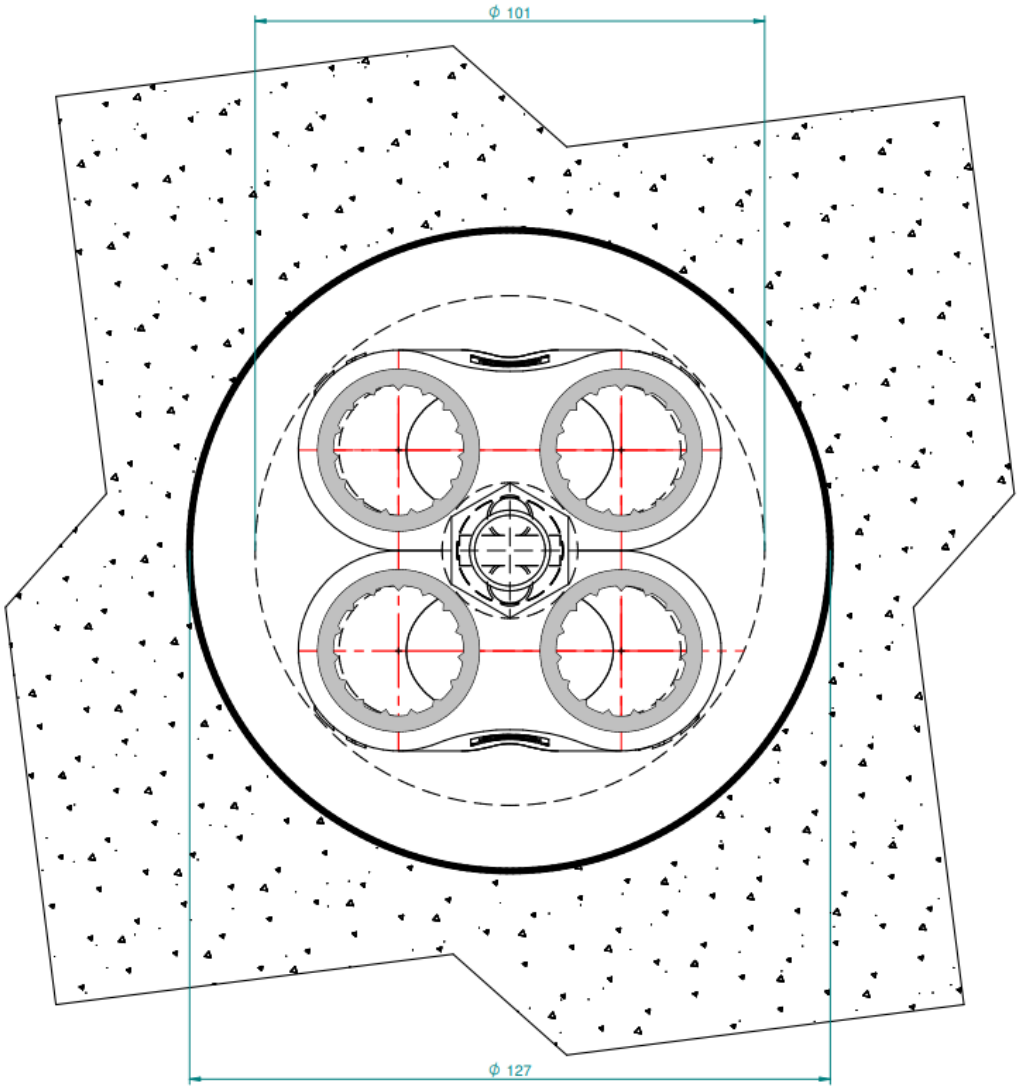
Rys. 9. Sonda 4 x 32 mm w konfiguracji fourGEO



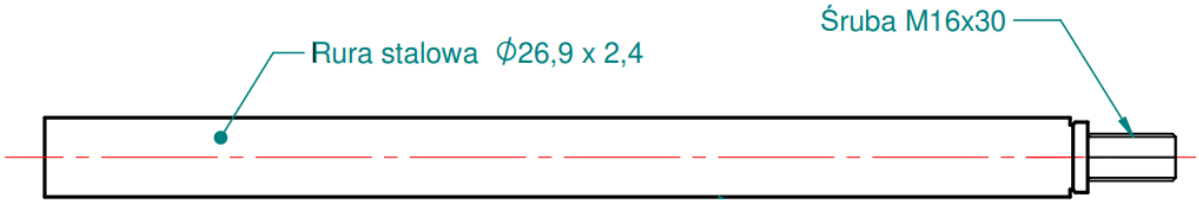
Rys. 10. Przekrój głowicy FUTURA SLIM LAMELA fourGEO 4 x 40mm w odwiercie



Rys. 11. Łącznik 3 otworowy



Rys. 12. Przekrój głowicy FUTURA SLIM LAMELA fourGEO 4 x 32mm w odwiercie



Rys. 13. Stalowa akcesoryjna dysza aplikacyjna wkręcana w łącznik z nakrętką gwintowaną. L = 350 mm

5. Zastosowanie i aplikacja sondy geotermalnej PRAWTECH

Sonda geotermalna instalowana jest w pionowym otworze montażowym/odwiercie pod pompy ciepła. Każdorazowo przed aplikacją wymiennika należy dokonać kontroli wzrokowej sondy oraz próby szczelności i przepływu tak aby wyeliminować incydentalne przypadki uszkodzenia produktu w trakcie transportu bądź składowania. Szczegóły procedury aplikacji wskazane są w dokumencie *Wymogi wykonawcze dla instalacji DŹC PRAWTECH* dostępnym na stronie www.prawtech.pl.

Aplikację sondy geotermalnej należy przeprowadzić w zgodzie z obowiązującymi wymogami prawnymi, przepisami bezpieczeństwa BHP jak i również wytycznymi PORT PC. Obsługę prac wiertniczych winny dokonywać wyłącznie osoby uprawnione, legitymujące się odpowiednimi kwalifikacjami.

Producent **NIE DOPUSZCZA** stosowania sond geotermalnych na obszarze szkód górniczych oraz terenach osuwiskowych.

Wszystkie sondy geotermalne PRAWTECH dostarczane są do klienta wyłącznie po pozytywnym przejściu prób ciśnienia i przepływu zgodnie z wewnątrzzakładową procedurą kontroli jakości. Produkty są następnie starannie zapakowane i zabezpieczone przed wysyłką.

Rys. 14. Sondy geotermalne w formie do transportu

Każdy z wymienników posiada swój indywidualny numer seryjny. Producent rekomenduje posługiwanie się tymże numerem podczas rejestrowania prowadzonego dziennika budowy/dziennika wierceń oraz na okoliczność przyszłego kontaktu z dostawcą/producentem.

6. Technologia łączenia sond geotermalnych w ramach instalacji dolnego źródła ciepła

Do łączenia sond marki PRAWTECH z przewodami rozprowadzającymi oraz studniami/rozdzielaczami dolnego źródła zastosowanie mają kształtki elektrooporowe spełniające wymagania norm PN-EN 1555-3 oraz PN-EN 12201-3. Kształtki oferowane przez PRAWTECH wykonane są z polietylenu klasy PE100 i oferowane w dwóch typoszeregach wymiarowych – SDR 11 i SDR 17.

W trakcie użytkowania i montażu kształtek, temperatura otoczenia powinna się mieścić w przedziale **od 0°C do 40°C**. Przy pracach montażowych prowadzonych w trudnych warunkach pogodowych (np. mgła, temperatury ujemne, duża wilgotność i opady deszczu) należy użyć namiotu ochronnego, by zagwarantować bezpieczne i stabilne warunki dla procesu polifuzji termicznej.

Kształtki elektrooporowe dostosowane są do zgrzewania pod napięciem **39,5 V**, co zostało zamieszczone na etykietach jednostkowych umieszczonych na wyrobach wraz z pozostałymi danymi niezbędnymi do wykonania zgrzewu m.in. czas zgrzewania, czas chłodzenia (jako czas, po którym można odłączyć kształtkę od zgrzewarki elektrooporowej). Ponadto etykieta jednostkowa zawiera również kod kreskowy zgodny z normą ISO 13950, służący do prowadzenia automatycznego procesu zgrzewania, a także kod Traceability z danymi do pełnej identyfikacji wyrobu. Zgrzew elektrooporowy ma charakter mufowy. Kształtki elektrooporowe posiadają dwa optyczne wskaźniki poprawności zgrzewu oraz wewnętrzne ograniczniki głębokości wsunięcia, wyjątek stanowią zaślepki, które posiadają jeden optyczny wskaźnik.

Biorąc pod uwagę deklarowany okres 100-letniej eksploatacji sond PRAWTECH należy w sposób rygorystyczny przestrzegać niżej wymienionych zasad połączeń elektrooporowych, a kolejność czynności montażowych musi być **BEZWZGLĘDNIE** zachowana.

6.1. Przygotowanie rury do zgrzewu

- Przyciąć rurę prostopadle do jej osi;
- Krawędzie rury sfazować od wewnątrz, aby były pozbawione nierówności, a od zewnątrz krawędzie należy zaokrąglić;
- Wsunąć rurę do oporu wewnętrznych ograniczników i zaznaczyć flamastrem na rurze głębokość jej wsunięcia;
- Rurę wyciągnąć z kształtki i **dokładnie** usunąć zewnętrzną warstwę utlenioną rury na głębokości około min. 0,2 mm. Ślady skrobania warstwy utlenionej powinny być wykonane tak, aby były widoczne na rurze po wsunięciu do zgrzewanej kształtki;
- Dokładnie oczyścić rurę wewnątrz i zewnątrz przeznaczonym do tego celu środkiem np. alkoholem izopropylowym, przy użyciu chłonnego, gładkiego i niefarbującego materiału;
- Odczekać, aż alkohol odparuje i powierzchnia rury będzie całkowicie sucha;
- Powtórnie wsunąć rurę do momentu wewnętrznych ograniczników i zaznaczyć flamastrem na rurze głębokość jej wsunięcia;
- Owale rury zniwelować przy pomocy odpowiednich obejm.

UWAGA!

Niedokładne usunięcie warstwy utlenionej i niedokładne oczyszczenie powierzchni rury może być przyczyną WADLIWEGO POŁĄCZENIA.

6.2. Przygotowanie kształtki do zgrzewu

- Kształtkę wyciągnąć z woreczka polietylenowego stanowiącego opakowanie jednostkowe kształtki chroniące wyrób przed uszkodzeniem i zabrudzeniem;
- Wewnętrzną powierzchnię kształtki dokładnie oczyścić, przemywając ją alkoholem izopropylowym za pomocą chłonnego, gładkiego i niefarbującego materiału;
- Odczekać, aż alkohol odparuje i powierzchnia wewnętrzna kształtki będzie całkowicie sucha.

UWAGA!

Niedokładne oczyszczenie powierzchni kształtki może być przyczyną WADLIWEGO POŁĄCZENIA

6.3. Montaż

- Wsunąć rurę do momentu ograniczników w kształtce z zachowaniem współosiowości. (Jeżeli zaznaczona kreska głębokości wsunięcia została usunięta, należy ja zaznaczyć ponownie w celu kontroli położenia rury w kształtce);
- Unieruchomić elementy połączenia w zacisku montażowym celem zapewnienia stabilności położenia podczas grzania i chłodzenia.

6.4. Wykonanie zgrzewu elektooporowego

- Podczas zgrzewania należy stosować się do instrukcji producenta zgrzewarki. Do zgrzewania elektrooporowego powinny być stosowane tylko zgrzewarki posiadające **Deklarację Zgodności CE** oraz **poddawane kalibracji nie rzadziej niż 1 raz w roku**.

UWAGA!

Każda kształtka posiada etykietę, na której znajdują się wszystkie potrzebne parametry zgrzewania oraz kod kreskowy stosowany do zgrzewania automatycznego. Czas chłodzenia znajdujący się na etykiecie, to czas po którym można kształtkę odłączyć od zgrzewarki elektrooporowej. Czas po którym można wykonać próbę ciśnieniową uzależniony jest od średnicy zastosowanej rury i kształtki, znajduje się w tabeli nr 1.

Tabela nr 1. Minimalne czasy chłodzenia dla kształtek elektrooporowych oraz czas do próby szczelności.

Średnica nominalna kształtki HDPE [mm]	Czas chłodzenia (odłączenie od zgrzewarki) [min]	Próba ciśnieniowa [min.]
20-63	5	30
75-110	10	60
125-160	15	75
180-225	20	90
250-400	25	150

PRAWTECH sp. z o.o., ul. Garbarska 43, 32-340 Wolbrom, Poland
tel.: +48 32 644 27 78, e-mail: handel@prawtech.pl NIP: PL 637-141-14-27

7. Karta materiałowa sondy

Tabela nr 2. Właściwości granulatu PE100RC.

WŁAŚCIWOŚĆ GRANULATU	TYPOWA WARTOŚĆ	JEDNOSTKA	METODA TESTOWANIA
Kolor	czarny	-	-
Współczynnik płynięcia (MFR) w 190°C i 5 kg	0,2	g/10 min	ISO 1133
Gęstość	956-962	kg/m³	ISO 1183
Zawartość sadzy	2,25	%	ISO 6964
Moduł sprężystości	1000	MPa	ISO 527-2
Wytrzymałość na rozciąganie na granicy plastyczności	23-35	MPa	ISO 527-2
Wydłużenie do granicy plastyczności	≥8	%	ISO 527-2
Test karbu	>8760	h	EN ISO 13479
Twardość Shoer'a (D)	62	-	ISO 868
Temperatura topnienia	124-128	ºC	DIN 53765
Czas indukcji utleniania OIT 210°C	>20	min	ISO 11357-6
Współczynnik przewodzenia ciepła	0,42	W/m·K	-
Chropowatość bezwzględna k	0,03	mm	-
Sztywność obwodowa (SDR 13,6)	>41,7	kN/m²	PN-EN 12201