

TransGeoTherm

Energia geotermalna dla transgranicznego rozwoju regionu Nysy – Projekt pilotażowy

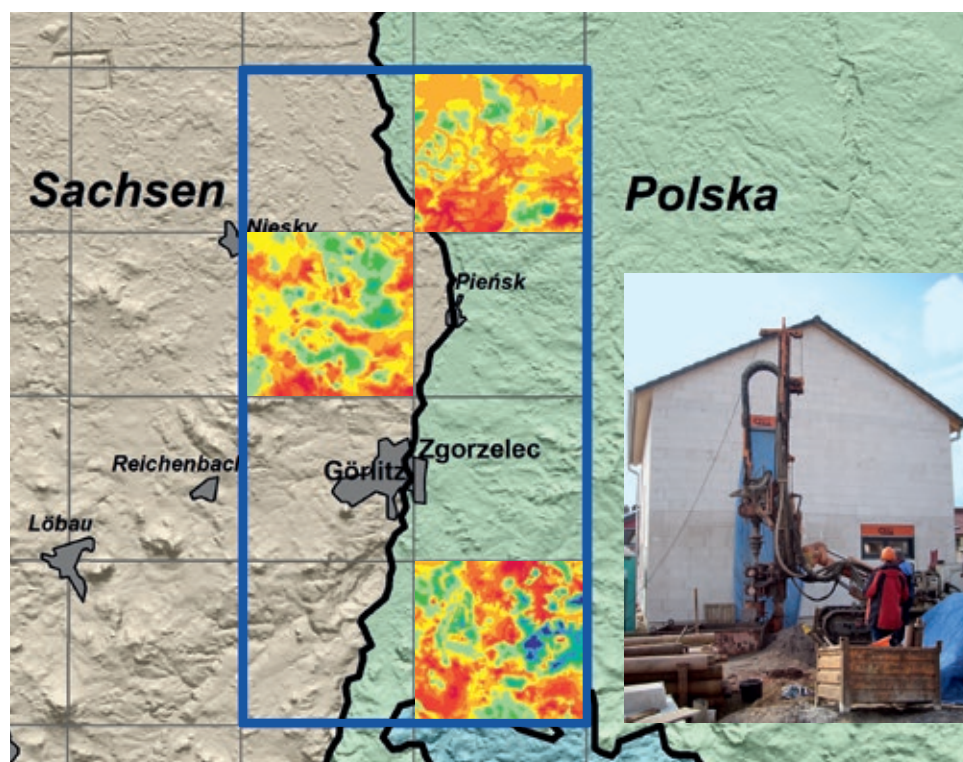
LANDESAMT FÜR UMWELT,
LANDWIRTSCHAFT
UND GEOLOGIE



Freistaat
SACHSEN



Broszura informacyjna na temat stosowania płytkiej geotermii



Spis treści

03	Przedmowa
04	1 Wprowadzenie
05	2 Możliwości wykorzystania energii geotermalnej
06	3 Technologie energii geotermalnej
06	3.1 Systemy grzewcze
10	3.2 Chłodzenie budynków
10	3.3 Wsparcie i koordynacja rozwoju geotermii
10	3.4 Efektywność energetyczna a ekologia
12	4 Budowa i eksploatacja gruntowych pomp ciepła
12	4.1 Budowa i funkcje sondy
12	4.2 Zasada pracy pompy ciepła
14	5 Zagadnienia prawne i geologiczne
14	5.1 Podstawy prawne
15	5.2 Procedury prawne
16	5.3 Warunki hydrogeologiczne
17	5.4 Kryteria oceny warunków hydrogeologicznych
18	6 Uwagi dotyczące projektowania, budowy i eksploatacji gruntowych pomp ciepła
18	6.1 Planowanie i projektowanie systemów sond geotermalnych
19	6.2 Roboty wiertnicze i instalacyjne
21	6.3 Praca instalacji
21	6.4 Zapewnienie jakości i trwałości
22	Przydatne materiały
25	Spis rycin, tabel i załączników
26	Adresy instytucji
27	Załączniki

Przedmowa

Od połowy lat 90. XX w. płytka, niskotemperaturowa energia geotermalna, wykorzystywana dzięki instalacji tzw. gruntowych pomp ciepła, nabiera coraz większego znaczenia w większości krajów Europy. W 2009 roku administracja Wolnego Kraju Saksonii znacznie wzmocniła swoje działania mające na celu wspieranie rozwoju tego typu alternatywnych, odnawialnych źródeł energii. W efekcie prac badawczych przeprowadzonych przez zespół ekspertów – geologów i hydrogeologów, powstała, a następnie została opublikowana w Internecie, pierwsza mapa Geotermalnego Atlasu Saksonii. Od tego czasu w Saksonii opracowywane i udostępniane są kolejne arkusze mapy ilustrujące warunki geotermiczne podłoża skalnego, przede wszystkim aglomeracji miejskich Drezna, Lipska i Chemnitz.

Stale rosnące w Polsce zainteresowanie niskotemperaturową energią geotermalną, a tym samym zapotrzebowanie na informacje związane z możliwościami, warunkami naturalnymi i opłacalnością ekonomiczną ogrzewania i/lub chłodzenia budynków za pomocą gruntowych pomp ciepła, stały się inspiracją do wykorzystania doświadczeń kolegów saksońskich i realizacji podobnych prac na Dolnym Śląsku. Jesienią 2011 r. pracownicy Oddziału Dolnośląskiego Państwowego Instytutu Geologicznego – Państwowego Instytutu Badawczego, działający w ramach państwowej służby geologicznej i hydrogeologicznej, zaproponowali saksońskiej służbie geologicznej (Sächsisches Landesamt für Umwelt Landwirtschaft und Geologie, LfULG) realizację wspólnego projektu w celu opracowania pierwszej mapy geotermalnej transgranicznego obszaru Zgorzelca i Görlitz.

Efektem współpracy obu instytucji było przygotowanie, a następnie wspólna realizacja projektu pn. *TransGeoTherm – Energia geotermalna dla transgranicznego rozwoju regionu Nysy. Projekt pilotażowy*, współfinansowanego ze środków Unii Europejskiej w ramach Programu Operacyjnego Współpracy Transgranicznej Polska – Saksonia 2007 – 2013. Celem projektu było upowszechnienie i zwiększenie wykorzystania niskotemperaturowej energii geotermalnej płytkiego (do około 200 m głębokości) podłoża skalnego oraz opracowanie mapy geotermalnej przygranicznego regionu Nysy Łużyckiej. W ramach realizacji projektu wspólnie opracowano sposób tworzenia map z wykorzystaniem danych, wiedzy i informacji z zakresu geologii i hydrogeologii, pochodzących z obu stron granicy. Wykonana mapa geotermalna posłuży w przyszłości odbiorcom projektu jako pomoc przy planowaniu i optymalizacji instalacji gruntowych pomp ciepła. Jej docelowymi użytkownikami są jednostki administracji rządowej i samorządowej, instytucje zajmujące się planowaniem przestrzennym i ochroną środowiska oraz sektor prywatny – firmy geologiczno-wiernicze i instalacyjne oraz wszyscy zainteresowani mieszkańcy regionu.

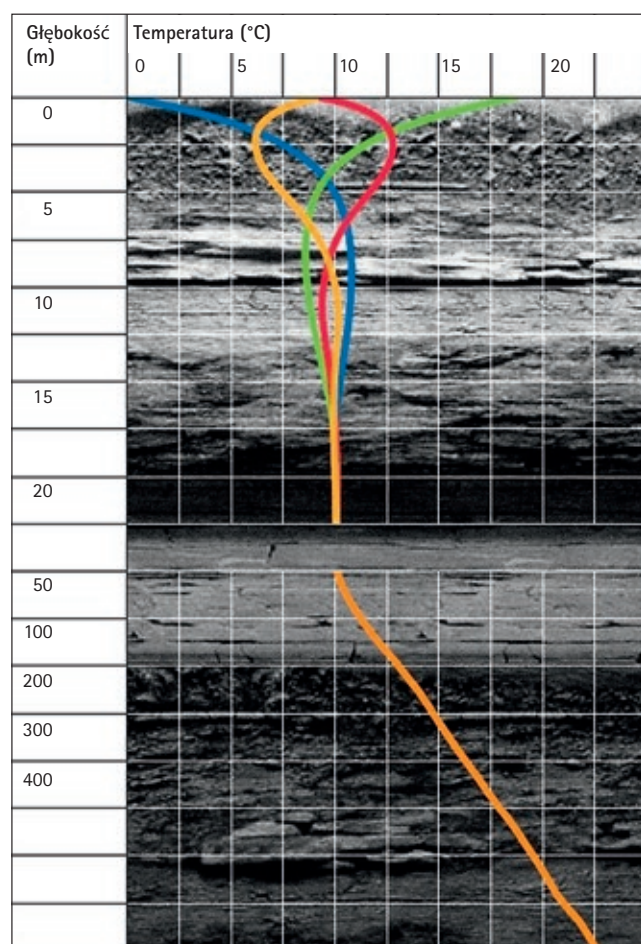
W niniejszej broszurze informacyjnej opisano sposoby wykorzystania energii geotermalnej ze szczególnym uwzględnieniem gruntowych pomp ciepła oraz określono podstawy prawne i zalecany plan czynności technicznych podczas ich instalacji. Podsumowując działania zrealizowane w ramach projektu *TransGeoTherm* oraz nabyte w jego efekcie doświadczenia, należy stwierdzić, że jest on istotnym świadectwem społecznej akceptacji nowych technologii i wzrastającego wykorzystania potencjału energii geotermalnej w Polsce i Saksonii oraz efektywnej współpracy instytucji z obu stron granicy polsko-niemieckiej.



Prof. dr hab. Jerzy Nawrocki
Dyrektor Państwowego Instytutu Geologicznego –
Państwowego Instytutu Badawczego

1 Wprowadzenie

Pod pojęciem »energia geotermalna« lub »geotermii« rozumie się energię w postaci ciepła, występującą we wnętrzu Ziemi. Do głębokości około 10–20 m poniżej powierzchni ziemi temperatura zależy od promieniowania słonecznego oraz klimatycznych (sezonowych) wahań temperaturowych. W naszych szerokościach geograficznych temperatura podłoża skalnego poniżej tego zakresu wynosi średnio około 10 °C. W zależności od regionalnej budowy geologicznej i wgłębnej struktury skorupy ziemskiej temperatura wzrasta wraz z głębokością. Zjawisko to ilustruje Ryc. 1. Na obszarze Saksonii i Dolnego Śląska wzrost ten wynosi około 3 stopnie na 100 m głębokości. Parametr ten nazywany jest średnim gradientem geotermicznym.



■ Luty ■ Maj ■ Sierpień ■ Listopad ■ Głębsze podłoże

Rycina 1 Profil temperaturowy w górnych partiach podłoża skalnego

Energia geotermalna zaliczana jest do niewyczerpywalnych, odnawialnych źródeł energii. Jej wykorzystywanie ma pozytywny wpływ na środowisko, ponieważ przyczynia się do jego ochrony poprzez zmniejszenie zużycia kopalnych źródeł energii i redukcję emisji CO₂. Energia geotermalna dostępna jest przez cały rok, a poniżej głębokości około 20 m jest niezależna od warunków pogodowych. Wykorzystanie energii geotermalnej, przy prawidłowym planowaniu i profesjonalnej budowie oraz eksploatacji instalacji geotermalnych, jest całkowicie bezpieczne dla gleby, skał i wód gruntowych.

Niniejsza broszura skierowana jest przede wszystkim do inwestorów, projektantów, operatorów, producentów sprzętu, urzędów i innych osób i instytucji zainteresowanych tą tematyką. Prezentuje ona przede wszystkim wykorzystanie energii geotermalnej za pomocą różnego typu gruntowych pomp ciepła i jest źródłem wielu ważnych informacji oraz praktycznych porad i wskazówek.

- Energia geotermalna jest bogactwem naturalnym, które może być wykorzystane przez każdego użytkownika
- Najbardziej rozpowszechnionym sposobem pozyskania energii geotermalnej jest zainstalowanie sond (wymienników ciepła) w otworach wiertniczych, najlepiej o głębokości od 50 do 100 m
- W Polsce procedura wykonania instalacji gruntowej pompy ciepła zależy od głębokości planowanego otworu wiertniczego. Według aktualnych przepisów gruntowe sondy ciepła o planowanej głębokości powyżej 30 m wymagają zgłoszenia właściwemu organowi administracji geologicznej – w tym przypadku starostwu powiatowemu, i ewentualnie uzyskania pozwolenia wodnoprawnego (w przypadku pomp ciepła wykorzystujących otwory studzienne – tzw. system otwarty)
- Wszystkie prace przygotowawcze – złożenie wniosku, instalacja i odbiór systemu, są oferowane przez liczne firmy (wiertnicze, geologiczno-inżynierskie, instalatorskie itd.)
- Niniejsza broszura zawiera informacje, które muszą być przestrzegane w celu optymalnej budowy i eksploatacji systemów otworowych wymienników ciepła

2 Możliwości wykorzystania energii geotermalnej

Wykorzystanie energii geotermalnej służy najczęściej celom grzewczym (w formie centralnego ogrzewania i do przygotowania ciepłej wody użytkowej) pojedynczych budynków lub ich kompleksów. Energia geotermalna może być stosowana również do schładzania budynków, magazynowania ciepła bądź zimna w górotworze, jak również usuwania śniegu i lodu z dróg, torowisk, mostów, wiaduktów, pasów startowych i lądowisk. Wody geotermalne wykorzystuje się do celów terapeutycznych i rekreacyjnych. Geotermia może być także wykorzystana do wytwarzania energii elektrycznej.

Energię geotermalną w zależności od głębokości i sposobów wykorzystania można podzielić na następujące typy:

- Geotermia płytka (do około 400 m głębokości)
- Przypadki szczególne (strefa przejściowa ku głębokiej geotermii związana z wykorzystaniem np. ciepłych wód kopalnianych)
- Geotermia głęboka (ponad 400 m głębokości)

Szczegółowe wykorzystanie wyróżnionych typów energii geotermalnej przedstawia poniższa tabela (Ryc. 2).

Głęboka geotermia (> 400 m głębokości)				Płytka geotermia (do 400 m głębokości)			
Geotermia petrotermalna		Głęboka geotermia petrotermalna		Wykorzystanie systemów otwartych	Wykorzystanie systemów zamkniętych		
Wykorzystanie suchych gorących skał do > 5000 m, > 100 °C		Bezpośrednie wykorzystanie ciepłych i gorących wód podziemnych zwykle od 100 m do ok. 3000 m, 20 – 200 °C					
Technologie Enhanced Geothermal Systems (EGS)*	Wykorzystanie za pomocą głębokich sond	Wydobycie wód termalnych	Wykorzystanie wód gruntowych z ponownym zasilaniem	Studnie podziemne Najczęściej < 50 m	Sondy ciepła ok. 30 – 130 m maks. 400 m głębokości	Kolektory gruntowe Systemy bezpośredniego odparowania	Systemy termiczne aktywne elementów Termopale energetyczne
			Wykorzystanie wód kopalnianych				
Wytwarzanie prądu, wykorzystanie ciepła oraz ciepła odpadowego				Naturalna temperatura podłoża niewystarczająca do bezpośredniego wykorzystania, dlatego potrzebne wykorzystanie technologii pomp ciepła			
Wytwarzanie ciepła bądź schładzanie							

* także technologie Hot Dry Rock (HDR) oraz Hot Fractured Rock (HFR)

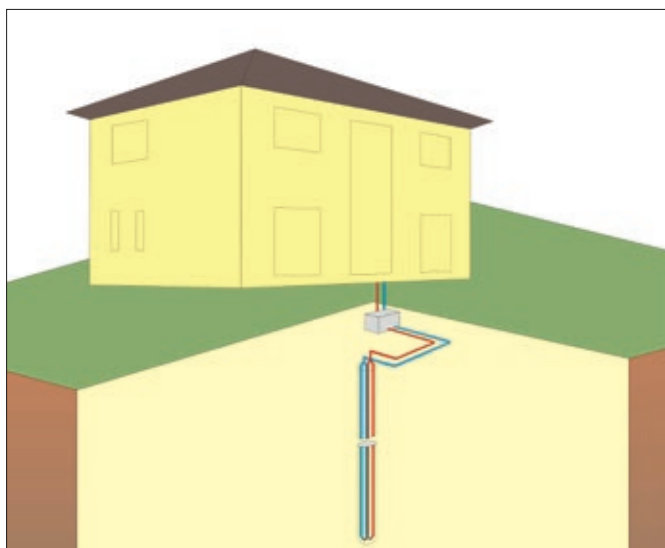
Rycina 2 Przegląd sposobów wykorzystania energii geotermalnej

3 Technologie energii geotermalnej

3.1 Systemy grzewcze

Pod względem technicznym system wykorzystujący płytką energię geotermalną, zwany potocznie (gruntową) pompą ciepła, składa się zazwyczaj z instalacji obejmującej dolne źródło ciepła (wymiennik ciepła), dzięki któremu energia pobierana jest z podłoża oraz właściwego urządzenia pompy ciepła, które odzyskuje energię i połączone jest z siecią rozprowadzającą ciepło we wnętrzu pomieszczeń (np. poprzez ogrzewanie podłogowe). Zasadniczo dostępne są następujące typy instalacji gruntowych pomp ciepła, wykorzystujące różnie położone źródła ciepła:

- Sondy ciepła (pionowe instalacje wymienników ciepła montowane w otworach wiertniczych),
- Kolektory ciepła (instalacje poziome wymienników ciepła),
- Kontaktujące się z podłożem betonowe elementy, np. pale i fundamenty (tzw. termopale),
- Studnie zasilające i chłonne,
- Systemy wykorzystujące ciepło z wód kopalnianych.



Rycina 3 Schemat pionowej sondy ciepła

Oprócz warunków naziemnych (lokalizacji), dotyczących danego terenu oraz wielkości budynku, decydującymi czynnikami w zakresie rodzaju i stopnia wykorzystania energii geotermalnej są budowa geologiczna podłoża oraz warunki występowania wód podziemnych na danym terenie. Geologia i warunki występowania wód podziemnych to jedno z głównych czynników, które decydują o przyszłej efektywności i wyborze konkretnego wariantu instalacji pompy ciepła, takich jak np. układ studnia zasilająca – studnia chłonna lub pionowa sonda ciepła.

Granice opłacalności pomp ciepła zmieniają się w zależności od poszczególnych technologii, kosztów operacyjnych, wzrostu głębokości otworu wiertniczego, względnie studni, oraz warunków przyrodniczych. Pompa ciepła podłączona jest do źródła ciepła w taki sposób, aby osiągnąć poziom temperatury wystarczająco wysoki potrzeby planowanego ogrzewania. Zwykle mieści się ono w zakresie od 8 do maksymalnie 25 °C. W celu chłodzenia, w zakresie naturalnych temperatur podłoża, nośnik ciepła jest na ogół przemieszczany tylko poprzez pompę cyrkulacyjną (tzw. chłodzenie bierne).

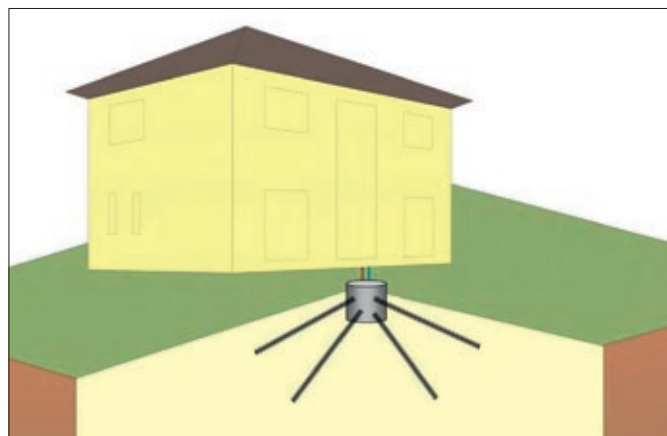
Sondy ciepła

Obecnie, zarówno w Saksonii jak i w Polsce, wykorzystanie energii geotermalnej odbywa się przede wszystkim za pomocą pionowych sond ciepła zwanych też gruntowymi wymiennikami ciepła. Sonda ciepła składa się z jednej lub dwóch U-kształtnych rurek lub dwóch rurek współosiowych umieszczonych w pionowym, rzadziej nachylonym, otworze wiertniczym (Ryc. 3). Dzięki działaniu takiej sondy, za pomocą nośnika ciepła (tzw. solanki), ciepło pobierane jest z podłoża i przekazywane dalej do wymiennika ciepła. W celu zapewnienia prawidłowego przepływu ciepła ze skał do sond, przestrzeń w otworze wiertniczym pozostała po umieszczeniu w nim sondy musi być wypełniona specjalną masą spajającą, charakteryzującą się wysoką przewodnością cieplną i dobrymi właściwościami uszczelniającymi. Taki sposób wypełnienia otworu służy eliminacji zanieczyszczeń i zamknięciu przewierconych poziomów wodonośnych. Transport energii do pompy ciepła odbywa się dzięki krążącemu w sondzie nośnikowi (tzw. solance), który charakteryzuje się niską temperaturą zamarzania. Zazwyczaj jest to mieszanina wody i środków przeciw zamarzaniu np. glikolu (uwaga: substancja o silnej szkodliwości dla wód użytkowych!). W następnej kolejności na wymiennikach w pompie ciepła energia zostaje przejęta przez obieg ciepłowniczy wykorzystujący jako nośnik wodę.

Sonda pozyskuje energię cieplną zmagazynowaną w ziemi (podłożu skalnym), pracując przy tym w warunkach bardzo zbliżonych do stałych, tzn. temperatura podłoża skalnego nie podlega zbyt dużym wahaniom. W przypadku prawidłowo zaplanowanej instalacji odpływ energii cieplnej pozyskanej do ogrzewania jest regenerowany dzięki ciepłu napływającemu z otaczającego środowiska skalnego i/lub wód podziemnych. W ciągłym połączeniu sondy z eksploatacją do celów grzewczych i/lub chłodniczych istnieje również możliwość regeneracji energii geotermalnej przy wykorzystaniu ciepła odpadowego. Technologia ta jest wykorzystywana do ogrzewania, chłodzenia i magazynowania ciepła, a w niektórych przypadkach także do magazynowania zimna. Istnieją ponadto sondy ciepła z metodą bezpośredniego odparowania (patrz punkt 4.2), w których gaz skroplony pod wysokim ciśnieniem odparowuje bezpośrednio w rurkach sondy gruntowej.

Do głównych zalet wykorzystania ciepła ziemi przy pomocy sond i pomp ciepła zaliczyć należy przede wszystkim: małe zapotrzebowanie na powierzchnię w celu montażu instalacji i dalszego jej użytkowania, możliwość umieszczenia instalacji pod zabudową, sprawdzona technologia, wysoka niezawodność i trwałość. Obecnie główną barierą hamującą wykorzystanie ciepła ziemi jest bariera ekonomiczna – dodatkowe koszty projektowania i instalacji systemu jak również wyższe koszty zakupu w porównaniu z konwencjonalnymi systemami ogrzewania. Pełna amortyzacja instalacji geotermalnych, biorąc pod uwagę aktualne warunki ekonomiczne, dzięki ich niskim rocznym kosztom operacyjnym, następuje po około ośmiu – dziesięciu latach.

Geologiczne, techniczne i ekonomiczne warunki eksploatacji są istotnymi czynnikami niezbędnymi do ustalenia głębokości każdego odwiertu służącego instalacji gruntowych sond ciepła. W niektórych przypadkach wstępne szacunki mogą wskazać konieczność wykonania odwiertu o głębokości nawet powyżej 100 m. W tej sytuacji możliwe jest czasami zastąpienie jednego głębokiego otworu kilkoma płytszymi. Głębokości otworów wynoszą, z reguły od 50 do 100 m. Płytkie sondy do głębokości 30 m są zazwyczaj używane do magazynowania ciepła sezonowego (ciepła słonecznego w połączeniu z np. systemami solarnymi, ciepłem technologicznym, ciepłem odpadowym z komory chłodniczej), które w razie potrzeby służy do celów ogrzewania.



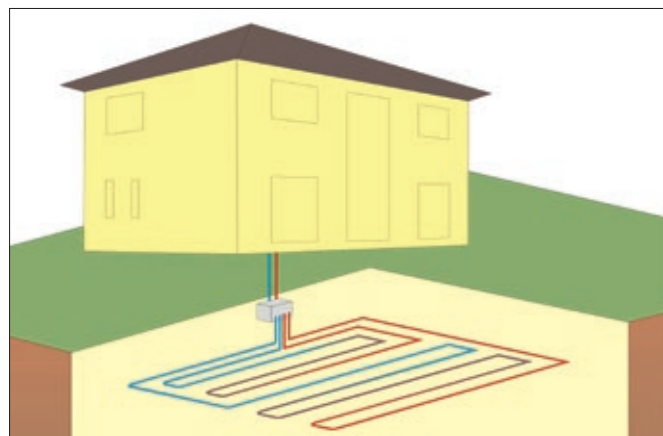
Rycina 4 Schemat ukośnych sond ciepłych wg metody GRD®

Liczba sond uzależniona jest od zapotrzebowania na ciepło danego budynku lub rocznego zapotrzebowania na energię cieplną. Zazwyczaj wynosi ona od jednej do dwóch sond dla zaopatrzenia w ciepło domów jednorodzinnych. W przypadku ogrzewania i chłodzenia dużych obiektów, np. komercyjnych i przemysłowych budynków lub osiedli mieszkalnych, liczba otworów jest odpowiednio większa i może wynosić od kilkunastu do kilkudziesięciu. Poszczególne otwory mogą być wzajemnie połączone i tworzyć tzw. systemy multisondowe (zespoły sond).

Innym sposobem wykorzystania sond ciepła jest wiercenie otworów pod kątem (tzw. odwierty kierunkowe). Potrzeba ich wykonania może być spowodowana np. koniecznością zachowania minimalnej odległości od sąsiedniej instalacji przy jednoczesnych ograniczeniach przestrzennych, np. z uwagi na stosunki własnościowe gruntu. W metodzie GRD® (Geothermal Radial Drilling) ukośnie nachylone wiercenia do głębokości około 35 m rozmieszczone są wokół centralnego, zapuszczonego w grunt szybu (Ryc. 4). W takim przypadku z reguły stosuje się sondy współosiowe odpowiednio wcisnięte w otwory i połączone w centralnym szybie.

Nachylone sondy ciepła – w porównaniu do sond pionowych, umieszczone są na mniejszych głębokościach i przez to mogą znajdować się w strefach gruntu, gdzie występuje wpływ pór roku i nasłonecznienia. Z tego względu przy budowie tego typu instalacji należy ściśle przestrzegać wytycznych projektowych dotyczących kierunku otworów.

Główne parametry instalacji gruntowych sond ciepła wymagane do zaspokojenia potrzeb grzewczych, takie jak liczba i głębokość otworów wiertniczych, muszą być zawsze określone na podstawie lokalnej budowy geologicznej podłoża skalnego i warunków hydrogeologicznych oraz miejscowego zagospodarowania przestrzennego terenu. Czynniki te należy ustalić dla każdej lokalizacji gruntowych sond ciepła przeprowadzając odpowiednie badania, których wyniki zostaną następnie zamieszczone w projekcie. Projekt instalacji uwzględniający zarówno aspekty przyrodnicze jak i techniczne musi być zawsze wykonany przez zespół fachowców posiadających odpowiednie wykształcenie, wiedzę i doświadczenie praktyczne.



Rycina 5 Schemat poziomego kolektora ciepła

Kolektory ciepła

Kolektory to horyzontalnie rozmieszczone wymienniki ciepła, które są zwykle wykonane z tworzywa sztucznego i ułożone poziomo w gruncie na głębokości z reguły od 1,2 do 1,5 m (co najmniej 20 cm poniżej głębokości przemarzania gruntu w okresie zimowym). Rury układa się równolegle w odstępach od 0,5 do 0,8 m tak, że na każdy metr kwadratowy powierzchni grzewczej przypada w przybliżeniu od 1,3 do 3 m bieżących rury (Ryc. 5). W kolektorze, podobnie jak w sondzie ciepła, jako nośnik stosowana jest tzw. solanka, która pochłania ciepło z gruntu i przekazuje je do pompy ciepła.

Kolektory ciepła wykorzystują głównie energię słoneczną, magazynowaną w pobliżu powierzchni gruntu poprzez bezpośrednie działanie promieni słonecznych, wymianę ciepła z powietrzem atmosferycznym i wodą opadową infiltrującą w głąb gruntu. Kolektory ciepła podlegają sezonowym zmianom temperatury otoczenia. Z tego powodu w okresie największego zapotrzebowania na ciepło (zimą), kolektor ciepła w porównaniu z sondą usytuowaną pionowo zaspokaja zapotrzebowanie na ciepło wykorzystując niższą temperaturę dolnego źródła ciepła. Regeneracja wydobytego ciepła odbywa się dzięki cyklicznym zmianom temperatury wraz ze zmianami pór roku oraz prawidłowemu wymiarowaniu instalacji źródła ciepła. Poziome kolektory mogą być eksploatowane również metodą bezpośredniego odparowania (patrz punkt 4.2).

Kolektory ciepła charakteryzują się stosunkowo niskimi kosztami inwestycji, nieskomplikowanym montażem oraz wysoką trwałością. Do ich instalacji wymagana jest otwarta, niezabudowana przestrzeń, z reguły od 1,5 do 3 razy większa od metrażu pomieszczeń przeznaczonych do ogrzewania. W celu zaoszczędzenia miejsca stosuje się kolektory o specjalnych kształtach, np. w formie rowu, spirali, czy kosza, które mogą być wkopane do około 5 m w głąb gruntu. Z punktu widzenia ochrony środowiska kolektory ciepła są bezpieczne. Przeprowadzone obserwacje wskazują, że obecność kolektorów może czasami prowadzić do obniżenia temperatury gruntu i opóźnienia wzrostu roślin. Z tego powodu na powierzchni bezpośrednio powyżej kolektora nie zaleca się sadzenia roślin o głębokim systemie korzeniowym.

Termicznie aktywne elementy budowlane

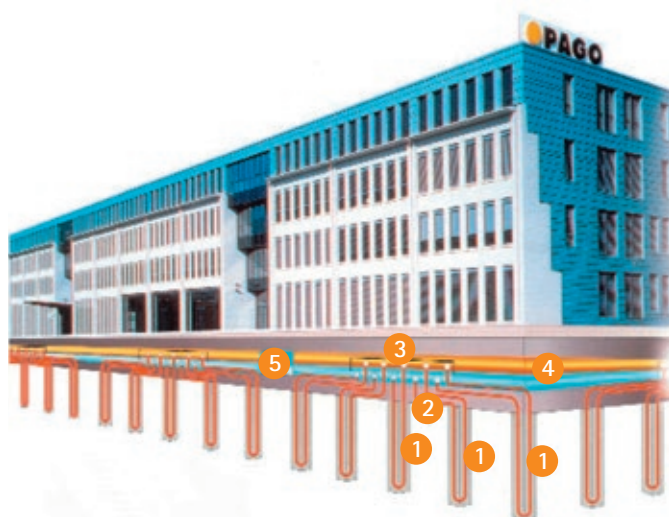
W zależności od warunków gruntowych w celu posadowienia dużych budynków zachodzi czasami konieczność wykonania głębokich podziemnych konstrukcji betonowych, takich jak pale fundamentowe, ścianki szczelinowe, palisady, płyty betonowe, itp. Ponieważ beton charakteryzuje się dobrym przewodnictwem cieplnym, elementy te są idealne do produkcji i magazynowania energii w postaci ciepła i zimna. Analogicznie do sond ciepła, podczas wykonywania konstrukcji betonowych wbudowuje się w koszach zbrojeniowych rury z tworzyw sztucznych, które następnie służą jako systemy wymienników ciepła (Ryc. 6).

Zastosowanie termicznie aktywnych elementów budowlanych (tzw. termopali) obok korzyści ekologicznych przynosi również efekty ekonomiczne. Wynika to z faktu, że te elementy budowlane, niezbędne ze względów statycznych, mogą przy niewielkim dodatkowym nakładzie inwestycyjnym służyć także jako wymienniki ciepła. Projekty związane z elementami betonowymi kontaktującymi się z podłożem podlegają prawu budowlanemu, które uwzględnia również aspekty związane z wodami podziemnymi i kwestie prawa wodnego.

Studnie zasilające i chłonne

Wody podziemne mogą być bezpośrednio wykorzystane do pozyskania ciepła ziemi wtedy, gdy są one dostępne w wystarczającej i stałej ilości. W tym celu wodę podziemną pozyskuje się zwykle za pomocą pompy ze studni zwanej studnią zasilającą. Następnie wodę doprowadza się do pompy ciepła (typu woda/woda). Po przejściu przez wymiennik ciepła zainstalowany w pompie ciepła woda zostaje ponownie zatłoczona do warstwy wodonośnej za pomocą studni chłonnej (Ryc. 7).

Systemy pomp ciepła wykorzystujące wody gruntowe można użytkować przez cały rok, ze względu na temperaturę wody podziemnej, zbliżoną do stałej i wynoszącą na Dolnym Śląsku i w Saksonii od około 8 do 12 °C w trakcie całego roku. W wyniku wysokiej wydajności energetycznej, zwłaszcza w specjalnych systemach grzewczych od 10 kW, daje to znaczną przewagę ekonomiczną nad gruntowymi sondami ciepła.



Pale energetyczne umieszczone w gruncie pod zabudową przemysłową, służące do ogrzewania lub chłodzenia budynku

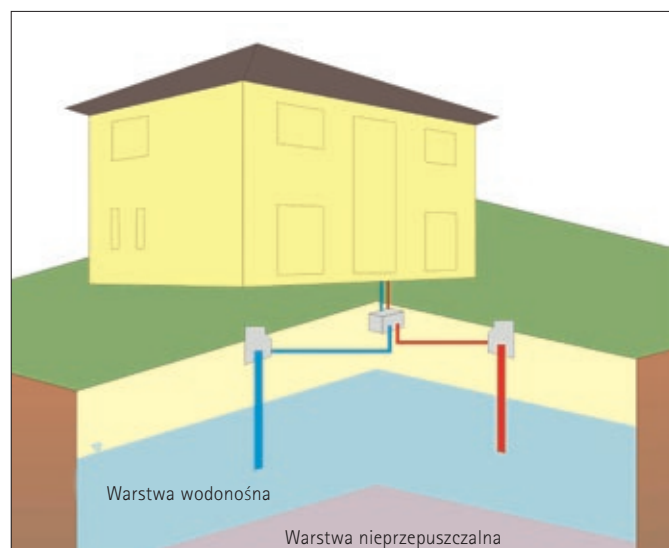
- 1 Pale energetyczne
- 2 Przewody przyłączeniowe pali
- 3 Kolektory przyłączeniowe do pali
- 4 Przewód główny
- 5 Centrala chłodnicza

Rycina 6 Schemat elementów betonowych kontaktujących się z podłożem (tzw. termopali)

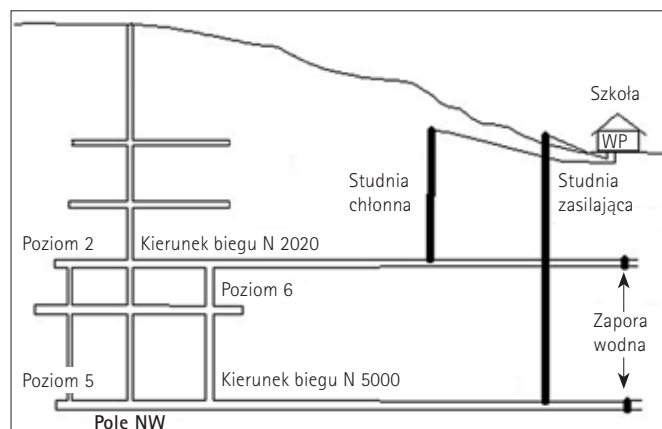
Ograniczenia w użytkowaniu tego rodzaju instalacji geotermalnych powstają nie tylko poprzez sam warunek występowania odpowiednio zasobnej warstwy czy też strefy wodonośnej, ale w szczególności także poprzez odpowiednią jakość wód podziemnych. W wodach o właściwościach redukcyjnych często występuje ryzyko kolmatacji studni, czyli blokowania filtra i przestrzeni międzyporowych warstwy wodonośnej na skutek osadzania się cząstek mineralnych powstałych w wyniku utlenienia żelaza i manganu. W przypadku wód podziemnych o właściwościach agresywnych, np. z dużą zawartością siarczanów, może dochodzić do korozji instalacji. W takich przypadkach należy bezwzględnie przestrzegać limitów dotyczących składu chemicznego wód podziemnych podanych przez producenta w specyfikacjach dla danego materiału użytego do konstrukcji gruntuwej sondy ciepła. W przypadku budowy instalacji geotermalnej z zastosowaniem studni zasilającej i chłonnej niezbędne jest rozpoznanie budowy geologicznej i warunków hydrogeologicznych na danym terenie. Z tego powodu stanowczo zaleca się skorzystanie z pomocy wykwalifikowanego geologa, hydrogeologa jak również fachowej firmy inżynierskiej i instalatorskiej.

Wody kopalniane

Wody ze sztucznie wytworzonych pustek znajdujących się pod powierzchnią ziemi (np. szyby, sztolnie i chodniki nieczynnych kopalni) również nadają się do zastosowania jako nośnik ciepła w instalacjach geotermalnych. Czynniki ograniczającymi ich wykorzystanie mogą być duże odległości wyrobisk górniczych od osiedli mieszkaniowych, wysokie koszty inwestycyjne jak i niekorzystne cechy jakościowe i ilościowe wód kopalnianych. W Saksonii oraz na Dolnym Śląsku w rezultacie wielowiekowej podziemnej eksploatacji surowców mineralnych i energetycznych, w tym rud metali i węgla kamiennego, pozostały liczne pustki skalne, które po zalaniu wodą podziemną utworzyły znaczne podziemne zbiorniki wodne. W 2001 roku na zlecenie Saksońskiego Urzędu Krajowego ds. Środowiska Naturalnego, Rolni-



Rycina 7 Schemat studni zasilającej i chłonnej pompy ciepła typu woda/woda



Rycina 8 Schemat wykorzystania wód kopalnianych kopalni cyny Ehrenfriedersdorf dla potrzeb miejscowej szkoły

ctwa i Geologii wykonana została »Ocena potencjału wód kopalnianych w Saksonii«, w ramach której dla miejsc o korzystnych uwarunkowaniach geotermicznych zostały przeprowadzone specjalne badania. Zaliczono do nich następujące lokalizacje:

- Obszar górniczy Freiberg ze sztolnią Rothschnberg,
- Okręg Górniczy Węgla Kamiennego Zwickau,
- Okręg Górniczy Węgla Kamiennego Oelsnitz/Erzgebirge,
- Górnictwo rud metali Niederschlema-Alberoda,
- Górnictwo rud metali/szpatu Lauta-Marienberg,
- Górnictwo szpatu Schönbrenn,
- Jedna z byłych kopalni rudy koło Schwarzenbergu.

W wyniku przeprowadzonych badań dla ww. lokalizacji oraz ewentualnych nowych miejsc o korzystnych uwarunkowaniach geotermicznych wód kopalnianych zapoczątkowane zostało opracowanie studiów wykonalności oraz projektów mających na celu ich dalsze szczegółowe rozpoznanie. Odpowiednie badania i projekty zostały lub będą wykonane m. in. w Ehrenfriedersdorf (Ryc. 8), Schneeberg, Schlema-Alberoda, Freiberg, Marienberg, Oelsnitz/E.

Na Dolnym Śląsku również znajdują się liczne wyrobiska podziemne powstałe w wyniku wydobywania rud metali bądź węgla kamiennego, które obecnie wypełnione są wodą. Dotychczas podjęto wstępne próby oszacowania ich potencjału geotermicznego, jednakże większość z tych obiektów w chwili obecnej nie jest praktycznie wykorzystywana.

3.2 Chłodzenie budynków

Geotermalne pompy ciepła mogą być również używane do chłodzenia budynków. Latem, kiedy wewnątrz budynku panuje wysoka temperatura, niskie temperatury gruntu pod nim mogą być używane do chłodzenia poprzez zastosowanie odwrotnej zasady działania pompy ciepła. Rozróżnia się przy tym dwa sposoby chłodzenia: chłodzenie pasywne (chłodzenie bezpośrednie za pomocą temperatury podłoża) i aktywne (ciepło usuwane jest z układu grzewczego za pomocą sprężarki i aktywnie przekazywane do gruntu). Ten ostatni sposób chłodzenia mógłby w przyszłości całkowicie zastąpić elektryczne klimatyzatory. Gdyby zastosować podwójne działanie tego typu instalacji (ogrzewanie zimą + chłodzenie latem), wykonanie instalacji pomp ciepła może okazać się znacznie bardziej energooszczędne i opłacalne.

3.3 Wsparcie i koordynacja rozwoju geotermii

W Saksonii w październiku 2005 r., jako zachęta do szerszego wykorzystania energii geotermalnej, uruchomiony został przez Centrum Efektywności Energetycznej (CEE) byłego Krajowego Urzędu Saksonii ds. Środowiska i Geologii projekt modelowy pn. »Zespolone projekty płytkiej geotermii w Saksonii«.

W ramach projektu dofinansowane zostały przede wszystkim instalacje sond ciepła działające w różnych warunkach geologicznych oraz innowacyjne rozwiązania alternatywne dotyczące geotermii. Projekt ten jest obecnie wspierany przez saksońską agencję energii SAENA.

Przeglądowa mapa wszystkich zarejestrowanych instalacji geotermalnych w Saksonii, jak również porównanie wykorzystania energii geotermalnej saksońskich powiatów (statystyki dotyczącej energii geotermalnej) znajdują się na stronie internetowej Wolnego Państwa Saksonii.

Na Dolnym Śląsku nie były do tej pory realizowane specjalne projekty ukierunkowane wyłącznie na wykorzystanie płytkiej energii geotermalnej. W najbliższej przyszłości tematyka ta powinna być przedmiotem większego zainteresowania administracji rządowej i władz samorządowych w związku z polityką energetyczną państwa, zmierzającą do wzrostu udziału energii odnawialnych i konieczności zmniejszenia emisji gazów cieplarnianych oraz pyłów.

3.4 Efektywność energetyczna a ekologia

Całkowita energia danej pompy ciepła służąca celom grzewczym składa się z energii, która zostaje pobrana z otoczenia (podłoża skalnego i/lub wód podziemnych) oraz energii potrzebnej do elektrycznego napędu sprężarki. Jakość pompy ciepła może być określona przez tzw. współczynnik wydajności ϵ . Dla użytkownika ważnymi parametrami w zakresie jakości i efektywności całej instalacji grzewczej pompy ciepła jest ustalony podczas eksploatacji roczny wskaźnik wydajności β , który uwzględnia energię napędową sprężarki i napędy pomocnicze pompy ciepłej (np. pompy obiegujowej).

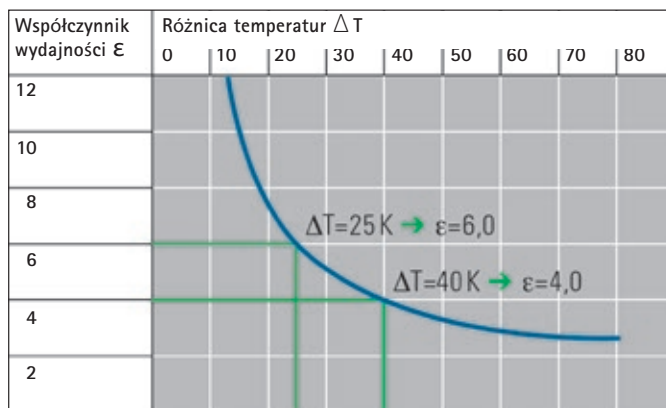
$$\epsilon = \frac{\text{moc cieplna w danym momencie (kW}_{\text{term}}\text{)}}{\text{moc napędu w danym momencie (kW}_{\text{elektr}}\text{)}}$$

$$\beta = \frac{\text{rocznie emitowane/produkowane ciepło (kWh}_{\text{term}}\text{)}}{\text{roczne zapotrzebowanie na energię elektryczną do pompy (kWh}_{\text{elektr}}\text{)}}$$

W każdym przypadku parametry ϵ i β zależą od różnicy temperatur ΔT pomiędzy źródłem ciepła i odbiornikiem cieplnym: im mniejsza różnica temperatur ΔT , tym bardziej wydajnie pracuje pompa ciepła względnie instalacja grzewcza (Ryc. 9). W praktyce zmniejszenie różnicy temperatur ΔT o 1 stopień powoduje oszczędność mocy do 2,5%.

W celu uzyskania wysokiego rocznego wskaźnika wydajności, a tym samym wyższej oszczędności energii pierwotnej, należy dążyć do podłączenia dolnego źródła ciepła o wysokiej i stałej temperaturze w skali rocznej. Wymogi te najlepiej spełniają głębsze partie podłoża skalnego (poniżej 20 m) połączone z sondami ciepła oraz wody podziemne ujęte za pomocą studni. Możliwie dobra znajomość budowy geologicznej i warunków hydrogeologicznych podłoża oraz jego właściwości termicznych jest warunkiem koniecznym do zaprojektowania i budowy ekonomicznie i ekologicznie opłacalnej instalacji (zob. porady i zalecenia w Zał. 1).

W przypadku poprawnie zaprojektowanego systemu pomp ciepła – instalacji grzewczej, roczny wskaźnik wydajności powinien wynosić nie mniej niż 3,5. Wymiar mocy pompy ciepła dla konkretnej instalacji podanej w projekcie musi być uwzględniony przez projektanta. Pompy ciepła, jako instalacje grzewcze, są więc zarówno pod względem zużycia energii pierwotnej oraz w zakresie emisji dwutlenku węgla (CO₂) znacznie efektywniejsze od konwencjonalnych systemów grzewczych opierających się na tzw. paliwach kopalnych. Zastosowanie w instalacjach pomp ciepła szkodliwych dla klimatu środków chłodniczych takich jak fluor – chlor – węglowodory fluorochlorowe jest obecnie zabronione (określa to tzw. Konwencja wiedeńska o ochronie warstwy ozonowej z roku 1985, której Polska jest sygnatariuszem od 1990 r.). Obecnie, jako czynniki chłodnicze w układach pomp ciepła używane są nowe mieszanki syntetyczne i naturalne czynniki chłodnicze nie stanowiące potencjalnego zagrożenia dla warstwy ozonowej. Często stosowane w nowoczesnych pompach ciepła



Rycina 9 Współczynnik wydajności ϵ jako funkcja różnicy temperatur ΔT parownika i skraplacza ($T_0 = 273 \text{ K}$)

czynniki chłodnicze składają się z węglowodorów (propan R290, R134a tetrafluoroetan), mieszaniny węglowodorów (R404A, R407C, R410A), amoniaku (R717) lub dwutlenku węgla (R744). Należy zauważyć, że w większości czynniki chłodnicze są klasyfikowane jako substancje zagrażające wodzie i wymagają działań w kierunku ochrony gleby i wód gruntowych. Do zastosowania w pompach ciepła zostały opracowane bezpieczne czynniki chłodnicze składające się z mieszanin węglowodorów, które nie są ani toksyczne, ani łatwopalne. Naturalne czynniki chłodnicze, które są stosowane w metodzie bezpośredniego odparowania (patrz punkt 4.2), mają następujące cechy: amoniak jest palny i trujący (zaliczany do substancji szkodliwych dla wód), natomiast propan jest palny, ale nie jest toksyczny i jest sklasyfikowany zgodnie z ogólnymi zarządzeniami jako substancja nie zagrażająca wodzie.

4 Budowa i eksploatacja gruntowych pomp ciepła

4.1 Budowa i funkcje sondy

Gruntowe pompy ciepła zamontowane w domach jednorodzinnych w Niemczech i w Polsce, pod względem użytego czynnika wymiany energii, należą w większości przypadków do typu solanka/woda, ich pojemność (moc) grzewcza ogranicza się do 30 kW, a głębokość sond nie przekracza 150 m. Najbardziej popularne są sondy zapuszczane w pionowych otworach wiertniczych mające najczęściej średnicę około 152 mm i podwójny układ przewodów rurowych w kształcie litery U. W trakcie wykonania instalacji, zgodnie z wskazówkami technicznymi, zostawia się wokół sondy otwartą przestrzeń pierścieniową, przynajmniej 30 mm, aby w trakcie wbudowania sondy uniknąć komplikacji technicznych i zapewnić jej pełne uszczelnienie.

Sondy są zazwyczaj zbudowane z powiązanych plastikowych pętli z polietylenu (PE), polipropylenu (PP) lub polibutylenu (PB) – w kształcie pojedynczej lub podwójnej rurki U-kształtnej. Są również tak zwane sondy współosiowe, w których dwie rury są wstawione koncentrycznie jedna w drugą. W metodzie GRD® (patrz punkt 3. 1) sondy współosiowe są na przykład nawiercone skośnie do głębokości 30 – 40 m. Sondy te są połączone w pobliżu powierzchni (np. w szybie rozgałęziającym) i poprzez zbiorcze przewody podłączone do pompy. W praktyce średnice zewnętrzne rur wynoszą od 32 do 40 mm. Zewnętrzne średnice rur 25 mm są używane w płytkich instalacjach (maks. 30 m), w metodzie GRD® oraz w przewodach wttryskowych. Stosowanie rozdzielających przekładek między poszczególnymi odcinkami rur sondy, poprawia wydajność wymiany ciepła oraz zmniejsza możliwość wystąpienia »zwarcia termicznego« na różnych odcinkach rur.

Pustka pomiędzy ścianą otworu wiertniczego a sondą powinna być wypełniona masą uszczelniającą, dobraną zgodnie z warunkami geologiczno-inżynierskimi podłoża. Ważne jest, by proces wypełniania następował od dołu do góry, tak aby uniknąć utworzenia się pęcherzyków powietrza, które mogłyby zagrozić wymagalnemu, bezpiecznemu uszczelnieniu otworu. Oznacza to, że otwór musi być w pionie tak uszczelniony hydraulicznie, by żadne zanieczyszczenia nie mogły się przedostawać z powierzchni w głąb. Dodatkowo należy mieć na uwadze, że uszczelnienie musi zapobiec wzajemnemu oddziaływaniu poziomów wodonośnych oraz osiadaniu gruntu w pobliżu odwiertu.

Wymiana ciepła pod powierzchnią ziemi zachodzi poprzez krążący w zamkniętym obiegu sondy roztwór solanki. Zaabsorbowane przez solankę ciepło zostaje oddane do systemu grzewczego w parowniku pompy ciepła poprzez cyrkulację czynnika

chłodniczego (Ryc. 10). Właściwe i odpowiednie zaprojektowanie instalacji sondy ciepła przez doświadczonego projektanta zapobiegnie nadmiernemu lub niedostatecznemu oszacowaniu wydajności całego systemu. Przeciążenie instalacji może doprowadzić do zmniejszenia wydajności lub nawet zablokowania (zamrożenia) systemu spowodowanego nadmierną utratą ciepła.

Uwaga: Konstrukcja sond dla systemu bezpośredniego odparowania różni się od konstrukcji sond konwencjonalnych.

4.2 Zasada pracy pompy ciepła

Wszystkie pompy ciepła niezależnie od typu wykorzystują podstawową zasadę termodynamiki, tj. przepływu energii cieplnej z ośrodka o wyższej temperaturze, którym może być podłoże skalne, grunt lub wody podziemne, do ośrodka o niższej temperaturze, np. krążącego w sondzie, schłodzonego roztworu solanki. Zaabsorbowana energia cieplna, łącznie z energią napędu, zostaje oddana do obiegu grzewczego pompy jako energia o wyższej temperaturze. W wielu przypadkach w układzie pompy ciepła zaplanowany jest dodatkowy magazyn buforowy. Wśród sprężarkowych systemów pomp ciepła, kompresyjna pompa ciepła z napędem elektrycznym posiada obecnie największy zasięg krążenia i może być instalowana w głębokich otworach wiertniczych, sięgających nawet poniżej 150 m. Zasada działania pompy ciepła typu solanka/woda została przedstawiona na Ryc. 10.

Działanie różnych typów pomp ciepła opiera się na użyciu różnego rodzaju nośników ciepła/mediów magazynujących, takich jak:

Powietrze:

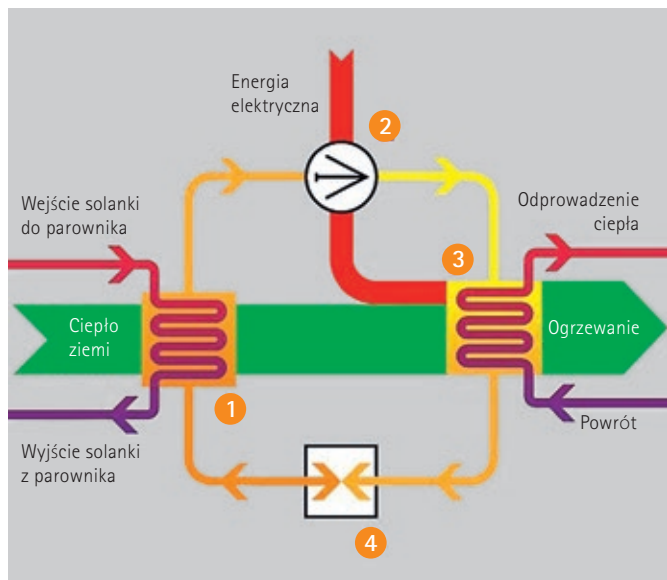
- powietrze z zewnątrz,
- odzysk ciepła z powietrza wywiewanego/ ciepła odpadowego,
- systemy absorbera (absorber masywny, stożek energii, »energy fence«),

Woda:

- wody powierzchniowe,
- wody chłodnicze, użytkowe, ścieki,
- wody podziemne,

Podłoże gruntowe:

- kolektory ciepła,
- sondy ciepła.



Rycina 10 Zasada działania pompy ciepła typu solanka/woda

Poza napędem elektrycznym w pompach ciepła stosuje się również napęd silnikami gazowymi, które najlepiej sprawdzają się w przypadku większych instalacji.

Zamknięty cykl kompresyjnej pompy ciepła przebiega w następujący sposób (Ryc. 10):

- 1 W parowniku pompy ciepła zimna ciecz robocza odbiera energię z obwodu pierwotnego – w tym przypadku z krążącej w przewodach sondy ciepła solanki, i odparowuje
- 2 Sprężarka kompresuje odparowany płyn roboczy przy jednoczesnym zużyciu energii mechanicznej lub elektrycznej i podgrzewa przez to tzw. gorący gaz
- 3 Gorący gaz oddaje w kondensatorze swoją energię cieplną do systemu grzewczego i skrapla się do postaci ciepłego płynu roboczego
- 4 Ciepły płyn roboczy jest rozprężany w zaworze typu TZR, gdzie dochodzi do gwałtownego obniżenia jego temperatury i spadku ciśnienia. W parowniku cykl rozpoczyna się od nowa

Transfer energii w pompach ciepła nazywany jest cyklem termodynamicznym, w którym istotne znaczenie ma tzw. płyn roboczy. Zmienia on swój stan skupienia z płynnego na gazowy podczas absorpcji ciepła w niskich temperaturach, względnie ulega ponownemu skropleniu podczas emisji ciepła.

Inną formą wymiany energii w pompach ciepła jest technologia bezpośredniego odparowania lub zmian fazowych, w których stosowane są naturalne czynniki chłodnicze takie jak CO_2 , propan lub amoniak (patrz punkt 3. 4). Sposób ten może być stosowany zarówno w sondach pionowych jak i kolektorach poziomych. Płyn roboczy instalacji bezpośredniego odparowania opada w stanie ciekłym na ścianki metalowej rurki powleczonej tworzywem sztucznym – kolektora. Poprzez kontakt z »cieplejszym« podłożem, wciąż ciekły, opadający płyn roboczy ogrzewa się na tyle, że odparowuje. Parujący czynnik chłodniczy w sposób naturalny wznosi się do góry.

Zaletą technologii bezpośredniego odparowania jest fakt, że nie wymaga ona pracy pompy obiegowej. Ponadto nie zachodzi tu wymiana ciepła z solanki (nośnik ciepła w sondzie) z czynnikiem chłodniczym (medium przenoszącym ciepło w pompie ciepła). Tym samym cykle w sondach geotermalnych i samych urządzeniach pompy ciepła nie są od siebie oddzielone. Precyzyjna regulacja parametrów pracy parownika, głównie temperatury i ciśnienia, ze względu na dużą objętość (całkowita objętość sondy) i związany z tym długi czas trwania cyklu termodynamicznego jest, dość trudna i powinna być wykonywana tylko przez specjalistów. Decyzję odnośnie techniki napędowej i rodzaju pompy ciepła należy podjąć w zależności od lokalnej budowy geologicznej i warunków hydrogeologicznych, wielkości mocy grzewczej i stanu budynku przeznaczonego do ogrzewania.

5 Zagadnienia prawne i geologiczne

5.1 Podstawy prawne

Podstawy prawne dla ustanowienia i działania instalacji geotermalnych w Polsce zawarte są w szeregu ustaw oraz towarzyszących im przepisach wykonawczych (rozporządzeniach). Najważniejsze z nich to: Prawo geologiczne i górnicze (PGG), Prawo wodne (PW), Prawo ochrony środowiska (POŚ), Prawo budowlane (PB), Ustawa o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym (PZP) oraz Ustawa Prawo geodezyjne i kartograficzne (PGK). Instalacje różnych typów gruntowych pomp ciepła, tj. sond pionowych montowanych w otworach wiertniczych, termicznie aktywnych elementów budowlanych (tzw. termopali), kolektorów poziomych i sond wykorzystujących wody gruntowe z otworów studziennych, podlegają w ramach powyższych ustaw różnym przepisom. W związku ze stale trwającym procesem poprawek i zmian legislacyjnych zaleca się powierzenie montażu pomp ciepła wyspecjalizowanym firmom, które stale monitorują modyfikacje prawa i podejmują się realizacji zadania w oparciu o aktualnie obowiązujące przepisy.

Przedstawiona poniżej analiza zagadnień prawnych dotyczy procedury mającej zastosowanie dla podstawowego typu gruntowej pompy ciepła z zainstalowaną w otworze wiertniczym pionową sondą (wymiennikiem) ciepła. Więcej porad prawnych i wskazówek technicznych zamieszczono w Zał. 1.

Prawo geologiczne i górnicze

(PGG) (Dz. U. 2011 nr 163 poz. 981 z późniejszymi zmianami)
Najważniejszym aktem prawnym regulującym proces planowania, wykonania i dokumentowania wykopów i otworów wiertniczych w celu wykorzystania ciepła Ziemi jest ustawa PGG. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 15 grudnia 2011 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących innych dokumentacji geologicznych (Dz. U. nr 282, poz. 1656) zawiera dokładny spis treści dokumentacji geologicznej w celu wykorzystania ciepła Ziemi (Zał. 4).

Według aktualnie obowiązujących przepisów (2014 r.) na wszystkich terenach nie stanowiących obszarów górniczych planowanie i wykonanie gruntowej pompy ciepła o głębokości otworu wiertniczego (i sondy) nie głębszej niż 30 m nie podlega przepisom PGG.

Dla pomp ciepła od 30 do 100 m głębokości istnieje obowiązek wykonania projektu robót geologicznych zgodnie z ustawą PGG i przedłożenia go do urzędu właściwego starostwa powiatowego. Dla odwiertów głębszych niż 100 m, ustawa PGG nakłada dodatkowo obowiązek wykonania i zatwierdzenia we właściwym Okręgowym Urzędzie Górniczym planu ruchu zakładu górniczego.

Prawo wodne

(PW) (Dz. U. 2012 poz. 145 z późniejszymi zmianami)

Wykonanie otworu wiertniczego i budowa zamkniętych, pionowych sond ciepła o małej mocy, bez względu na głębokość, zasadniczo nie podlega zapisom ustawy PW. Wyjątkowo przepisy te mogą mieć zastosowanie w przypadku zaplanowania gruntowej sondy ciepła w strefie ochrony pośredniej ujęcia wód i otworu studziennego mogłoby być uznane za czynność powodującą zmniejszenie przydatności ujmowanej wody lub wydajności ujęcia. Tylko w przypadku projektowania pompy ciepła wykorzystującej otwory studienne (nie omawianej bliżej w niniejszej broszurze) o poborze powyżej 5 m³ na dobę lub o głębokości powyżej 30 m inwstora obowiązują dodatkowo przepisy ustawy PW mówiące o konieczności uzyskania pozwolenia wodnoprawnego.

Prawo ochrony środowiska

(POŚ) (Dz. U. 2008 nr 25 poz. 150 z późniejszymi zmianami)

W POŚ nie zawarto bezpośrednich wymogów formalnych dotyczących gruntowych pomp ciepła. Przepisy tej ustawy mogą natomiast mieć odniesienie do ogólnej odpowiedzialności osoby (firmy) wykonującej instalację pompy ciepła za ewentualne zanieczyszczenie gruntów (podłoża skalnego) lub wód podziemnych w czasie prowadzonych prac i robót wiertniczych. Aktualny właściciel pompy ciepła ponosi odpowiedzialność za jej sprawne działanie w okresie użytkowania, np. za stwierdzone wycieki z gruntowej sondy (wymiennika) ciepła niebezpiecznych dla środowiska płynów niskokrzepliwych. Zgodnie z art. 7. 1 tej ustawy, ten, kto powoduje zanieczyszczenie środowiska ponosi koszty usunięcia skutków tego zanieczyszczenia.

Prawo budowlane

(PB) (Dz. U. 2010 nr 243 poz. 1623 z późniejszymi zmianami)
Zapisy zawarte w art. 3 pkt. 1 ustawy PB definiują obiekt budowlany jako budynek wraz z instalacjami i urządzeniami technicznymi. W związku z tym zaleca się uwzględnienie instalacji pompy ciepła od razu w projekcie budynku – otrzyma się wówczas pozwolenie na budowę obiektu z uwzględnieniem instalacji, łącznie z gruntowym wymiennikiem ciepła, właściwą pompą i układem grzewczym wewnątrz budynku.

Dla budynków już istniejących, art. 29.2, pkt. 16 ustawy PB, nie przewiduje się konieczności uzyskania osobnego pozwolenia na budowę wyłącznie w celu montażu samej pompy ciepła. W świetle przepisów PB może być wymagane formalne zgłoszenie (art. 30 PB) robót budowlanych polegających na instalowaniu urządzeń o wysokości powyżej 3 m na obiektach budowlanych (np. naziemnej obudowy odwiertów).

Ustawa o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym

(PZP) (Dz. U. 2012 poz. 647 z późniejszymi zmianami)

Według ustawy PZP w miejscowym planie zagospodarowania przestrzennego w odniesieniu do niektórych, szczególnych obszarów, np. obszarów ochrony przyrody, może być ustanowiony zapis przewidujący zakaz prowadzenia jakichkolwiek robót ziemnych. Zapis ten może dotyczyć również wykonywania prac geologicznych, w tym robót wiertniczych, służących do montażu pomp ciepła.

Ustawa Prawo geodezyjne i kartograficzne

(PGK) (Dz. U. 2012 poz. 647 z późniejszymi zmianami)

W rozumieniu Prawa Geodezyjnego i Kartograficznego zainstalowana w otworze pionowa sonda (wymennik) pompy ciepła może być rozumiana jako instalacja podziemna stanowiąca sieć uzbrojenia terenu i jako taka powinna być formalnie zinwentaryzowana pod względem geodezyjnym. Należy zatem dokonać odpowiednich uzgodnień z właściwym urzędem starostwa powiatowego.

5.2 Procedury prawne

Zgodnie z ustawą Prawo Geologiczne i Górnicze (PGG) wg stanu na rok 2013, zamiar wykorzystania ciepła Ziemi (płytkiej geotermii) za pomocą pionowej sondy ciepła, dla której planujemy wykonanie otworu wiertniczego o głębokości mniejszej niż 30 m nie podlega zapisom tej ustawy i nie wymaga zgłoszenia. Pomimo formalnego braku takiego wymogu zaleca się wykonawcom gruntowych pomp ciepła nie głębszych niż 30 m sporządzenie – w trybie nieobowiązkowym – »Zgłoszenia prac geologicznych w celu wykorzystania ciepła Ziemi i montażu instalacji gruntowej pompy ciepła o głębokości mniejszej niż 30 m«. Wzór takiego formularza (Załącznik 2.) został opracowany na podstawie obowiązującego w Saksonii dokumentu, którego wypełnienie i przesłanie do »Niższego Urzędu Wodnego« ma charakter obligatoryjny niezależnie od długości sondy geotermalnej. Zaleca się dobrowolne wypełnienie i przesłanie formularza do regionalnego oddziału Państwowego Instytutu Geologicznego – Państwowego Instytutu Badawczego. Informacje zawarte w karcie zawierają ważne dane geologiczne i hydrogeologiczne, które posłużą celom naukowym w zakresie badania warunków geologicznych, hydrogeologicz-

nych i geotermalnych podłoża skalnego oraz prowadzeniu ciągłego monitoringu stanu wód podziemnych.

W przypadku otworu wiertniczego od 30 do 100 m, art. 6 ust. 2 ustawy PGG głosi, że projektowanie i wykonywanie badań w celu wykorzystania ciepła Ziemi jest pracą geologiczną i zamiar jego wykonania należy zgłosić – w formie »projektu robót geologicznych« – właściwemu organowi administracji geologicznej, którym jest starostwo powiatowe (ew. wydział ochrony środowiska urzędu miejskiego). Jeśli planowany otwór wiertniczy będzie mieścił się w zakresie od 30 do 100 m i będzie przy tym zlokalizowany na obszarze górniczym dodatkowo należy opracować »plan ruchu zakładu górniczego«. Dla otworów wiertniczych powyżej 100 m, niezależnie od lokalizacji, należy sporządzić zarówno »projekt robót geologicznych« jak i »plan ruchu zakładu górniczego« podlegający zatwierdzeniu w Okręgowym Urzędzie Górniczym. Wzór projektu prac geologicznych wg PGG stanowi Załącznik 3. niniejszej broszury. Wykonanie projektu robót geologicznych oraz planu ruchu najlepiej powierzyć specjalistycznej firmie zatrudniającej uprawnionych geologów.

Jeśli w terminie 30 dni od złożenia projektu robót geologicznych w celu wykorzystania ciepła Ziemi starosta w drodze decyzji nie zgłosi sprzeciwu (formalne, pisemne zatwierdzenie nie jest konieczne) można rozpocząć prace. Starosta może zgłosić sprzeciw, jeśli sposób wykonania robót zagraża środowisku oraz jeśli projekt robót geologicznych nie odpowiada wymaganiom PGG. W szczególności sprzeciw może wynikać w przypadku gdy prace geologiczne zostały zaprojektowane:

- a) w obrębie obszaru zasobowego ujęcia wód podziemnych i występuje zagrożenie, że wpłynie to negatywnie na jakość ujmowanych wód,
- b) w obrębie obszarów górniczych wyznaczonych w koncesjach na wydobywanie wód leczniczych, występujących wspólnie z wodami podziemnymi, oraz
- c) w obszarze koncesji na wydobywanie torfów leczniczych.

Jeżeli w ciągu 30 dni od dnia przedłożenia projektu właściwy organ administracji nie wyda decyzji o sprzeciwie w stosunku do wykonania tych prac, to jest to jednoznaczne z przyjęciem projektu.

Przy odwiertach przekraczających 100 m głębokości należy dodatkowo sporządzić plan ruchu zakładu górniczego zatwierdzony we właściwym Okręgowym Urzędzie Górniczym. Plan ruchu sporządza się z uwzględnieniem warunków określonych w projekcie robót geologicznych.

Projekt prac geologicznych powinien określać jednoznacznie cel zamierzonych prac oraz sposób ich osiągnięcia, harmonogram prac, przestrzeń, w obrębie której mają być wykonywane roboty geologiczne, a także przedsięwzięcia konieczne ze względu na ochronę środowiska, w tym zwłaszcza wód podziemnych (Załącznik 3). Zamiar rozpoczęcia prac wiertniczych powinien zostać zgłoszony właściwemu organowi administracji geologicznej, organowi nadzoru górniczego, wójtowi, burmistrzowi lub prezydentowi właściwemu ze względu na miejsce prowadzenia prac najpóźniej na 2 tygodnie przed planowanym terminem rozpoczęcia wierceń. Prace mogą być prowadzone jedynie przez osoby posiadające odpowiednie kwalifikacje i potwierdzone uprawnienia. Po wykonaniu prac wiertniczych i badań w otworze wyko-

nuje się dokumentację geologiczną tzw. inną (PGG: art. 88, pkt. 2. 4, art. 92, pkt. 3. Wzór dokumentacji stanowi Zał. 4.

Powykonawcza dokumentacja geologiczna opisująca prace geologiczne wykonane na potrzeby instalacji gruntowej pompy ciepła nie wymaga uzyskania zatwierdzenia w drodze decyzji. Sporządza się ją w 3 egzemplarzach pisemnych oraz w formie elektronicznej i w terminie do 6 miesięcy od dnia zakończenia prac przekazuje odpowiedniemu organowi administracji geologicznej, któremu zgłoszono projekt robót geologicznych lub który zatwierdził projekt robót geologicznych (PGG: Art. 93, pkt 7 i 8). Dokumentacja ta stanowi jedynie zgłoszenie wykonanych prac do celów ewidencyjnych i nie podlega zatwierdzeniu.

Kompletna dokumentacja sporządzona w przypadku wykonywania prac geologicznych w celu wykorzystania ciepła Ziemi zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 15 grudnia 2011 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących innych dokumentacji geologicznych (Dz. U. nr 282, poz 1656) powinna składać się z części tekstowej i części graficznej i zawierać istotne informacje dotyczące przewierconych utworów skalnych i napotkanych poziomów wodonośnych oraz dodatkowe informacje zaświadczone m.in. o prawidłowości wyników prób ciśnieniowych, przeprowadzonych po zainstalowaniu sondy i wypełnieniu przestrzeni pierścieniowej otworu wiertniczego oraz po uruchomieniu kompletnej instalacji pompy ciepła. Dokładny spis treści dokumentacji geologicznej pokazuje Zał. 4.

Załącznikiem do dokumentacji prac geologicznych jest operat geodezyjny, który obejmuje inwentaryzację wykonanych otworów na planie zagospodarowania przestrzennego terenu, w tym lokalizację archiwalnych i istniejących otworów wraz z ich współrzędnymi i rzędną terenu. Operat oraz mapa muszą być podpisane i opieczetowane przez uprawnionego geodetę.

5.3 Warunki hydrogeologiczne

Najlepsze dla budowy instalacji gruntowych sond ciepła są obszary o korzystnej budowie geologicznej i opisanych poniżej warunkach hydrogeologicznych.

- Utwory skalne występujące w podłożu można zaliczyć do przedziału klas wodoprzepuszczalności od średniej do nieprzepuszczalnej (wartości współczynnika filtracji k wahają się od 10^{-4} do 10^{-8} m/s),
- Obserwowany w podłożu skalnym podział na piętra wodonośne (serie występujących naprzemianległe zawodnionych warstw przepuszczalnych, rozdzielonych utworami słaboprzepuszczalnymi i nieprzepuszczalnymi) ma charakter nieistotny w porównaniu z rozprzestrzenieniem tych utworów,
- Ograniczenia użytkowania płytkich poziomów wodonośnych o zwierciadle swobodnym, w przypadku kiedy powyższe kryteria są spełnione, nie mają istotnego wpływu na warunki geotermalne.

Powyższe kryteria są spełnione dla tych obszarów Dolnego Śląska, gdzie blisko powierzchni występują słabo zdeformowane, zwięzłe skały magmowe i metamorficzne, czyli głównie w górskich obszarach Sudetów. Niemniej także i na tych obszarach, szczególnie w partiach dolinnych, wypełnionych przez młodsze skały osadowe, mogą wystąpić lokalnie niekorzystne warunki hydrogeologiczne (patrz poniżej). Należy się tam spodziewać trudności i ograniczeń w stosowaniu instalacji geotermalnych.

Miejsca o niekorzystnych warunkach hydrogeologicznych

to np. takie, w których ochronne działanie utworów słaboprzepuszczalnych chroniących i izolujących znajdujące się poniżej poziomy wodonośne zostało w pewien sposób zredukowane. Sytuacja taka ma miejsce np. w rejonach wokół działających i byłych kopalni węgla brunatnego, gdzie wykonano liczne otwory wiertnicze. Redukcja właściwości ochronnych może być wynikiem ich uszkodzenia spowodowanego przewierceniem warstw oddzielających różne poziomy lub piętra wodonośne, bądź nawiercenia poziomu wodonośnego o naporowym reżimie ciśnieniowym. W tym ostatnim przypadku ciśnienie panujące wewnątrz naporowego poziomu wodonośnego powoduje podniesienie się tzw. napiętego zwierciadła wód podziemnych w odwiercie powyżej stropu utworów wodonośnych. W skrajnym przypadku, w tzw. warunkach artezyjskich, dochodzi do samostnego wypływu wód podziemnych na powierzchnię terenu. Przy niewłaściwej budowie lub nieodpowiednim zabezpieczeniu odwiertów należy spodziewać się negatywnego wpływu, wywołanego przebiciami hydraulicznymi, na jakość wód podziemnych nawierconych utworów wodonośnych oraz zakłócenia naturalnego reżimu hydrodynamicznego. Z tego względu w trakcie robót wiertniczych w obrębie poziomów wodonośnych naporowych, a szczególnie artezyjskich, należy zachować szczególną ostrożność i ściśle stosować się do projektu robót wykonanego przez uprawnionego hydrogeologa.

W szczelinowych i krasowych zbiornikach wodonośnych z hydrogeologicznego punktu widzenia panują zazwyczaj niekorzystne warunki do lokalizacji gruntowych sond ciepła. Podobna sytuacja dotyczy również porowych poziomów wodonośnych, w przypadku gdy instalacja gruntowych sond geotermalnych może spowodować redukcję lub zanik wodoprzepuszczalności i doprowadzić przez to do miejscowych zmian warunków przepływu wód podziemnych.

Do miejsc o **skomplikowanych warunkach hydrogeologicznych** należą obszary, dla których obowiązuje przynajmniej jedno z poniższych kryteriów:

- Przewiercenie utworów słaboprzepuszczalnych, które chronią niżejległe warstwy, poziomy i/lub piętra wodonośne o znaczących ekonomicznie zasobach,
- Występowanie poziomów wodonośnych o warunkach naporowych, a w szczególności o warunkach artezyjskich,
- Występowanie wód podziemnych głębokiego krążenia,
- Występowanie pięter wodonośnych (struktur składających się z kilku poziomów lub warstw wodonośnych) o skomplikowanej budowie, w przypadku gdy pierwszy poziom wodonośny zostanie przewiercony,
- Występowanie bardzo zmiennych pod względem geologicznym warunków podłoża, np. obszar spiętrzonej moreny czołowej, granica plejstocenu i neogenu,
- Występowanie trudności technicznych w realizacji wiercenia, np. w obrębie skał skrasowiących, na terenach pogórnich z istniejącymi i domniemanymi pustkami skalnymi, w hydraulicznie aktywnych uskokach i strefach spękań,
- Występowanie stref ochrony wód pitnych.

W skomplikowanych przypadkach konsultacje budowy geologicznej i warunków hydrogeologicznych w aspekcie montażu instalacji gruntowych sond ciepła można przeprowadzić ze specjalistami z państwowej służby geologicznej i hydrogeologicznej (PIG-PIB).

5.4 Kryteria oceny warunków hydrogeologicznych

W ramach oceny projektu prac geologicznych w celu wykorzystania ciepła Ziemi przez starostwo powiatowe, jako organ administracji geologicznej, zostanie przeprowadzona kontrola warunków hydrogeologicznych, która pozwoli stwierdzić, czy budowa gruntowej sondy ciepła dozwolona jest z/lub bez dodatkowych wymagań. Decydującą rolę odgrywają przy tym wymienione poniżej kryteria:

- a) Położenie na tle ustalonych, ochronnych obszarów zasobowych wód podziemnych: budowa i eksploatacja instalacji systemów geotermalnych wymaga szczególnej, fachowej kontroli. Przy konkretnych dla danej strefy ochronnej ograniczeniach i zakazach należy przestrzegać odpowiedniego rozporządzenia dotyczącego stref ochronnych,
- b) Położenie w obszarach ze stwierdzonymi zanieczyszczeniami gleby i wód podziemnych – na terenie trwałych skażeń gruntu lub szkodliwych zanieczyszczeń gleby i wód podziemnych, dopuszczenie do budowy sond ciepła zależy od warunków konkretnej lokalizacji. Jest to związane z tym, że w niektórych przypadkach istnieje ryzyko przedostania się zanieczyszczeń do głębszych partii podłoża oraz wód podziemnych,

- c) Miejsca aktywnej działalności górniczej lub tereny pogórnice ze względu na możliwość wystąpienia problemów technicznych w trakcie wiercenia,
- d) Miejsca w obrębie stref brzegowych struktur wodonośnych,
- e) Położenie w obszarach zalewowych,
- f) Miejsca o skumulowanym i natężonym korzystaniu z wód podziemnych, np. obszary koncesji na eksploatację wód leczniczych. Dopuszczenie do budowy instalacji pompy ciepła zostanie rozstrzygnięte w ściśle zdefiniowanych, zindywidualizowanych przypadkach.

Przegląd informacji pomocnych podczas planowania instalacji gruntowych pomp ciepła znajduje się w następujących źródłach:

- Potencjał geotermiczny (informacje w Państwowym Instytucie Geologicznym – Państwowym Instytucie Badawczym (PIG-PIB) w Warszawie i oddziałach regionalnych PIG-PIB),
- Geologia/hydrogeologia (informacje w Państwowym Instytucie Geologicznym – Państwowym Instytucie Badawczym w Warszawie i oddziałach regionalnych PIG-PIB),
- Strefy ochrony ujęć wód pitnych (informacje w Rejonowym Zarządzie Gospodarki Wodnej),
- Strefy ochrony uzdrowiskowej (informacje w urzędach gmin),
- Ujęcia i eksploatacja wód leczniczych (informacje w Okręgowym Urzędzie Górniczym oraz w urzędach gmin),
- Obszary zalewowe (informacje w Rejonowym Zarządzie Gospodarki Wodnej i w Państwowym Instytucie Geologicznym – Państwowym Instytucie Badawczym w Warszawie i oddziałach regionalnych PIG-PIB – państwowa służba hydrogeologiczna),
- Aktualne korzystanie z wód (informacje w Rejonowym Zarządzie Gospodarki Wodnej oraz urzędach marszałkowskich poszczególnych województw, np. dolnośląskim),
- Zanieczyszczenia gleby i wód podziemnych (informacje w Wojewódzkich Inspektoratach Ochrony Środowiska),
- Tereny pogórnice (informacje w Okręgowych Urzędach Górniczych oraz w urzędach gmin).

6 Uwagi dotyczące projektowania, budowy i eksploatacji gruntowych pomp ciepła

6.1 Planowanie i projektowanie systemów sond geotermalnych

Projektowanie instalacji gruntowych pomp ciepła o małej mocy cieplnej do 30 kW, np. dla domów jednorodzinnych, powinno powierzać się wykwalifikowanym firmom, przestrzegającym obowiązujących norm prawnych, zasad technicznych i wytycznych (w Niemczech zebranych przez stowarzyszenie inżynierów VDI 4640; w Polsce w opublikowanych w 2013 r. przez stowarzyszenie PORTPC »Wytycznych projektowania, wykonania i odbioru instalacji z pompami ciepła«) oraz uwzględniających specyficzne dla danej lokalizacji właściwości geotermiczne skał podłoża. Właściwości te wynikają bezpośrednio z lokalnych warunków geologicznych i hydrogeologicznych. Informacje o nich mogą być udostępnione w oddziałach regionalnych Państwowego Instytutu Geologicznego – Państwowego Instytutu Badawczego lub uzyskane na podstawie map geologicznych i hydrogeologicznych wraz z towarzyszącymi im objaśnieniami.

W zależności od budowy geologicznej i warunków hydrogeologicznych możliwe jest określenie dla konkretnej lokalizacji potencjalnej do uzyskania (wydobycia) ilości ciepła, które jest stale kompensowane przez ciepło zmagazynowane w otaczających skałach. Biorąc pod uwagę tę wielkość można zaplanować długość i ilość koniecznych do wykonania otworów wiertniczych i umieszczonych w nich sond gruntowych. Obliczona wymagana długość sondy dla przykładowego domu jednorodzinnego np. 130 m, może być w praktyce osiągnięta przez wykonanie jednego otworu o takiej właśnie głębokości lub dwóch otworów po 65 m każdy.

Ważnym parametrem używanym do zaprojektowania instalacji pompy ciepła jest specyficzna dla danego miejsca wydajność poboru ciepła z ziemi, określana też mianem współczynnika mocy cieplnej. Dla sond cieplnych wartość ta jest podawana w watach na metr bieżący długości sondy (W/m). Specyficzna

Tabela 1 Wartości przewodności cieplnej λ dla przykładowych typów skał (wg wytycznych VDI 4640, Karta 1)

Typ skał	Przewodność cieplna λ (W/m · K)	
	Przedział wartości	Wartość typowa
Bazalty	1,3 – 2,3	(1,7)
Granity	2,1 – 4,1	(3,4)
Ryolit	3,1 – 3,4	(3,3)
Marmury	1,3 – 3,1	(2,1)
Metakwarcyty	ca. 5,8	(5,8)
Łółupki	1,5 – 2,6	(2,1)
Magle	1,5 – 3,5	(2,1)
Piaskowce	1,3 – 5,1	(2,3)
Mułowce i łłowce	1,1 – 3,5	(2,2)
Żwiry, bezwodne	0,4 – 0,5	(0,4)
Żwiry, zawodnione	ca. 1,8	(1,8)
Gliny zwałowe	1,0 – 2,5	(2,0)
Piaski bezwodne	0,3 – 0,8	(0,4)
Piaski zawodnione	1,7 – 5,0	(2,4)
Muły / ły bezwodne	0,4 – 1,0	(0,5)
Muły / ły zawodnione	0,9 – 2,3	(1,7)

Podane wartości mogą znacznie różnić się w zależności od wykształcenia, szczelinowatości, złupkowacenia bądź zwietrzenia skał

wydajność poboru ciepła z ziemi jest funkcją przewodności cieplnej podłoża i zmienia się w zależności od właściwości fizycznych budujących je skał oraz zawartości w nich wody (Tab. 1). Wielkość wydajności poboru dla skał występujących na Dolnym Śląsku i w Saksonii waha się od 20 do 80 W na metr bieżący długości sondy przy średnim założeniu około 1 800 godzin pracy pompy ciepła w roku (tylko na potrzeby ogrzewania) lub 2 400 godzin pracy w roku (na potrzeby ogrzewania oraz przygotowania ciepłej wody użytkowej – CWU) przy wydajności systemu grzewczego poniżej 30 kW (informacje wg niemieckich wytycznych VDI 4640/karty 1 i 2).

Zestaw map geotermalnych, opracowanych jako rezultat projektu *TransGeoTherm*, stanowi pomoc we wstępnym rozpoznaniu lokalnych warunków geotermicznych oraz w oszacowaniu mocy planowanej pompy ciepła dla konkretnego miejsca. Ma to szczególne znaczenie w przypadku prac planistycznych dla budownictwa jednorodzinnego (gospodarstwa domowe o zapotrzebowaniu na energię poniżej 10 kW rocznie). Wyniki modelowania i prac kartograficznych umożliwiają określenie wartości przewodności cieplnej λ (W/m·K) dla czterech różnych głębokości (40, 70, 100 i 130 m) poniżej powierzchni terenu.

Wartości przewodności cieplnej λ nie należy przyjmować jako wyłącznej podstawy wymiarowania długości danej sondy, ponieważ różne lokalizacje charakteryzują się innymi warunkami naturalnymi, a planowane pompy ciepła posiadają różne parametry techniczne. Precyzyjne orzeczenie dotyczące danej lokalizacji wymaga zatem dokładnego rozpoznania i wstępnej oceny lokalnych warunków geologicznych i hydrogeologicznych oraz specjalistycznych obliczeń wykonanych przez fachową firmę geologiczno-inżynierską oraz doradcę ds. energii.

Dla dużych instalacji gruntowych pomp ciepła (>30 kW), które dodatkowo mogą być stosowane do chłodzenia, wymaga się bardziej szczegółowego rozpoznania geologicznego i hydrogeologicznego. W Niemczech pewne wskazówki dla budujących domy z zastosowaniem w nich pomp ciepła zawiera broszura Stowarzyszenia Geotermalnego e.V. (www.geothermie.de). Wielu dostawców energii udziela też dotacji na zakup tego typu ekologicznego ogrzewania, bądź też oferuje korzystniejsze ceny prądu do napędu elektrycznego pompy ciepła. Do wyposażenia domów w ekologiczne instalacje ogrzewania zachęcają również propozycje wsparcia finansowego ze środków Instytutu Pożyczkowo-Rekonstrukcyjnego (KfW). KfW oferuje w ramach różnych programów niskoprocentowe pożyczki (www.kfw-foerderbank.de).

W Polsce zastosowanie gruntowych pomp ciepła jako jednej z odmian energii odnawialnych jest popularyzowane przez szereg agend państwowych, pozarządowe stowarzyszenia o zasięgu ogólnopolskim i lokalnym oraz liczne firmy zajmujące się produkcją i/lub montażem instalacji geotermalnych. Większość tych instytucji umieszcza w swoich materiałach informacyjno – promocyjnych dane dotyczące ekonomicznej opłacalności montażu pomp ciepła.

Regulacje prawno-techniczne i finansowe związane z wykorzystaniem w Polsce energii odnawialnych, w tym energii geotermalnej w pompach ciepła, są przedmiotem będącej wciąż w fazie

przygotowań (wg stanu na marzec 2014) ustawy o odnawialnych źródłach energii.

W Polsce pomoc publiczna mająca na celu rozwój rynku pomp ciepła polega na uruchomieniu różnych programów edukacyjnych jak i bezpośredniego wsparcia finansowego dla inwestorów, najczęściej w formie przyznanych dotacji, niskooprocentowanych pożyczek, dopłat do kredytów lub premii kompensacyjnych. Pompy ciepła jako instalacje wykorzystujące odnawialne źródła energii (OZE) promowane są także przez specjalne projekty dofinansowane przez Unię Europejską. W zakresie aktualnej oferty pomocy dla pomp ciepła należy zapoznać się z informacjami podanymi przez: Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej (NFOŚiGW), Wojewódzkie Fundusze Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej (WFOŚiGW), Fundusz Termomodernizacji i Remontów (obsługiwany przez Bank Gospodarki Krajowej), Bank Ochrony Środowiska, urzędy wojewódzkie oraz samorządy gminne i powiatowe.

Do najważniejszych programów należy uruchomiony w 2014 r. przez NFOŚiGW program priorytetowy »Wspieranie rozproszonych, odnawialnych źródeł energii. Część 4) Prosument – linia dofinansowania z przeznaczeniem na zakup i montaż mikroinstalacji odnawialnych źródeł energii«. Przewidywany budżet tego programu na lata 2014 – 2020 wynosi 600 mln zł z możliwością zawierania umów do 2018 r. Instrument skierowany jest do osób fizycznych, wspólnot i spółdzielni mieszkaniowych oraz jednostek samorządu terytorialnego. Finansowanie dotyczy zarówno nowych instalacji energooszczędnych, jak też wymiany istniejących instalacji na bardziej efektywne. Rodzaje przedsięwzięć obejmują zakup i montaż mikroinstalacji odnawialnych źródeł energii typu prosumenckiego do produkcji energii cieplnej i elektrycznej, w tym pomp ciepła o znamionowej mocy instalacji do 300 kW. Więcej informacji na stronie internetowej: www.nfosigw.gov.pl/srodki-krajowe/programy/prosument-dofinansowanie-mikroinstalacji-oze

6.2 Roboty wiertnicze i instalacyjne

Podstawowym warunkiem prawidłowej instalacji i funkcjonowania systemu geotermalnego (gruntowej pompy ciepła) jest dotrzymanie ogólnie przyjętych dobrych praktyk i zasad techniki. Sondy geotermalne i związane z nimi elementy instalacji muszą odpowiadać normom i standardom technicznym. W Polsce obowiązują normy polskie i europejskie (zob. rozdział 7. broszury). W Niemczech należy przestrzegać norm DIN, wytycznych VDI i przepisów zawartych w DVGW.

W Polsce należy uwzględniać wszelkie obowiązujące ustawy i przepisy krajowe w zakresie prac przygotowawczych i montażu instalacji oraz bezpieczeństwa i higieny pracy (BHP). Jako poradnika w tym względzie zaleca się użycie »Wytycznych projektowania, wykonania i instalacji z pompami ciepła. Część 1, Dolne źródła do pomp ciepła« opublikowanych w 2013 r. przez Polską Organizację Rozwoju Technologii Pomp Ciepła (PORTPC). Publikację tę można zamówić (za opłatą), posługując się formularzem zamieszczonym na stronie internetowej tej organizacji (www.portpc.pl).

Wybudowanie gruntowej sondy ciepła należy do zakresu robót budowlanych i zaleca się, żeby były one wykonane przez firmy specjalistyczne (np. firmy wiertnicze).

W Niemczech w zakresie produkcji sond geotermalnych istnieją obecnie różne procedury certyfikacji, na podstawie których specjalistyczne firmy mogą m.in. dowieść swojej fachowej wiedzy na ten temat, np.:

- certyfikat DVGW – przepisy techniczne W 120 w grupach G1 i G2, lub
- certyfikat RAL-GZ 969 »Zapewnienie jakości systemów geotermalnych, Część 1: sondy geotermalne«.

W Niemczech wybór materiałów, dodatków do płuczki wiertniczej, sond, materiałów do wypełnienia przestrzeni pierścieniowej, płynnego nośnika ciepła odbywa się zgodnie z zaleceniami VDI 4640. Wybór pompy ciepła powinien nastąpić zgodnie z normą DIN 8901. Podczas budowy instalacji cieplnej mogą nastąpić takie zdarzenia jak: utrata płuczki, nawiercenie warstwy wodonośnej charakteryzującej się naporowym lub artezyjskim reżimem ciśnienia (napięte zwierciadło wód podziemnych lub samowypływ), problemy przy wciskaniu masy spajającej do przestrzeni pierścieniowej itp., które należy bardzo dokładnie udokumentować. W Polsce problematyka ta może być przedmiotem konsultacji z administracją geologiczną, np. geologiem powiatowym lub z państwową służbą hydrogeologiczną działającą w PIG-PIB. W Polsce normy techniczno-materiałowe obowiązujące dla pomp ciepła ujęte są w odpowiednich regulacjach branżowych (zobacz rozdział 7). Nie zostały jednak do tej pory ustanowione formalne procedury certyfikacji producentów i instalatorów gruntowych pomp ciepła. W interesie inwestora leży dokonanie wcześniejszego rozpoznania doświadczenia firmy wykonawczej i dostawcy pompy ciepła, np. poprzez przedstawienie odpowiednich rekomendacji zagranicznych certyfikatów jakości. Wiele polskich firm informuje swych klientów, że np. przestrzega przepisów i norm niemieckich VDI, co należy uznać za dowód jej rzetelności i fachowości. Ważnym w tym względzie argumentem może być też przynależność producentów i instalatorów pomp ciepła do Polskiej Organizacji Rozwoju Technologii Pomp Ciepła (PORTPC). Potwierdzeniem prawidłowego wykonania gruntowej sondy geotermalnej jest obowiązkowy w Niemczech »Certyfikat dla instalacji do ekstrakcji energii geotermalnej (sondy geotermalnej)« wydawany przez instalatora. Wzór takiego certyfikatu wprowadzony w Saksonii stanowi Zał. 5. W Polsce nie ma prawnego obowiązku sporządzania przez firmę instalatorską takiego certyfikatu, niemniej jednak w ramach naśladowania dobrych praktyk zaleca się, aby inwestor, także we własnym interesie, zażądał od wykonawcy takiego dokumentu.

Firmy wykonujące otwory wiertnicze i studnie największą staranność powinny wykazać w zakresie procesu wiercenia i wciskania masy spajająco-uszczelniającej, w celu uniknięcia niepotrzebnych uszkodzeń lub zanieczyszczenia podłoża. Dotyczy to w szczególności zachowania właściwych środków ostrożności w celu ochrony wód podziemnych i zapobieżeniu połączenia róż-

nych poziomów wodonośnych, co mogłoby doprowadzić do zmian jakości wód podziemnych i ich reżimu hydraulicznego.

W interesie ochrony wód podziemnych wymagane jest udokumentowanie wykonanych robót geologicznych. Powstała w efekcie dokumentacja powinna zawierać m.in.: dokładny opis litostratygraficzny nawierconych utworów skalnych, opis stwierdzonych poziomów wodonośnych wraz z pomiarami głębokości zalegania zwierciadła wód podziemnych (nawierconego i ustabilizowanego), zauważone dopływy wód podziemnych i/lub ucieczki płuczki, opis stref szczelin i uskoków, w szczególności dla skał masywnych, oraz wyniki prac laboratoryjnych.

Średnica wiercenia powinna być przynajmniej równa średnicy sondy (zestawu sond) + 60 mm na całej długości wiercenia. Przy mniejszych średnicach istnieje ryzyko, że sonda nie będzie mogła być należycie zapuszczona, na przykład ze względu na połączenie różnych horyzontów wodonośnych bądź przedostanie się zanieczyszczeń do wód podziemnych, co w efekcie może doprowadzić do uszkodzenia przewodów sondy i wycieku solanki. Cała przestrzeń pierścieniowa pomiędzy sondami wraz z dystanserem i ścianą otworu musi być całkowicie wypełniona nieszkodliwą dla wód podziemnych zawiesiną – masą wypełniająco-uszczelniającą. Zawiesina ta po stwardnieniu musi pozostać długotrwale szczelna, zwłaszcza wobec kwasu węglowego i siarczanów, oraz odporna na działanie czynników atmosferycznych, przede wszystkim na zamrażanie i rozmrażanie. Należy przestrzegać podanego przez producenta sposobu produkcji zawiesiny, a szczególnie proporcji mieszania składników. Ilość i gęstość masy wypełniającej powinny być w zależności od głębokości odpowiednio obliczone i udokumentowane.

Dla optymalnego wykorzystania transferu ciepła ze skał litych do sondy powinny być użyte wyłącznie masy wypełniające – odpowiednio dopasowane, zarówno do miejsca jak i do właściwości termicznych zawiesiny. Masy typu bentonit – cement wysokopieczowy lub bentonit – cement wysokopieczowy – piasek, można kupić jako suchy półprodukt, gotowy do wymieszania z wodą. Zamiast bentonitu mogą być użyte również inne pęczniące iły, które, mogą poprawić przewodność cieplną np. poprzez zawartość w piasku dodatków takich jak drobiny kwarcu lub grafitu. Proces zapuszczania masy wypełniającej do otworu z sondą trwa do momentu aż gęstość zawiesiny wydobywającej się z otworu na powierzchnię odpowiadać będzie gęstości zawiesiny wciskanej na dnie otworu.

W przypadku, gdy zapotrzebowanie na wtłaczany materiał wypełniający przekracza dwukrotną objętość przestrzeni pierścieniowej, należy proces wtłaczania przerwać i natychmiast poinformować o tym fakcie odpowiedni organ administracji geologicznej. Jest to konieczne ze względu na fakt, że duże ilości materiału uszczelniającego w przypadku bardzo dobrze przewodzących warstw wodonośnych mogą dotrzeć do znajdujących się w pobliżu otworu nierozpoznanych wcześniej szczelin i pustek skalnych. Oprócz pogorszenia jakości wód podziemnych występuje w takich przypadkach również ryzyko uszczelnienia, po całkowitym zestaleniu masy wypełniającej, stref o wysokiej wodonośności. Ponadto należy wykazać, że w przypadku kiedy otwór

przewierca piętro wodonośne, czyli więcej niż jeden poziom wodonośny, poszczególne poziomy zostały odpowiednio zamknięte i krążenie wód podziemnych pomiędzy nimi jest niemożliwe.

Woda wydobywająca się z otworu w trakcie prac wiertniczych powinna być odprowadzona w sposób nieszkodliwy dla otoczenia. Przy planowanym zrzuć do cieków powierzchniowych należy ubiegać się wraz ze zgłoszeniem/wnioskiem o pozwolenie na założenie sondy ciepła (Załącz. 1. i 2) także o zgodę na planowaną lokalizację miejsca zrzuć. Należy przy tym przewidzieć środki potrzebne do zatrzymania zawiesiny w zrzućanej wodzie. Przy planowanym odprowadzeniu wody na powierzchnię terenu i jej przesączaniu należy określić dokładną lokalizację miejsca zrzuć. Przy planowanym odprowadzaniu wody do kanału wykopanego jest zgodą jego operatora.

W Polsce w zakresie bezpieczeństwa środowiska zasadniczo obowiązującymi wymaganiami dla pomp ciepła z sondami ciepła i kolektorami gruntowymi są specyfikacje zawarte w Ustawach Prawo wodne i Prawo ochrony środowiska. Określają one, że wszelkie instalacje techniczne oraz ich części mogą zawierać jedynie materiały bezpieczne dla wody i roztwory wodne o niskiej szkodliwości dla wód. Środki przeciw zamarzaniu użyte w cieczach niskokrzepnących krążących w sondzie muszą być odpowiednie do stosowania w zewnętrznym obwodzie instalacji ciepła. Ze względu na zapewnienie wysokiego poziomu bezpieczeństwa instalacji i jej funkcjonalności użyte solanki nie powinny być sporządzane (mieszane) na miejscu. Powinno stosować się półgotowe mieszaniny, np. woda-glikol.

Po wbudowaniu sondy i wypełnieniu przestrzeni pierścieniowej, jak również po uruchomieniu instalacji ciepła, należy przeprowadzić stosowne kontrolne próby ciśnieniowe sond (Załącz. 1. i 2), a ich wyniki dołączyć do dokumentacji geologicznej, o ile był obowiązek jej wykonania.

W Polsce w celu ochrony drzew i roślinności podczas prowadzenia prac budowlanych, w tym związanych z wykonaniem instalacji pomp ciepła, należy przestrzegać przepisów Ustawy o ochronie przyrody z 16. 4. 2004 r., który w artykule 82 głosi, że: »Prace ziemne oraz inne prace związane z wykorzystaniem sprzętu mechanicznego lub urządzeń technicznych prowadzone w obrębie bryły korzeniowej drzew lub krzewów na terenie zieleni lub w zadrzewieniu powinny być wykonane w sposób najmniej szkodzący drzewom lub krzewom«. Rozdział 3 art. 22 Ustawy Prawo budowlane wskazuje, że obowiązek zabezpieczenia środowiska przyrodniczego na czas realizacji robót spoczywa na wykonawcy, jednakże inwestor winien sprawować kontrolę nad sposobem realizacji ww. prac. Niedopatrzanie skutkujące zniszczeniem lub wyraźnym pogorszeniem kondycji zdrowotnej drzew może prowadzić do nałożenia na wykonawcę kary pieniężnej.

6.3 Praca instalacji

Należy przestrzegać wszelkich postanowień dotyczących funkcjonowania wykonanego systemu geotermalnego zawartych w zatwierdzonych materiałach dokumentacyjnych, np. w projekcie robót geologicznych, powykonawczej dokumentacji geologicznej. Należy zapewnić automatyczną kontrolę wszelkich

wycieków z sond ciepła. Ewentualny wyciek zanieczyszczającego wody nośnika ciepła może doprowadzić do zmiany jakości wód podziemnych.

Konwencjonalny system geotermalny należy zabezpieczyć przed oblodzeniem podłoża. Właściciel instalacji pompy ciepła odpowiada za jej prawidłową budowę i eksploatację oraz za wszystkie związane z nią szkody. Przy zmianie właściciela instalacji wszystkie prawa i obowiązki zostają przeniesione na nowego właściciela instalacji.

W przypadku likwidacji instalacji cieplnej należy wypłukać z sondy czystą wodą pitną płynny nośnik ciepła i w należyty sposób go usunąć. Sondę należy całkowicie, szczelnie i trwale zabezpieczyć nadającym się do tego materiałem oraz dołączyć dowód prawidłowego zamknięcia do istniejącej dokumentacji powykonawczej pompy ciepła.

Uwaga: W Polsce wymagania dotyczące bezpieczeństwa i ochrony środowiska podczas projektowania, konstrukcji, produkcji, montażu, eksploatacji, konserwacji i likwidowania instalacji pomp ciepła regulują normy: PN-EN378-1+A2:2012, PN-EN 378-2+A2:2012, PN-EN 378-3+A1:2012 i PN-EN 378-4+A1:2012 (zob. rozdział 7)

6.4 Zapewnienie jakości i trwałości

Obok projektu profesjonalnej budowy instalacji cieplnej i jej regularnej kontroli należy zapewnić odpowiednią jakość właściwej pompy ciepła, która stanowi centralny punkt całej instalacji. Dzięki znakowi jakości dla pomp ciepła z Niemiec, Austrii i Szwajcarii (D-A-CH) zostały określone jasne wymagania jakościowe. Lista certyfikowanych pomp ciepła dostępna jest na następującej stronie internetowej: www.fws.ch. W Polsce nie wprowadzono do tej pory podobnych prawnie obowiązujących certyfikatów jakości, niemniej większość międzynarodowych firm sprzedających pompy ciepła w naszym kraju znajduje się na wspomnianej liście i w związku z tym zaleca się jej stosowanie. Nowoczesna pompa ciepła może być efektywnie wykorzystana tylko wtedy gdy źródło ciepła, takie jak sonda ciepła, jest prawidłowo zaprojektowana i zainstalowana. W celu wykonania prac wiertniczych i konstrukcyjnych otworu zaleca się zatem wynajęcie specjalistycznej firmy, która posiada fachową wiedzę w tej dziedzinie (patrz rozdz. 6.2).

Przydatne materiały

Podstawy prawne

Prawo polskie

Prawo geologiczne i górnicze (Dz. U. 2011 nr 163 poz. 981 z późniejszymi zmianami)
Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 19 grudnia 2001 r. w sprawie projektów prac geologicznych (Dz. U. nr 153, poz. 1777)

Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 15 grudnia 2011 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących innych dokumentacji geologicznych (Dz. U. nr 282, poz. 1656)

Prawo wodne (Dz. U. 2012 nr 0 poz. 145 z późniejszymi zmianami)

Prawo ochrony środowiska (Dz. U. 2008 nr 25 poz. 150 z późniejszymi zmianami)

Prawo budowlane (Dz. U. 2010 nr 243 poz. 1623 z późniejszymi zmianami)

Ustawa o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym (Dz. U. 2012 nr 0 poz. 647 z późniejszymi zmianami)

Prawo geodezyjne i kartograficzne (Dz. U. 2012 nr 0 poz. 647 z późniejszymi zmianami)

Prawo Unii Europejskiej

Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/28/WE z dnia 23 kwietnia 2009 r. w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych zmieniająca i w następstwie uchylająca dyrektywy 2001/77/WE oraz 2003/30/WE

Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/31/UE z dnia 19 maja 2010 r. w sprawie charakterystyki energetycznej budynków

Decyzja Komisji Europejskiej z dnia 9 listopada 2007 r. określająca kryteria ekologiczne dotyczące przyznawania wspólnotowego oznakowania ekologicznego pompom ciepła zasilanym elektrycznie, gazowo lub absorpcyjnym pompom ciepła

Decyzja Komisji Europejskiej z dnia 1 marca 2013 r. ustanawiająca wytyczne dla państw członkowskich dotyczące obliczania energii odnawialnej z pomp ciepła w odniesieniu do różnych technologii pomp ciepła na podstawie art. 5 dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/28/WE

Normalizacja

Normy polskie i unijne

PN-EN 206-1:2003P, Beton – Część 1:
Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność

PN-EN378-1+A2:2012, Instalacje ziębnicze i pompy ciepła – Wymagania dotyczące bezpieczeństwa i ochrony środowiska – Część 1: Wymagania podstawowe, definicje, klasyfikacja i kryteria wyboru

PN-EN 378-2+A2:2012, Instalacje ziębnicze i pompy ciepła – Wymagania dotyczące bezpieczeństwa i ochrony środowiska – Część 2: Projektowanie, wykonywanie, sprawdzanie, znakowanie i dokumentowanie

PN-EN 378-3+A1:2012, Instalacje ziębnicze i pompy ciepła – Wymagania dotyczące bezpieczeństwa i ochrony środowiska – Część 3: Usytuowanie instalacji i ochrona osobista

PN-EN 378-4+A1:2012, Instalacje ziębnicze i pompy ciepła – Wymagania dotyczące bezpieczeństwa i ochrony środowiska – Część 4: Obsługa, konserwacja, naprawa i odzysk

PN-EN 805:2002, Zaopatrzenie w wodę – Wymagania dotyczące systemów zewnętrznych i ich części składowych

PN-ENV 1046:2007, Systemy przewodów rurowych z tworzyw sztucznych – Systemy poza konstrukcjami budynków do przesyłania wody lub ścieków – Praktyka instalowania pod ziemią i nad ziemią

PN-EN 1254:2004, 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 ziębnicze i pompy ciepła – Schematy ideowe i montażowe instalacji, rurociągów i przyrządów – Układy i symbole

PN-EN 1997-1:2008, Projektowanie geotechniczne – Część 1: Zasady ogólne

PN-B-02481:1998, Geotechnika – Terminologia podstawowa, symbole literowe i jednostki miar

PN-EN 12201-1:2012, Systemy przewodów rurowych z tworzyw sztucznych do przesyłania wody oraz do ciśnieniowej kanalizacji deszczowej i sanitarnej – Polietylen (PE) – Część 1: Postanowienia ogólne

PN-EN 12201-2:2012, Systemy przewodów rurowych z tworzyw sztucznych do przesyłania wody oraz do ciśnieniowej kanalizacji deszczowej i sanitarnej – Polietylen (PE) – Część 2: Rury

PN-EN 12201-3+A1:2013, Systemy przewodów rurowych z tworzyw sztucznych do przesyłania wody oraz do ciśnieniowej kanalizacji deszczowej i sanitarnej – Polietylen (PE) – Część 3: Kształtki

PN-EN 12831:2006, Instalacje ogrzewcze w budynkach – Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego

PN-EN 14511-1:2012, Klimatyzatory, ziębiarki cieczy i pompy ciepła ze sprężarkami o napędzie elektrycznym, do grzania i ziębienia – Część 1: Terminy i definicje

PN-EN 14511-2:2012, Klimatyzatory, ziębiarki cieczy i pompy ciepła ze sprężarkami o napędzie elektrycznym, do grzania i ziębienia – Część 2: Warunki badań

PN-EN 14511-3:2012, Klimatyzatory, ziębiarki cieczy i pompy ciepła ze sprężarkami o napędzie elektrycznym, do grzania i ziębienia – Część 3: Metody badań

PN-EN 14511-4:2012, Klimatyzatory, ziębiarki cieczy i pompy ciepła ze sprężarkami o napędzie elektrycznym, do grzania i ziębienia – Część 4: Wymagania

PN-EN 15450:2007E, Instalacje ogrzewcze w budynkach – Projektowanie instalacji centralnego ogrzewania z pompami ciepła

PN-EN 15632-1:2009E, Sieci ciepłownicze – System preizolowanych rur giętkich – Część 1: Klasyfikacja, wymagania ogólne i metody badań

PN-EN 15632-2:2010E, Sieci ciepłownicze – System preizolowanych rur giętkich – Część 2: Zespółone plastikowe rury przewodowe; wymagania ogólne i metody badań

PN-EN 15632-3:2010E, Sieci ciepłownicze – System preizolowanych rur giętkich – Część 3: Niezespółone plastikowe rury przewodowe; wymagania ogólne i metody badań

PN-EN 15632-4:2009E, Sieci ciepłownicze – System preizolowanych rur giętkich – Część 4: Zespółone metalowe rury przewodowe; wymagania ogólne i metody badań

PN-EN ISO 15875-1:2005P, Systemy przewodów rurowych z tworzyw sztucznych do instalacji wody ciepłej i zimnej – Usieciowany polietylen (PE-X) – Część 1: Wymagania ogólne

PN-EN ISO 15875-2:2005P, Systemy przewodów rurowych z tworzyw sztucznych do instalacji wody ciepłej i zimnej – Usieciowany polietylen (PE-X) – Część 2: Rury

Wytyczne i poradniki techniczne

Wydane w Polsce

Wytyczne projektowania, wykonania i odbioru instalacji z pompami ciepła. Część 1, Dolne źródła do pomp ciepła. Polska Organizacja Rozwoju Technologii Pomp Ciepła. Wydanie pierwsze, 01/2013, 118 ss.

Wydane za granicą

VDI 4640 p. 1, »Thermische Nutzung des Untergrundes«, Grundlagen, Genehmigungen, Umweltaspekte, VDI-Verein Deutscher Ingenieure, Düsseldorf 2010

[uwaga: wytyczne opublikowano w wersji dwujęzycznej – niemieckiej i angielskiej]

VDI 4640 p. 2, Thermische Nutzung des Untergrundes, Erdgekoppelte Wärmepumpenanlagen, VDI-Verein Deutscher Ingenieure, Düsseldorf 2001

[uwaga: wytyczne opublikowano w wersji dwujęzycznej – niemieckiej i angielskiej]

Inna literatura

Bujakowski W., Barbacki A., Skrzypczak R., 2013: Nowe kierunki naukowo-badawcze w polskiej części obszaru sudeckiego w aspekcie zastosowania technologii HDR i EGS. Przegląd Geologiczny, 61, 11/2: 706 – 711

Ciężkowski W., Michniewicz M., Przylibski T.A., 2011: Wody termalne na Dolnym Śląsku. [W]: Żelaźniewicz A., Wojewoda J., Ciężkowski W., [red.] – Mezozoik i Kenozoik Dolnego Śląska, 107 – 120, WIND, Wrocław

Igliński B., Buczkowski R., Cichosz M., Piechota G., 2010: Technologie Geoenergetyczne, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, Toruń, 145 ss.

Igliński B., Buczkowski R., Kujawski W., Cichosz M., Piechota G., 2012: Geoenergy in Poland. Renewable and Sustainable Energy Reviews (16): 2545 – 2557

Lewandowski W., 2007: Proekologiczne odnawialne źródła energii, WNT, Warszawa

Lachman P., 2012: Zamarznęte pionowe, gruntowe wymienniki ciepła. GLOBE-energia, Kraków

Kapuściński J., Rodzoch A., 2010: Geotermia niskotemperaturowa w Polsce i na świecie. Stan aktualny i perspektywy rozwoju. Uwarunkowania techniczne, środowiskowe i ekonomiczne. Drukarnia Narodowa S. A. Warszawa, 140 ss. [uwaga: Praca wykonana na zamówienie Ministra Środowiska ze środków finansowych NFO ŚiGW; do pobrania ze strony internetowej: www.mos.gov.pl/g2/big/2010_09/6fb3f5adbb533a761e0df42660213e09.pdf]

Kępińska B., 2003: Current geothermal activities and prospects in Poland – an overview. *Geothermics*, 32: 397 – 407

Nalepa K., Neugebauer M., Solowiej P., 2008: Koncepcja i budowa gruntowego wymiennika ciepła jako elementu systemu wentylacyjnego budynku mieszkalnego, *Inżynieria Rolnicza*, 2 (100), 203 – 208.

Oszczak W., 2009: Ogrzewanie domowe z zastosowaniem pomp ciepła, Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, Warszawa

Ramming K., 2007: Bewertung und Optimierung oberflächennaher Erdwärmekollektoren für verschiedene Lastfälle, Technische Universität Dresden, Drezno

Rubik M., 2006: Pompy ciepła: poradnik, Wydawnictwo. Ośrodek Informacji »Technika instalacyjna w budownictwie«, Warszawa

Sawicki J. 2002: Uwagi na temat możliwości wykorzystania energii geotermalnej z wód kopalń podziemnych Dolnego Śląska, [W:] *Energia geotermalna w kopalniach podziemnych*, Wydawnictwo Wydziału Nauk o Ziemi, Uniwersytet Śląski, Katowice

Skrzypczak R. 2010: Skały magmowe i metamorficzne Sudetów i ich przedgórze – implikacje dla technologii HDR. *Technika Poszukiwań Geologicznych, Geotermia, Zrównoważony Rozwój*, 49: 9 – 117

Szewczyk J. 2005: Wpływ zmian klimatycznych na temperaturę podpowierzchniową Ziemi. *Przegląd Geologiczny*, 53, nr 1

Szewczyk J., Gientka D. 2009: Terrestrial heat flow density in Poland – a new approach. *Geological Quarterly* 2009, 53(1):125 – 139

Śliwa T., 2007: Pompy ciepła, [W:] J. Pawlak (red.), *Odnawialne źródła energii w Małopolsce. Poradnik*, Stowarzyszenie Gmin Polska Sieć »Energie Cites« Kraków 104 – 141

Zbrojkiewicz S., 2010: Pomiar przewodności gruntu, sondy geotermalne – wydajność cieplna. *InstalReporter*, Warszawa 2010

Zbrojkiewicz S., 2011: Określanie wydajności pionowych gruntowych wymienników ciepła. *GLOBEnergia*, Kraków 2011

Spis rycin, tabel i załączników

Spis rycin

Treść ryciny		Źródło	Strona
Rycina 1	Profil temperaturowy w górnych warstwach podłoża skalnego	Grafik aus »Oberflächennahe Geothermie – Heizen und Kühlen mit Energie aus dem Untergrund« Bayerisches Geologisches Landesamt, Ansprechpartner: Christoph Töpfner	4
Rycina 2	Przegląd sposobów wykorzystania energii geotermalnej	Übersicht nach »Leitfaden zur Nutzung von Erdwärme mit Erdwärmesonden« des Umweltministeriums von Baden-Württemberg	5
Rycina 3	Schemat pionowej sondy ciepła	Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie	6
Rycina 4	Schemat ukośnych sond ciepła wg metody GRD®	LfULG, verändert nach Fa. Tracto Technik GmbH	7
Rycina 5	Schemat poziomego kolektora ciepła	Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie	7
Rycina 6	Schemat elementów betonowych kontaktujących się z podłożem (tzw. termopali)	Grafik von Lippuner + Partner AG, CH-9472 Grabs, Ansprechpartner: Marcel Morath	8
Rycina 7	Schemat studni zasilającej i chłonnej pompy ciepła typu woda/woda	Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie	9
Rycina 8	Schemat wykorzystania wód kopalnianych kopalni cyny Ehrenfriedersdorf dla potrzeb miejscowej szkoły	Grafik nach Rottluff, F. »Grubenwasser als Wärmequelle für den Betrieb von Wärmepumpen am Beispiel des Nord-West-Feldes der Zinngrube Ehrenfriedersdorf« Abb. 1, in: Sanner, B. & Lehmann, A. (Hrsg.): 2. Symposium Erdgekoppelte Wärmepumpen 17. – 19. Oktober 1994 in Schloss Rauschholzhausen, IZW-Bericht 1/94.	9
Rycina 9	Współczynnik wydajności ϵ jako funkcja różnicy temperatur ΔT parownika i skraplacza ($T_0 = 273$ K)	Grafik aus »Oberflächennahe Geothermie – Heizen und Kühlen mit Energie aus dem Untergrund« Bayerisches Geologisches Landesamt, Ansprechpartner: Christoph Töpfner	11
Rycina 10	Zasada działania pompy ciepła typu solanka/woda	Grafik nach »Oberflächennahe Geothermie – Heizen und Kühlen mit Energie aus dem Untergrund« Bayerisches Geologisches Landesamt, Ansprechpartner: Christoph Töpfner	13

Spis tabel

Treść tabeli		Źródło	Strona
Tabela 1	Wartości przewodności cieplnej λ dla przykładowych typów skał (wg wytycznych VDI 4640, Karta 1)	VDI-Gesellschaft Energietechnik, 09/2001: Tabelle nach VDI 4640 Blatt 2 Thermische Nutzung des Untergrundes – Erdgekoppelte Wärmepumpenanlagen	18

Spis załączników

Załącznik 1	Porady i zalecenia podczas wykonywania wierceń i montażu instalacji gruntowych pomp ciepła (sond geotermalnych)
Załącznik 2	Wzór zalecanego formularza zgłoszenia prac geologicznych w celu wykorzystania ciepła Ziemi i montażu instalacji gruntuwej pompy ciepła o głębokości mniejszej niż 30 m
Załącznik 3	Spis treści projektu prac geologicznych (wg Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 19 grudnia 2001 r. w sprawie projektów prac geologicznych Dz. U. nr 153, poz. 1777)
Załącznik 4	Spis treści powykonawczej dokumentacji geologicznej w celu wykorzystania ciepła Ziemi (wg Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 15 grudnia 2011 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących innych dokumentacji geologicznych)
Załącznik 5	Wzór »Certyfikatu dla instalacji do ekstrakcji energii geotermalnej (sondy geotermalnej)« obowiązujący w Saksonii

Adresy instytucji

Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy

Oddział Dolnośląski
al. Jaworowa 19
53-122 Wrocław
tel. +48 71 337 20 91
fax. +48 71 337 20 89
e-mail: sekretariat.od@pgi.gov.pl
Internet: www.pgi.gov.pl

Rejonowy Zarząd Gospodarki Wodnej

ul. Norwida 34
50-950 Wrocław
tel. +48 71 337 88 88
fax. +48 71 337 50 48
Internet: wroclaw.rzgw.gov.pl

Okręgowy Urząd Górniczy we Wrocławiu

ul. Kotlarska 41
50-151 Wrocław
tel. +48 71 790 20 80
fax: +48 71 790 20 81
e-mail: ougwroclaw@wug.gov.pl
Internet: www.wug.gov.pl

Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska we Wrocławiu

ul. Paprotna 14
51-117 Wrocław
tel.: +48 71 327 30 00
fax: +48 71 327 30 09
e-mail: wios@wroclaw.pios.gov.pl
Internet: www.wroclaw.pios.gov.pl

Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej

ul. Konstruktorska 3 a
02-673 Warszawa
tel.: +48 22 459 00 00
fax: +48 22 459 01 01
e-mail: fundusz@nfosigw.gov.pl
Internet: www.nfosigw.gov.pl

Wojewódzki Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej we Wrocławiu

ul. Jastrzębia 24
53-148 Wrocław
tel.: +48 71 333 09 30
fax: +48 71 332 37 76
e-mail: poczta@fos.wroc.pl
Internet: www.wfosigw.wroclaw.pl

Urząd Marszałkowski Województwa Dolnośląskiego

Wybrzeże Słowackiego 12 – 14
50-411 Wrocław
tel.: +48 71 776 90 53
fax: +48 71 776 93 13
e-mail: UMWD@dolnyslask.pl
Internet: www.umwd.dolnyslask.pl

Starostwo Powiatowe w Zgorzelcu

ul. Bohaterów II Armii Wojska Polskiego 8 a
59-900 Zgorzelec
tel.: +48 75 776 15 55
fax: +48 75 771 79 30
e-mail: boi@powiat.zgorzelec.pl
Internet: www.powiatzgorzelecki.pl

Starostwo Powiatowe w Lubaniu

ul. Mickiewicza 2
59-800 Lubań
tel.: +48 75 646 43 00
fax: +48 75 646 43 21
e-mail: sekretariat@powiatluban.pl
Internet: www.powiatluban.pl

Starostwo Powiatowe w Bolesławcu

pl. Marszałka Józefa Piłsudskiego 2
59-700 Bolesławiec
tel.: +48 75 646 43 00
fax: +48 75 646 43 21
e-mail: biuro@powiatboleslawiecki.pl
Internet: www.powiatboleslawiecki.pl

Załączniki

Załącznik 1 Porady i zalecenia podczas wykonywania wierceń i montażu instalacji gruntowych pomp ciepła (sond geotermalnych)

1. Standardy techniczne

Wymagania techniczne dla budowy, dokumentacji i eksploatacji instalacji sond geotermalnych należą do zakresu stanu techniki, a specjalistyczne firmy podczas wykonywania wszelkich prac wiertniczych i instalatorskich powinny wykonywać je według przyjętych standardów.

Wykonawcy muszą posiadać niezbędne kwalifikacje zawodowe i techniczne. Do wykonania prac wiertniczych i instalatorskich zaleca się zatem wynajęcie fachowej firmy, która posiada specjalistyczną wiedzę w tej dziedzinie (porównaj rozdział 6.2).

Firma wykonująca wiercenia w celu zainstalowania sondy geotermalnej musi zatrudniać personel posiadający odpowiednie uprawnienia geologiczne oraz posiadać wystarczające wyposażenie techniczne w celu zapewnienia wykonania instalacji ciepłej według wymaganych standardów techniki oraz możliwości odpowiedniej reakcji w przypadku wystąpienia awarii.

Podczas wykonywania gruntowych pomp ciepła należy przestrzegać właściwych norm, zarządzeń oraz przepisów ujętych w odpowiednich uregulowaniach prawnych. Pomocne informacje na ten temat zawarte są w »Wytycznych projektowania, wykonania i odbioru instalacji z pompami ciepła, Część 1. Dolne Źródła do pomp ciepła« wydanych przez Polską Organizację Rozwoju Technologii Pomp Ciepła.

Roboty wiertnicze

1. Podczas wykonywania odwiertów należy przestrzegać odpowiednich regulacji dozoru i nadzoru nad wierceniami.
2. Należy dochować wszelkich środków bezpieczeństwa i staranności w trakcie wykonywania robót wiertniczych i prac z substancjami niebezpiecznymi, które mogą mieć niekorzystny wpływ na wody powierzchniowe lub spowodować zmiany jakości wód podziemnych. Wypadki z materiałami niebezpiecznymi dla wody należy niezwłocznie zgłosić odpowiedniemu urzędowi/inspektoratowi ochrony środowiska lub policji, ewentualnie straży pożarnej, w przypadku gdy nie można ich wyeliminować za pomocą prostych środków operacyjnych. Sprawca musi na własną odpowiedzialność podjąć natychmiastowe działania w celu ich usunięcia lub zminimalizowania ich skutków.

3. W miejscu prac wiertniczych powinny stale znajdować się urządzenia do działań ratowniczych na wypadek wystąpienia awarii takich jak pożar czy wyciek oleju, jak również w przypadku nieznanych lub niemożliwych do przewidzenia warunków hydraulicznych, np. nawiercenie artezyjskiego poziomu wodonośnego.
4. Urządzenia wiertnicze i wszelkie inne powinny być zabezpieczone przed ewentualnym wyciekiem paliwa, olejów oraz innych substancji niebezpiecznych dla wody w trakcie ich obsługi, konserwacji, naprawy oraz napełniania, tak żeby substancje te nie przeniknęły do gleby.
5. W celu bezpiecznego uszczelnienia otworu wiertniczego i uniknięcia uszkodzenia rur sondy należy wybrać odpowiednio dużą średnicę odwiertu, tak aby w przestrzeni pierścieniowej pozostawało przynajmniej 30 mm od sondy (średnica odwiertu $\geq$ wiązka sond + 60 mm, np. w konwencjonalnych sondach dwu-rurowych o średnicy zewnętrznej 32 mm, minimalna średnica otworu powinna wynosić 150 mm). Następnie należy zapuścić centralnie sondę, jednocześnie z rurą doprowadzając substancję wypełniającą, przy pomocy odpowiednich urządzeń.
6. Jako domieszek do płuczki można używać jedynie materiałów, które nie powodują żadnych chemicznych i mikrobiologicznych zmian w podłożu. Należy zapewnić zamknięty obieg płuczki.

Montaż sondy

7. Sondę (wymienik) ciepła umieszczoną w otworze należy poddać próbie ciśnieniowej przed wypełnieniem przestrzeni odwiertu. Próba ciśnieniowa powinna być wykonana przez specjalistyczną firmę (wskazane jest przestrzeganie norm PN EN 805:2002 lub VDI 4640, arkusz 2, nr 5.2.2), która po wykonanej czynności dostarczy odpowiedni certyfikat potwierdzający szczelność instalacji (Zał. 5).

Wypełnienie i spoinowanie przestrzeni pierścieniowej

8. Zgodnie z »Wytycznymi ...« PORTPC, lub z VDI 4640, arkusz 2, nr 5.2.3, po wprowadzeniu sondy otwór wiertniczy, względnie całą przestrzeń międzypierścieniową pomiędzy wprowadzoną sondą a ścianą otworu wiertniczego, od podstawy sondy ku górze, należy zalać substancją uszczelniającą, nieszkodliwą dla wód podziemnych (szczególnie pod względem węglanów i siarczanów), która po utwardzeniu pozostaje

- wodoszczelna i odporna na mróz. Dla sond, które działają w zakresie temperatur zamrażania i rozmrażania, należy wykazać, że użyte wypełnienie trwale nadaje się do zastosowania w warunkach ciągłego zamrażania i rozmrażania, nie powodując wystąpienia pęknięć (trwała szczelność otworu). W przypadku braku takiego potwierdzenia, należy przy eksploatacji instalacji sondy cieplnej wykluczyć powrót temperatury czynnika grzewczego poniżej punktu zamarzania.
9. Przewidziane do wypełnienia otworu spoiwo powinno charakteryzować się zwiększoną przewodnością cieplną $\lambda \geq 2 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ i spełniać wymagania techniczne i technologiczne związane z zakresem jego użycia. Wraz z produktem producent powinien dostarczyć następujące dokumenty: broszurę informacyjną, instrukcję techniczną, kartę charakterystyki, atest higieniczny PZH dopuszczający produkt do kontaktu z wodą (również pitną), deklarację zgodności z parametrami technicznymi oraz certyfikat potwierdzający przewodność cieplną produktu. Na podstawie tych dokumentów inwestor, projektant i wykonawca będą mieli pewność, że wybrany materiał wypełniający spełnia wszystkie wymagania, jakie zostały przed nim postawione.
 10. Przed wypełnieniem jak również w trakcie wypełnienia otworu należy sprawdzać gęstość i lepkość wprowadzanej zawiesiny (substancji spajającej). Podczas mieszania różnych materiałów spoinowych należy zwrócić uwagę na zalecenia producenta dotyczące stosunku mieszania. Proces spoinowania należy przeprowadzać tak długo, aż gęstość zawiesiny na wyjściu z odwiertu będzie odpowiadała gęstości spoiny zatłaczanej do otworu. Ilość i gęstość zatłaczanego materiału do wypełnienia przestrzeni pierścieniowej należy stale mierzyć i dokumentować. W przypadku, gdy ilość zatłaczanego materiału przekracza dwukrotnie objętość przestrzeni pierścieniowej, zatłaczanie należy przerwać i skontaktować się z właściwym organem administracji geologicznej.
 11. W przypadku gdy wbudowanie sondy zakończy się niepowodzeniem, otwór należy w odpowiedni sposób zlikwidować. Likwidacja otworu może być wykonana tylko na podstawie zatwierdzonego projektu.
 14. Sondy geotermalne powinny być zabezpieczone w automatach wykrywanie nieszczelności (kontrola ciśnienia). W przypadku wycieku pompa obiegowa musi być natychmiast wyłączona, a sygnał zakłócający powinien zostać zarejestrowany. Elementy przejściowe i rozgałęźniki powinny być łatwo dostępne w celu ich skontrolowania i włączone do wizualnej kontroli szczelności układu.
 15. W przypadku czasowego lub stałego wycofania z eksploatacji gruntowej pompy ciepła należy postępować zgodnie z wytycznymi VDI 4640, ark. 2, nr 10.2.3 (płukanie, usuwanie, spoinowanie lub rozbudowa).

2. Inne wskazówki i zalecenia

1. Należy zawsze uwzględniać aktualizację przepisów dotyczącą opisywanych czynności zawartych w niniejszej broszurze w stosunku do obowiązującego prawa.
2. Zgłoszenie zamiaru wykonania gruntowej pompy ciepła (czyli wykorzystania ciepła Ziemi) w oparciu o otwory wiercyjne głębsze niż 30 m należy zgłosić w **formie projektu robót geologicznych** (wzór projektu w Zał. 3.) do właściwego organu administracji geologicznej (starostwo powiatowe). Dla sond o zamierzonej głębokości do 30 m zaleca się dobrowolne wypełnienie formularza przedstawionego w Zał. 2 i przesłanie go do państwowej służby hydrogeologicznej PIG-PIB.
3. W celu uniknięcia sumowania się oddziaływań kilku instalacji gruntowych sond ciepła i możliwości doprowadzenia przez to do szkodliwych skutków, należy zachować minimalną odległość 3 m – wg »Wytycznych...« PORTPC, do 5 m od granicy działki – wg VDI 4640, ark. 2, nr 5.1.1.
4. Zwraca się uwagę na obowiązek zgłoszenia rozpoczęcia robót geologicznych (wykonania otworu wiercyjnego) przynajmniej na dwa tygodnie przed rozpoczęciem wiercenia oraz na obowiązek przekazania wyników wiercenia oraz parametrów technicznych zamontowanej gruntowej pompy ciepła w formie powykonawczej dokumentacji geologicznej najpóźniej sześć miesięcy po wykonaniu odwiertu. Obowiązek ten określa Ustawa Prawo geologiczne i górnicze (wzór dokumentacji geologicznej w Zał. 4).
5. Dla planowanych otworów wiercyjnych głębszych niż 100 m, należy, zgodnie z PGG, wykonać projekt robót geologicznych wraz z planem ruchu zakładu górniczego zatwierdzonym przez Okręgowy Urząd Górniczy.
6. Po złożeniu projektu robót geologicznych, nie można rozpocząć prac wiercyjnych przed upływem jednego miesiąca, chyba, że organ administracji geologicznej na to zezwoli lub zarządzi inaczej.
7. W przypadku natrafienia w trakcie robót wiercyjnych na pozostałości pogórnice, pustki pochodzenia innego niż górnicze lub strefy rozluźnienia górotworu, ewentualnie zasypane pustki, które nie zostały wymienione w opinii górniczej, należy poinformować o tym organ administracji geologicznej i Okręgowy Urząd Górniczy.

Eksploatacja sond geotermalnych

12. Szczelność instalacji (kontrola działania sondy wypełnionej wodą wg PN-EN 805:2002 lub VDI 4640, ark. 2, nr 5.2.3) powinna być, tak jak w przypadku wypełnienia przestrzeni pierścieniowej, sprawdzona przez wyspecjalizowaną firmę, która powinna dostarczyć odpowiednio wypełniony certyfikat (patrz Zał. 5)
13. Jednościenne instalacje lub części instalacji w podłożu lub wodzie gruntowej muszą posiadać środek wymiany ciepła, który zawiera substancje nieszkodliwe dla wód lub wodne roztwory substancji o niskiej klasie zagrożenia dla wód. Dostawca czynnika grzewczego musi zaświadczyć, że czynnik grzewczy odpowiada wszelkim niezbędnym wymogom.

8. Przy koniecznych zmianach programu wierceń, ze względu na znaczące zmiany w stosunku do projektu, dotyczące np. budowy geologicznej, bądź oczekiwanych warunków zawodnienia lub przy wystąpieniu zakłóceń w trakcie prac i robót, należy powiadomić niezwłocznie właściwy organ administracji geologicznej.
9. W przypadku, gdy straty płuczki w otworze wynoszą więcej niż 1 l/s, należy natychmiast przerwać prace i niezwłocznie poinformować właściwy organ administracji geologicznej. Należy przy tym opracować zakres odpowiednich działań (propozycja rozwiązania), które uniemożliwią lub ograniczą przenikanie dużych ilości płuczki do górotworu, ewentualnie do warstwy wodonośnej.
10. W trakcie prac wiertniczych należy zapewnić nieszkodliwe zrzucanie wypompowanych wód podziemnych. Należy przy tym zapewnić środki mające na celu zatrzymanie zawiesiny. Przy planowanym infiltrowaniu wód do gruntu należy wskazać w projekcie prac geologicznych (jeśli jest wymagany) miejsce zrzutu wraz ze współrzędnymi geograficznymi. W przypadku zrzutu do kanału wymagana jest zgoda operatora kanału.
11. W przypadku dwukrotnego przekroczenia zużycia materiału wypełniającego przestrzeń pierścieniową w otworze wiertniczym w stosunku do zaplanowanej ilości, należy przerwać proces wypełniania i niezwłocznie poinformować właściwy organ administracji geologicznej.
12. W dokumentacji powykonawczej z przeprowadzonych prac geologicznych w celu wykorzystania ciepła Ziemi (Załącz. 4) oprócz wymaganej treści zaleca się dołączenie:
 - kompletnej dokumentacji instalacji, w tym schematyczny plan instalacji sond geotermalnych, wprowadzoną objętość uszczelnienia przestrzeni pierścieniowej, wprowadzonych przewodów, wprowadzoną objętość czynnika grzewczego i stosunek jego mieszania,
 - certyfikatów badania ciśnienia (wzór w Załącz. 5),
 - oraz opcjonalnie: dokumentację fotograficzną robót wiertniczych, montażu i spoinowania, w tym stan otworu wiertniczego w trakcie wiercenia, stan otworu wiertniczego i sondy w trakcie montażu sond, stan otworu wiertniczego po całkowitym montażu wiązki sond z rurą wypełniającą i stan otworu wiertniczego po całkowitym wypełnieniu.
13. Obowiązkiem właściciela (operatora) instalacji gruntowej pompy ciepła jest regularne sprawdzenie, czy nie ma wycieków z nadziemnej części instalacji. W przypadku wycieku instalacja musi zostać natychmiast wyłączona, a nośnik ciepła powinien być wypłukany z sondy wodą pitną i odpowiednio zutylizowany. W obu przypadkach należy natychmiast zawiadomić firmę zajmującą się instalacją systemów grzewczych lub biuro inżynierskie, które zajmowało się projektowaniem instalacji w celu wyjaśnienia przyczyn lub naprawienia szkód. W przypadku gdy nośnik ciepła dostanie się do gleby, należy niezwłocznie poinformować organ administracji geologicznej lub właściwy wojewódzki inspektorat ochrony środowiska.
14. Przy wycofaniu z eksploatacji instalacji sond geotermalnych i przy zmianach sposobu użytkowania, np. poprzez zwiększenie mocy grzewczej, wykorzystanie do schładzania lub wymianą pompy ciepła względnie czynnika chłodniczego, zaleca się poinformowanie organu administracji geologicznej.
15. Przy zmianie właściciela instalacji wszystkie prawa i obowiązki przechodzą na nowego właściciela.

Załącznik 2. Wzór zalecanego formularza zgłoszenia prac geologicznych w celu wykorzystania ciepła Ziemi i montażu instalacji gruntowej pompy ciepła o głębokości mniejszej niż 30 m

Uwaga: formularz nie ma charakteru formalnego pisma urzędowego; jego wypełnienie i przesłanie na adres najbliższego oddziału Państwowego Instytutu Geologicznego – Państwowego Instytutu Badawczego jest dobrowolne i będzie służyło celom ewidencyjnym oraz gromadzeniu informacji o wodach podziemnych i warunkach geotermalnych podłoża skalnego.

Zgłoszenie prac geologicznych w celu wykorzystania ciepła Ziemi i montażu instalacji gruntowej pompy ciepła o głębokości mniejszej niż 30 m

1. Informacje ogólne

Wnioskodawca (inwestor budowlany)	Nazwisko, imię:
	Kod pocztowy:
	Ulica, nr:
	Tel.: Fax:
	E-mail:

Lokalizacja instalacji	Miasto / powiat:	Gmina / rejon:
	Jednostka ewid.: Pole:	Nr działki:
	Kod pocztowy:	Ulica, nr:
	Współrzędna Y:	Współrzędna X:
	(lub naniesienie na załączonej mapie)	
	Wysokość rzędna terenu (m n.p.m.):	
Arkusze mapy topograficznej, nr:		Nazwa:

Firma wiertnicza	Firma:
	Kod pocztowy:
	Ulica, nr:
	Tel.: Fax:
	Email:
	Osoba odpowiedzialna za wykonanie otworów:
	Tel.: Fax:

Biuro inżynierskie wykonujące projekt	Firma:
	Osoba do kontaktu:

(jeśli dotyczy)	Kod pocztowy:
	Ulica, nr:
	Tel.: Fax:
	E-mail:

2. Dane dotyczące obliczania sond gruntowych

Fachowe obliczenia dla instalacji (np. wg VDI 4640)	tak ☐	nie ☐
Współczynnik mocy cieplnej podłoża użyty do wymiarowania instalacji [W/m]: wzgl. przewodność cieplna podłoża [W/m·K]:		

3. Dane dotyczące wykonania otworów wiertniczych

Rozpoczęcie prac:	Przewidywany czas trwania:
Liczba:	
Średnica otworu wiertniczego [mm]:	Planowana głębokość [m]:
Metoda wiercenia:	
Płuczka (przy wierceniu z płuczką):	
Planowany materiał wypełniający/spoinujący:	
Rodzaj spoinowania (np. metoda kontraktora):	

4. Dane techniczne sond geotermalnych

Sondy geotermalne	Rodzaj sondy (np. rurka U-kształtna, podwójna rurka U-kształtna, sonda współosiowa):	
	Liczba:	Długość [m]:
	Minimalna odległość od siebie [m]:	
	Odległość do granicy działki [m]:	
	Materiał sondy:	Średnica sondy [mm]:
	Średnica wiązki sond wraz z rurą do spoinowania [mm]:	
Testy ciśnieniowe producenta:		
Środek wymiany ciepła (solanka)	Nazwa / składniki:	
	Klasa zagrożenia dla wód:	Całkowita ilość:

5. Dane techniczne instalacji pomp ciepła

Informacje dotyczące budynku	Zapotrzebowanie na:	
	ciepło (kW):	chłodzenie (kW):
	Roczne godziny pracy (h):	
	Obliczenie zapotrzebowania na ciepło: tak ☐ nie ☐	
Pompa ciepła	Producent: Typ:	
	Wydajność grzewcza [kW]:	

	Roczny współczynnik efektywności energetycznej (RWE, COP):
	Lokalizacja: ☐ poza budynkiem ☐ w budynku
	Czynnik chłodniczy w pompie ciepła:
Urządzenia zabezpieczające i ochronne	☐ automatyczna kontrola ciśnienia w obiegu grzewczym ☐ inne

6. Dołączone dokumenty (zalecane)

- Wyciąg z katastru lub z mapy nieruchomości z numerem działki, jednostką ewidencyjną, położeniem otworów wiertniczych, przebiegiem rurociągów, lokalizacją pompy ciepła, granicami działki i przyległych budynków,
- Mapa przeglądowa, jeśli to możliwe to oparta na oficjalnych mapach topograficznych (skala: 1:10 000, 1:25 000, lub 1:50 000),
- Certyfikat producenta sondy geotermalnej,
- Karta charakterystyki nośnika ciepła w obiegu zewnętrznym,
- Przy spoinowaniu sond z wykorzystaniem gotowej mieszanki: wyjaśnienie bezpieczeństwa produktu,
- Jeśli wiadomo, informacje na temat warunków hydrogeologicznych m.in. które piętro/-a wodonośne zostaną naruszone działaniami, szacowany profil wiercenia (podanie źródła informacji; oceny map geologicznych, archiwa wiertnicze itp.),
- Zaświadczenie firmy wiertniczej o zatrudnieniu osób posiadających odpowiednie uprawnienia do wykonywania i dokumentowania robót geologicznych
- Dokumenty dotyczące obliczeń instalacji, np. obliczenia głębokości sond gruntowych i ich liczby.

7. Potwierdzenie i podpis

Wymagania ochrony wód dla instalacji przeznaczonych do odzysku ciepła, zgodnie z wymaganiami dla budowy i eksploatacji sond, (np. wg wytycznych VDI 4640) są spełnione:	☐ tak ☐ nie
---	---

Wnioskodawca:

.....

Miejscowość, data

.....

Podpis wnioskodawcy

Załącznik 3. Spis treści projektu prac geologicznych (wg Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 19 grudnia 2001 r. w sprawie projektów prac geologicznych Dz. U. nr 153, poz. 1777)

1. Projekt prac geologicznych, zwany dalej "projektem", składa się z części tekstowej i graficznej.
2. Część tekstową projektu stanowi opis zamierzonych prac geologicznych i związanych z nimi robót geologicznych zawierający, w zależności od celu tych prac:
 - 1) Informacje dotyczące lokalizacji projektowanych prac, w tym położenia administracyjnego,
 - 2) Omówienie wyników przeprowadzonych wcześniej prac geologicznych i badań geofizycznych oraz wykaz wykorzystanych materiałów archiwalnych wraz z ich interpretacją oraz przedstawieniem na mapie geologicznej, w odpowiedniej skali, miejsc wykonania tych prac i badań,
 - 3) Opis budowy geologicznej i warunków hydrogeologicznych w rejonie zamierzonych prac geologicznych wraz z przypuszczalnymi profilami geologicznymi projektowanych wyrobisk,
 - 4) Przedstawienie możliwości osiągnięcia celu prac geologicznych zawierające:
 - a) opis i uzasadnienie liczby, lokalizacji i rodzaju projektowanych wyrobisk,
 - b) schematyczną konstrukcję otworów wiertniczych lub innych wyrobisk,
 - c) wskazówki dotyczące zamykania horyzontów wodonośnych,
 - d) sposób i termin likwidacji wyrobisk,
 - e) charakterystykę i uzasadnienie zakresu oraz metod projektowanych badań geofizycznych i geochemicznych oraz ich lokalizacji,
 - f) określenie kolejności wykonywanych robót geologicznych,
 - g) opis opróbowania wyrobisk,
 - h) zakres obserwacji i badań terenowych, a w szczególności:
 - obserwacji poziomów i pomiarów przepływów wód,
 - próbnych pompowań,
 - pomiarów temperatury i ciśnienia w razie występowania gazu ziemnego, ropy naftowej lub wód,
 - badań i pomiarów specjalnych,

- i) wyszczególnienie niezbędnych prac geodezyjnych,
 - j) zakres badań laboratoryjnych,
 - k) wielkość dopływu wód do wyrobiska lub jego poszczególnych poziomów eksploatacyjnych,
 - l) jakość odpompowywanej wody z wyrobiska,
 - ł) sposób odwadniania i odprowadzania odpompowywanej wody z wyrobiska,
- 5) Określenie próbek geologicznych podlegających przekazaniu właściwemu organowi administracji geologicznej, wraz ze wskazaniem sposobu i terminu ich przekazania,
- 6) Określenie harmonogramu projektowanych prac geologicznych, w tym terminów rozpoczęcia i zakończenia tych prac.

3. Część graficzna projektu zawiera:

- 1) mapę topograficzną w skali co najmniej 1 : 100 000 z zaznaczeniem terenu projektowanych prac geologicznych i usytuowania ich w stosunku do miejscowości będącej siedzibą gminy lub punktów geodezyjnych, a w zależności od celu prac - mapę geologiczną, hydrogeologiczną, geologiczno-inżynierską, geofizyczną oraz przekrój geologiczny, jeżeli takie dokumenty zostały już sporządzone,
 - 2) wskazanie lokalizacji obszaru i miejsc projektowanych prac geologicznych oraz wyrobisk na mapie sytuacyjno-wysokościowej i geologicznej w odpowiednio dobranej skali, nie mniejszej niż 1 : 50 000, oraz na przekrojach koncepcyjnych.
4. Na mapie sytuacyjno-wysokościowej, o której mowa w ust. 3 pkt. 2, zaznacza się przebieg linii energetycznych, telekomunikacyjnych, gazociągów i innych obiektów, ograniczających wykonywanie prac geologicznych.
5. Przy sporządzaniu map dla projektów stosuje się ogólnie przyjęte dla map normy, oznaczenia i symbole.

Załącznik 4. Spis treści powykonawczej dokumentacji geologicznej w celu wykorzystania ciepła Ziemi (wg Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 15 grudnia 2011 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących innej dokumentacji geologicznych)

Dokumentacja sporządzana w przypadku wykonywania prac geologicznych w celu wykorzystania ciepła Ziemi obejmuje:

1) część tekstową składającą się z:

- a) strony tytułowej,
- b) karty informacyjnej,
- c) opisu zadania geologicznego, w tym określenia celu, terminu rozpoczęcia i zakończenia prac,
- d) syntetycznego omówienia budowy geologicznej i warunków hydrogeologicznych terenu badań,
- e) opisu profilu geologicznego wraz z charakterystyką przewiercanych warstw wodonośnych i temperatury na dnie otworu wiertniczego,
- f) opisu sposobu izolacji przewierconych poziomów wodonośnych,
- g) charakterystyki rozwiązań technicznych, w tym określenia ilości, głębokości i średnicy otworów wiertniczych, obliczonej mocy instalacji w kW,
- h) wyników wykonanych prób ciśnieniowych układu,
- i) opisu stanu zagospodarowania powierzchni terenu,
- j) oceny wpływu instalacji na ujęcia wód podziemnych,
- k) opisu zagrożeń na etapie użytkowania instalacji oraz w przypadku awarii,
- l) określenia sposobu kontroli pracy systemu;

2) część graficzną składającą się z:

- a) mapy przeglądowej w skali nie mniejszej niż 1:50 000 z lokalizacją wykonanych prac,
- b) planu sytuacyjno-wysokościowego w skali 1:500 lub 1:1000 z lokalizacją wierceń,
- c) profilu geologicznego reprezentatywnego otworu lub grupy otworów wiertniczych.

2. Wzór karty informacyjnej wykonywania prac geologicznych w celu wykorzystania ciepła Ziemi, o której mowa w ust. 1 pkt 1 lit. b, jest określony w załączniku nr 4 do rozporządzenia.

Załącznik 5. Wzór „Certyfikatu dla instalacji do pozyskiwania energii geotermalnej (sondy geotermalnej)” obowiązujący w Saksonii

Certyfikat

dla instalacji do ekstrakcji energii geotermalnej (sondy geotermalnej)

(Zgodnie z § 45, pkt. 6 SächsWG w połączeniu z § 101, pkt. 1 WHG)

Uwaga: W Polsce certyfikat tego typu nie jest obowiązkowo dostarczany przez firmę instalującą gruntową sondę ciepła. Zaleca się, aby inwestor we własnym zakresie zażądał od wykonawcy podobnego certyfikatu, zwłaszcza w przypadku sond ciepła o głębokości do 30 m. Dla sond ciepła głębszych niż 30 m certyfikat powinien zostać dołączony do powykonawczej dokumentacji geologicznej.

Projekt budowlany: _____

Nazwisko i imię: _____

Ulica: _____ Kod pocztowy: : _____

Miejscowość: _____

Nr-działki: _____

Liczba sond geotermalnych: _____

Średnica sond: _____

Głębokość odwiertów: _____

Średnica wiercenia: _____

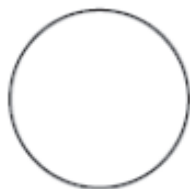
Osoba kontrolująca: _____

Firma wiernicza lub geologiczne biuro inżynierskie

Projekt został zrealizowany zgodnie ze zgłoszeniem / zezwoleniem

☐ Nie wystąpiły żadne specjalne trudności

☐ Wystąpiły następujące problemy: _____



Miejscowość, data

Pieczęć i podpis firmy wykonawczej

1. Kontrola

Testowany obiekt:

Optyczna kontrola sondy i rurki U-kształtnej:

spawanych połączeń:

przepływu i próby ciśnieniowej wg VDI 4640, arkusz 2:

Miejscowość, data

Pieczęć i podpis kontrolera

2. Kontrola

Testowany obiekt:

Kontrola wypełnienia

przestrzeni pierścieniowej

wg VDI 4640, arkusz 2:

Miejscowość, data

Pieczęć i podpis kontrolera

Użyta zawiesina:

Gęstość uzyskanej mieszaniny:

Ilość użytej mieszaniny:

3. Kontrola

Testowany obiekt:

Sprawdzenie zdolności

funkcjonowania sondy

wg VDI 4640, arkusz 2:

Miejscowość, data

Pieczęć i podpis kontrolera

Wydawca

Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG)

Pillnitzer Platz 3, 01326 Drezno, Niemcy

Telefon: + 49 351 2612-0

Telefax: + 49 351 2612-1099

E-Mail: lfulg@smul.sachsen.de

www.smul.sachsen.de/lfulg

Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy

Oddział Dolnośląski

al. Jaworowa 19

53-122 Wrocław, Polska

Telefon: +48 71 33720-91

Fax: +48 71 33720-89

www.pgi.gov.pl

Redakcja polskiej części

Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy

Oddział Dolnośląski

dr Wiesław Kozdrój, dr Maciej Kłonowski

al. Jaworowa 19

53-122 Wrocław

Telefon: +48 71 337 20 91

Faks: +48 71 337 20 89

W ramach realizacji projektu »TransGeoTherm. Energia geotermalna dla transgranicznego rozwoju regionu Nisy. Projekt pilotażowy« współfinansowanego ze środków UE, POWT Polska – Saksonia 2007 – 2013

Zdjęcia

LfULG, PIG-PIB OD

Skład i łamanie tekstu:

Sandstein Kommunikation GmbH

Druk

Lausitzer Druckhaus GmbH

Data przyjęcia do druku

31.03.2014

Wydanie

500 egzemplarzy

Papier

Wydrukowano na papierze w 100% pochodzącym z recyklingu

Uwagi

Publikację można otrzymać bezpłatnie od wydawcy:

Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy

Oddział Dolnośląski

al. Jaworowa 19

53-122 Wrocław, Polska

Telefon: +48 71 33720-91

Fax: +48 71 33720-89

www.pgi.gov.pl

Koszty przesyłki pocztowej pokrywa zamawiający.

Uwagi dotyczące dystrybucji

Publikacja ta została wydana przez Rząd Wolnego Państwa Saksonia w ramach własnych ustawowych obowiązków w celu informowania opinii publicznej. Nie może ona być wykorzystana przez partie polityczne ani przez ich kandydatów lub pomocników do prowadzenia kampanii wyborczej. Dotyczy to wszystkich rodzajów wyborów. Bezprawna jest zwłaszcza jej dystrybucja na spotkaniach przedwyborczych, w punktach informacyjnych partii jak również insertowanie, nadrukowywanie oraz naklejanie informacji dotyczących polityki partii lub innych materiałów reklamowych. Zabronione jest także przekazywanie jej osobom trzecim do wykorzystania w celu agitacji wyborczej.

Nawet w przypadku braku nadchodzących wyborów nie wolno niniejszej publikacji wykorzystać w taki sposób, aby została ona odebrana jako wyraz sympatii Wydawnictwa dla poszczególnych grup politycznych.

Ograniczenia te obowiązują niezależnie od formy dystrybucji, a więc niezależnie od tego, w jakiej formie czy też w jakiej ilości publikacja ta zostanie przekazana odbiorcy.

Dozwolone jest jednak wykorzystanie tej publikacji przez partie w celach informacyjnych.

Prawa autorskie

Niniejsza publikacja podlega pełnej ochronie praw autorskich.

Wszelkie prawa, w tym przedruk lub dodruk całości broszury lub jej fragmentów oraz przetwarzanie fotomechaniczne, są zarezerwowane dla Wydawcy.