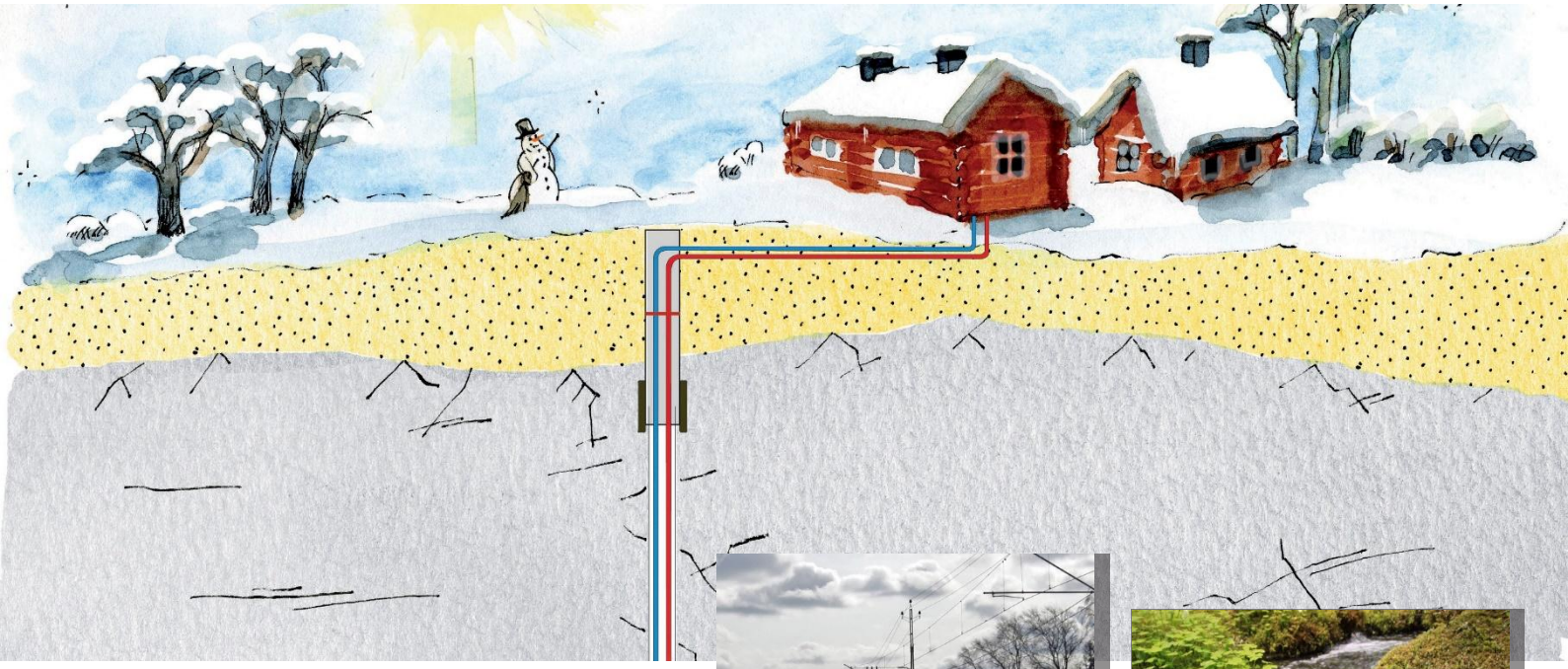
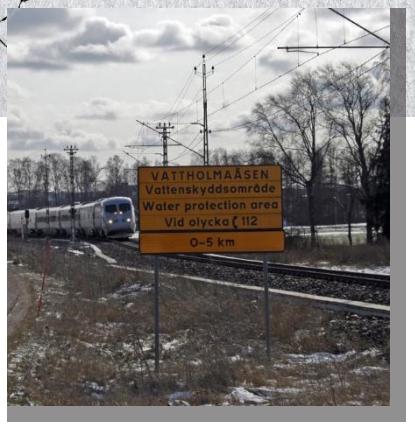
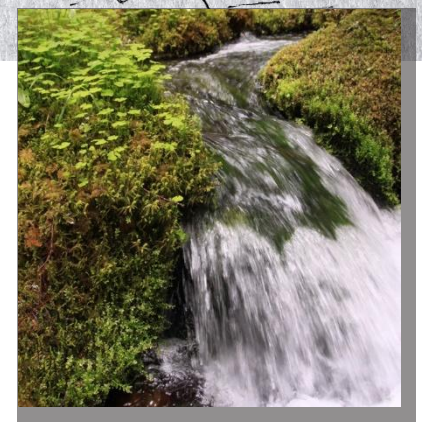
Normbrunn -16

WYTYCZNE DO WIERCENIA STUDNI

Grudzień 2016







SGU
Sveriges geologiska undersökning

Ilustracje: ArtAnna
Zdjęcia: Linda Lidholm, Kajsa Bovin.

Szwedzka Służba Geologiczna 2016
Layout: Rebecca Litzell

Raport pt.

Vägledning för att borra brunn

Wytyczne do wiercenia studni

Został wykonany przez Szwedzką Służbę Geologiczną (Sveriges geologiska undersökning, SGU) w roku 2016. Został on przetłumaczony z oryginału w języku szwedzkim na język polski w ramach realizacji projektu Geothermal4PL, na podstawie umowy licencyjnej z dnia 6.07.2017 ze Szwedzką Służbą Geologiczną z siedzibą w Uppsali. Tłumaczenie wykonała firma Lingua Lab z Krakowa, natomiast specjalistyczną korektę techniczną wykonali członkowie zespołu projektowego: Maja Kowalska i Maciej Kłonowski oraz Polska Organizacja Rozwoju Technologii Pomp Ciepła.

Raport stanowi aktualny i najobszerniejszy opis dobrych praktyk stosowanych przy wykonawstwie otworów studziennych wykorzystywanych do płytkich systemów geotermalnych w Szwecji oraz innych krajach nordyckich, w tym w Norwegii. Udostępnienie podręcznika w języku polskim przyczyni się do ujednolicenia standardów i poprawy jakości usług w branży płytkiej geotermii w Polsce.

Raport nie stanowi zbioru obowiązujących przepisów prawa w Polsce, a Partnerzy projektu Geothermal4PL nie ponoszą żadnej odpowiedzialności prawnej w przypadku stosowania zawartych w nim treści w praktyce.

Raport udostępniony jest wszystkim interesariuszom projektu Geothermal4PL w wersji z dnia 27.11.2017. Wszelkie uwagi co do treści raportu prosimy zgłaszać do zespołu projektu drogą e-mailową, pod adresem: geothermal4pl@pgi.gov.pl

Warszawa, 27.11.2017

Geothermal4PL

Wsparcie zrównoważonego rozwoju i wykorzystania płytkiej energii geotermalnej na terenie obszarów objętych programem Mieszkanie Plus w Polsce

Support for sustainable development and use of shallow geothermal energy within the areas of the Mieszkanie Plus Programme in Poland

Beneficient / Beneficiary: Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy
Partner Norweski / Norwegian Partner: Christian Michelsen Research AS

Projekt Geothermal4PL, nr umowy 102/2017/Wn50/OA-XN-04/D, jest finansowany z Mechanizmu Finansowego EOG 2009-2014 w ramach Funduszu Współpracy Dwustronnej (FWD), Program PL04 "Oszczędzanie energii i promowanie odnawialnych źródeł energii".

Project Geothermal4PL, contract no 102/2017/Wn50/OA-XN-04/D, is financed by the EEA Financial Mechanism 2009-2014 within the framework of the Bilateral Cooperation Fund (BCF), Programme PL04 “Energy saving and promotion of renewable sources of energy”.

Operatorami Programu w Polsce są Ministerstwo Środowiska i Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej.

The operators of the Programme in Poland are Ministry of Environment and National Fund for Environmental Protection and Water Management.

Warszawa, 27.11.2017

WSTĘP

Pierwsza publikacja Normbrunn ukazała się w 1997 roku, a następnie została przekształcona w dokument o nazwie „Standardowa procedura wiercenia studni do eksploatacji wody i pozyskiwania energii - 2007".
Od roku 2007 Szwedzka Służba Geologiczna (SGU) otrzymała wiele wniosków z prośbą o rozbudowanie informacji dotyczących odwiertów na terenach zanieczyszczonych, na obszarach ochrony wód oraz odwiertów w obrębie większych instalacji.

W związku z powyższym, Szwedzka Służba Geologiczna (SGU) podjęła w inicjatywę aktualizacji poradnika. Niektóre informacje zawarte w poprzednich dokumentach zostały zachowane, ponieważ nie zmieniły się one od 2007 r.

Od poprzedniej wersji standardu Normbrunn, system celów środowiskowych w Szwecji uległ zmianie, natomiast nie zmieniła się rola i zaangażowanie SGU jako organu wyznaczonego do spełnienia tych celów. Parlament ustanowił 16 krajowych celów w zakresie ochrony i jakości środowiska. SGU jest organem odpowiedzialnym za koordynację, monitorowanie i raportowanie celu środowiskowego: Dobra jakość wód podziemnych.

Niniejszy poradnik skierowany jest przede wszystkim dla wykonawców studni. Jest on częścią materiału dydaktycznego opracowanego przez SGU, dostępnego podczas szkolenia certyfikującego dla wykonawców studni. Poradnik ma służyć także urzędnikom gmin i powiatów, którzy podejmują decyzję w sprawie dalszych wymogów zgłoszeniowych dla wykonywania odwiertów geotermalnych (a w niektórych przypadkach także studni wodnych). Wytyczne zawarte w poradniku są przeznaczone również dla właścicieli nieruchomości, którzy chcą wybudować studnie do ujmowania wody lub pozyskiwania energii.

Celem autorów poradnika jest ograniczenie ryzyka zakłóceń środowiskowych, a tym samym wystąpienia szkód, które mogą powstać w przypadku wykonania odwiertów w sposób niewłaściwy. Postępując zgodnie z podanymi instrukcjami zwiększa się bezpieczeństwo ujmowania wody i wykonania odwiertów geotermalnych. Wytyczne obejmują wykonanie studni przeznaczonych głównie do indywidualnego ujmowania wody i poboru energii geotermalnej (ogrzewania lub chłodzenia).

W dokumencie zostały zebrane informacje na temat wstępnych badań i pomiarów, a także bezpiecznej realizacji technicznej i eksploatacji studni, w odniesieniu do wód podziemnych, otaczających gruntów i budynków, jak również wszelkiego oddziaływania na środowisko naturalne.

W poradniku nie zostały opisane większe komunalne zasoby wód podziemnych, ponieważ tego typu instalacje wymagają dokładniejszych badań geologicznych oraz podlegają odrębnym wymaganiom.

Dla osób, którzy planują wykonać własną studnię zalecany jest dokument: *Konstrukcja własnej studni do poboru wody pitnej* (broszura szwedzkiego Urzędu ds. żywności i SGU). W kwestii bezpieczeństwa pracy podczas wiercenia, należy zapoznać się z dokumentem: *Borrningssäkerhet - Bezpieczeństwo podczas wiercenia*, który można zamówić poprzez stronę internetową: www.fab.w.se).

Dokument zawiera listy kontrolne zarówno dla konsumentów, jak i wykonawców odwiertów. Zaleca się zawsze zatrudniać certyfikowanych wykonawców studni oraz z odpowiednim wyprzedzeniem uzyskać z gminy informacje na temat wymagań dotyczących wiercenia studni na danym obszarze.

Spis treści

WSTĘP 5
Zaopatrzenie w wodę oraz energię cieplną z pojedynczych źródeł 8
Obowiązek sprawozdawczy 8
Certyfikacja wykonawców i firm wiertniczych 9
WODY PODZIEMNE 10
Zróżnicowanie poziomu zwierciadła wody podziemnej 10
Woda podziemna w płytkim ośrodku skalnym 11
Woda podziemna w podłożu skalnym 11
Jakość wody podziemnej 12
Jak unikać dopływu wody zasolonej 13
Główne zasoby wód podziemnych 11
PRZEPISY PRAWNE 12
Ustawa o planowaniu i budownictwie 12
Kontrolowanie eksploatacji gruntów i wody 12
Różne rodzaje narzędzi decyzyjnych 12
Podstawowe informacje 12
Kodeks ochrony środowiska 13
Długoterminowy zrównoważony rozwój 13
Osobista odpowiedzialność w zakresie ochrony środowiska 13
Opłaca się myśleć z wyprzedzeniem 13
Ustawa o ochronie konsumentów 13
Profesjonalizm 13
Wspieranie konsumentów 13
Co jest dopuszczalne a co nie? 14
Poza umową 14
Sąsiadujące nieruchomości 14
KONSTRUKCJA STUDNI 15
Studnia wiercona w skale 15
Wiercone studnie wykonuje się w dwóch etapach: 15
Płuczka wysokociśnieniowa 15
Detonowanie 16
Ryzyko związane z wierceniem studni 16
Lokalizacja 16
Rury okładzinowe 17
Studnie filtrowe 18
Wpływ wody słonej 18
Ciecz nośnika ciepła w odwiercie geotermalnym 18
Kontakt hydrauliczny między odwiertami 19
Wody artezyjskie 20
Wpływ na okoliczne budynki 20
Oddziaływania termiczne 20
Ryzyko wycieku 21

Standardowa procedura wykonywania odwiertów **21**
Zasypywanie i uszczelnianie otworów wiertniczych 22
Wiercenie na obszarze ochrony wód 23
1- Ryzyko podczas instalacji **23**
2- Oddziaływanie geologiczne **23**
3- Ryzyko podczas eksploatacji **23**
Wiercenia na obszarach zanieczyszczonych 24
Ocena ryzyka **24**
Załącznik 1. Standardowa procedura wykonywania odwiertów 25
Przed rozpoczęciem wiercenia **25**
Lokalizacja studni – ogólne wytyczne 25
Odległość pomiędzy studnią a kanalizacją lub innym zanieczyszczeniem 25
Lokalizacja studni w odniesieniu do innej studni/odwiertu 25
Lokalizacja studni w odniesieniu do budynków 25
Zakaz, wymóg uzyskania pozwolenia lub obowiązek powiadomienia 26
Wykonanie odwiertu **26**
Wymagania materiałowe - rury okładzinowe 26
Odwiert w krystalicznym podłożu skalnym 26
Odwiert w osadowym podłożu skalnym 26
Urządzenia wiertnicze 27
Uszczelnienie odwiertu 27
Ułożenie kolektora **27**
Wymagania materiałowe 27
Kolektor gruntowy i kolektor w odwiercie. 27
Pokrywa odwiertu 27
Próba ciśnieniowa 27
Montaż pompy w odwiercie do eksploatacji wody lub poboru energii **27**
Analiza wody 27
Obowiązek sprawozdawczy **27**
Załącznik 2. lista kontrolna konsumenta 28
Załącznik 3. Jak należy wypełnić formularz dotyczący studni 29
Rejestracja za pośrednictwem strony internetowej SGU **30**

Zaopatrzenie w wodę oraz energię cieplną z pojedynczych źródeł

W Szwecji każdego roku wierci się tysiące studni. Wykonywanie studni przez profesjonalnych i certyfikowanych wykonawców, którzy znają regulacje prawne, zmniejsza ryzyko negatywnego oddziaływania na wody podziemne. Zapewniona jest dobrej jakości woda pitna.

Na dzień dzisiejszy w Szwecji około 1,2 miliona osób pozyskuje wodę z ujęć innych niż komunalne, zwykle ze studni prywatnych lub wspólnotowych. Według danych SGU, w Szwecji znajduje się ponad 400 000 indywidualnych ujęć wody przy budynkach całorocznych i tyle samo przy domkach letniskowych. Od 10 lat przybywa rocznie w granicach 5 000 – 10 000 nowych ujęć wody. Nie ma dokładnych danych, jaki procent ze wszystkich nowo powstałych studni to studnie kopane, ale zdecydowana większość z nich to studnie wiercone. Wraz z upływem czasu co raz więcej istniejących studni kopanych zamienia się na studnie wiercone. Jest to niezbędne np. w przypadku modernizacji systemu.

Liczba odwiertów geotermalnych wykonywanych każdego roku ustabilizowała się na wysokim poziomie. Szacuje się, że w ciągu ostatnich pięciu lat wykonano ok. 25 000-30 000 odwiertów geotermalnych rocznie. Zdecydowana większość z nich jest częścią zamkniętego systemu z pompą ciepła, w którym nośnik ciepła, najczęściej etanol, cyrkuluje w zamkniętym układzie. Początkowo większość z tych odwiertów służyła do poboru energii cieplnej dla pojedynczego gospodarstwa domowego lub dla budynków wielorodzinnych. W ciągu ostatniej dekady, liczba studni geotermalnych dla większych systemów ogrzewania i chłodzenia za pomocą otworowych wymienników ciepła również wzrosła i ustabilizowała się na wysokim poziomie. Stanowią one znaczną część nowo wierconych studni. Wzrosła również liczba tzw. systemów magazynowania energii w warstwach wodonośnych (ATES), w których wykorzystuje się wody podziemne do magazynowania i poboru energii. Jednak tego typu systemy w dalszym ciągu stanowią niewielką ilość całkowitej liczby odwiertów wykonywanych w Szwecji.

Podczas wykonywania odwiertów należy podjąć odpowiednie środki ostrożności, ponieważ znacznie podwyższona liczba odwiertów może być potencjalnym zagrożeniem dla wód podziemnych, a tym samym dla komunalnych i prywatnych ujęć wody. Zagrożenia te mogą być jednak w większości przypadków wyeliminowane przez odpowiednie wykonanie odwiertu.

Źle wykonana studnia może przysporzyć wiele problemów dla właścicieli nieruchomości. Po pierwsze własne ujęcie wody może zostać naruszone, a po drugie system geotermalny może nie funkcjonować poprawnie, z powodu przecieków w kolektorze lub błędnie zaprojektowanej studni. Błędnie zaprojektowane odwierty mogą również negatywnie wpływać na warstwy gruntu poprzez np. długofalowe przymarzanie.

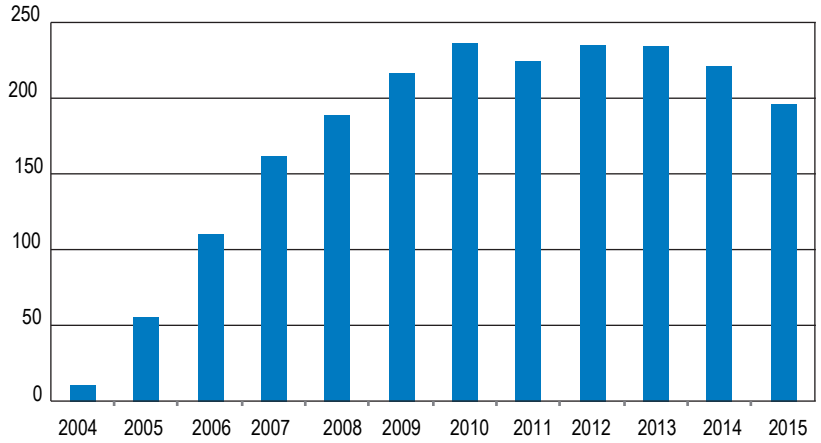
Przy pojedynczych ujęciach wody na terenach zagrożonych przeniknięciem słonej wody, na przykład na dużym obszarze południowej Szwecji, częstym problemem jest wysoka zawartość chlorków i oddziaływanie wód powierzchniowych. Odwierty geotermalne są często wiercone na dużych głębokościach i jeśli są wykonywane na takich obszarach, dodatkowo z wadliwym uszczelnieniem między obudową a skałą, rośnie ryzyko wystąpienia problemów jakościowych dla pojedynczego ujęcia wody.

W przypadku wadliwego wykonania studni do ujmowania wody, jakość wody szybko ulega pogorszeniu. Ewentualne uszkodzenia są wykrywane bardzo szybko, ponieważ woda jest na bieżąco eksploatowana, a co za tym idzie, działania naprawcze mogą zostać podjęte w trybie natychmiastowym. Ryzyko, że błędnie wykonany odwiert wpłynie na pobliskie studnie jest zatem mniejsze niż dla odwiertów geotermalnych.

Obowiązek sprawozdawczy

Zgodnie z ustawą o budowie studni (SFS 1975: 424) oraz odwiertów geotermalnych (SFS 1985: 245), zadaniem wykonawcy studni/odwiertu jest udokumentowanie i sprawozdanie do archiwum studni SGU (patrz załącznik 3). Informacje zostaną następnie udostępnione na stronie internetowej SGU. Dane z Archiwum studni są ważnym źródłem informacji w SGU dla tworzenia map wód podziemnych i hydrogeologicznych oraz w ramach doradztwa indywidualnym właścicielom nieruchomości, urzędnikom w gminach i powiatach, wykonawcom odwiertów/studni, operatorom, konsultantom etc.

Archiwum studni SGU jest bardzo przydatne, zarówno dla tych, którzy planują wykonać nową studnię oraz dla tych, którzy potrzebują informacji na temat istniejących studni. Aby ułatwić dostęp do informacji, archiwum studni zostało udostępnione na stronie internetowej SGU. Pomimo ustawy o obowiązku sprawozdawczym, SGU nie otrzymuje informacji o wszystkich wykonywanych studniach. Dlatego ważne jest, aby również klienci i organy wydające pozwolenia pilnowały przestrzegania przez wykonawców obowiązku sprawozdawczego i wypełniania raportów SGU.



Rys. 1. Liczba certyfikowanych wykonawców odwiertów w Szwecji, w latach 2004 -2015

Certyfikacja wykonawców i firm wiertniczych

W celu ochrony wód podziemnych istotne jest nie tylko przestrzeganie kryteriów dotyczących samego wiercenia studni, ale także wiedza i umiejętności wykonawców. Mają w tym pomóc niniejsze wytyczne oraz dalsza praca SGU w zakresie zwiększenia ilości przeszkolonych i certyfikowanych wykonawców. Brunnsborrarkåren (Organizacja ds. wiercenia studni) jest bezpośrednio zaangażowana w wykonywanie prawie wszystkich komunalnych i pojedynczych ujęć wody podziemnej, a także w obiekty geotermalne (które również mogą mieć negatywny wpływ na wody podziemne). Wszystkie aktywne przedsiębiorstwa zajmujące się wykonywaniem odwiertów do poboru wody i energii, powinny posiadać odpowiednie certyfikaty i doświadczenie.

W tym celu konieczne jest przekazywanie informacji do opinii publicznej, szerzenie wiedzy wśród urzędników, a także stawianie wymogów przez organy wydające pozwolenia, w zakresie wykonywania odwiertów jedynie przez wykonawców z potwierdzonymi umiejętnościami branżowymi.

Liczba certyfikowanych wykonawców odwiertów i firm wiertniczych oraz liczba wykonywanych odwiertów jest monitorowana za pomocą krajowego wskaźnika.

Wskaźnik został opracowany przez SGU w ramach pracy nad celem środowiskowym: *Dobra jakość wód podziemnych*. Na początku 2014 roku, liczba certyfikowanych wykonawców studni w kraju wynosiła ponad 230 (patrz rys. 1).

Kolejnych 300 wykonawców odbyło szkolenie, ale nie wnioskowało jeszcze o certyfikat.

Odsetek odwiertów wykonanych przez certyfikowanych wykonawców stopniowo rośnie od 2006 r. W tym samym okresie wzrosła również liczba certyfikowanych wykonawców studni. Jednak od 2013 r. ich liczba nieznacznie się zmniejszyła. Powód nie jest do końca jasny, ale może się do tego przyczyniać brak wymogu certyfikacji wykonawców studni w niektórych gminach. Cel środowiskowy: *Dobra jakość wód podziemnych* zostanie spełniony, jeśli 95% wszystkich odwiertów i studni będzie wykonywana przez certyfikowanych wykonawców.

Certyfikowana firma wiertnicza
Podstawą certyfikacji firmy wiertniczej jest system zarządzania dostosowany do branży wiertniczej. Coroczne kontrole zapewniają, że wymagania są przestrzegane.

Certyfikowany wykonawca studni
Od 2004 certyfikacja odbywa się wewnątrz firm wiertniczych. Kryteria podstawowych umiejętności, które muszą zostać spełnione znajdują się na stronie www.sitac.se. Wymogi zostały sformułowane przez SGU i Sitac w porozumieniu z Avanti, Geotec etc.

WODY PODZIEMNE

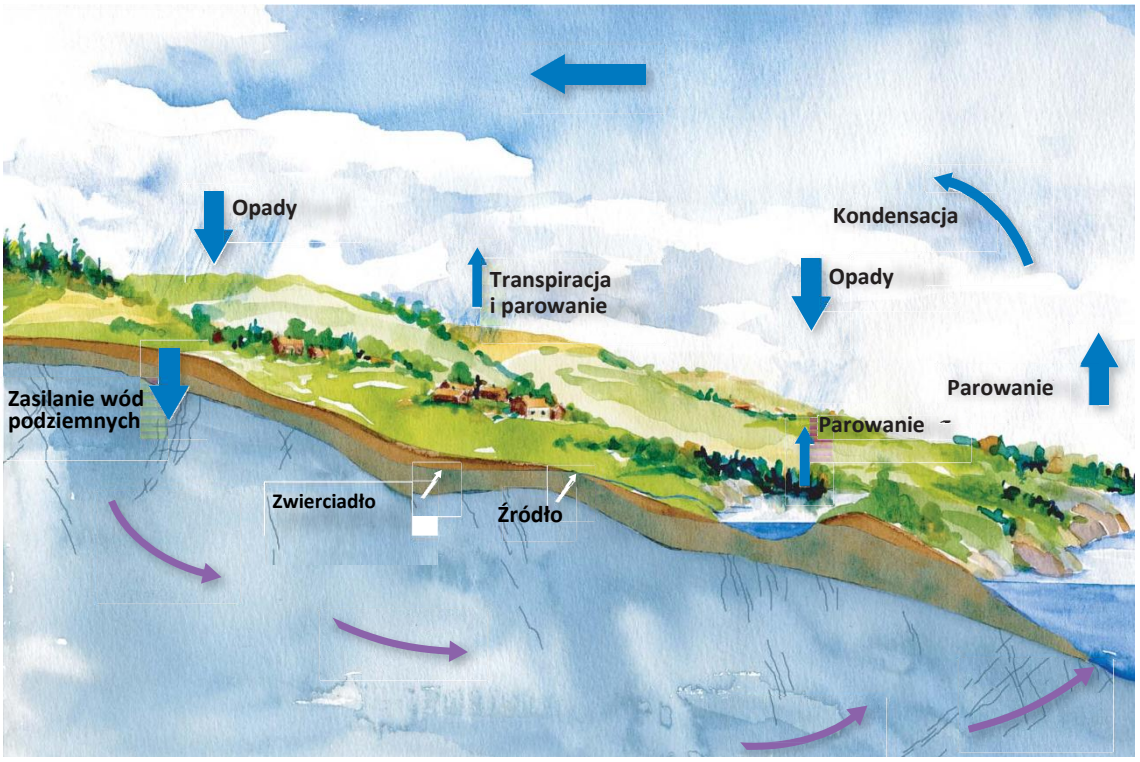
Wody podziemne znajdują się w podłożu skalnym i gruntowym. Informacje na temat zasobów wody podziemnej w miejscu planowanego odwiertu, zwiększają możliwość znalezienia dobrej jakości wody.

Około 80% wody w rzekach i jeziorach pochodzi od wypływającej wody podziemnej. Woda podziemna pełni bardzo ważne funkcje hydrologiczne i ekologiczne. Występuje w różnych formacjach geologicznych, w podłożu skalnym, wałach żwirowych. Ilość, zakres występowania i skład chemiczny wód są bardzo zróżnicowane.

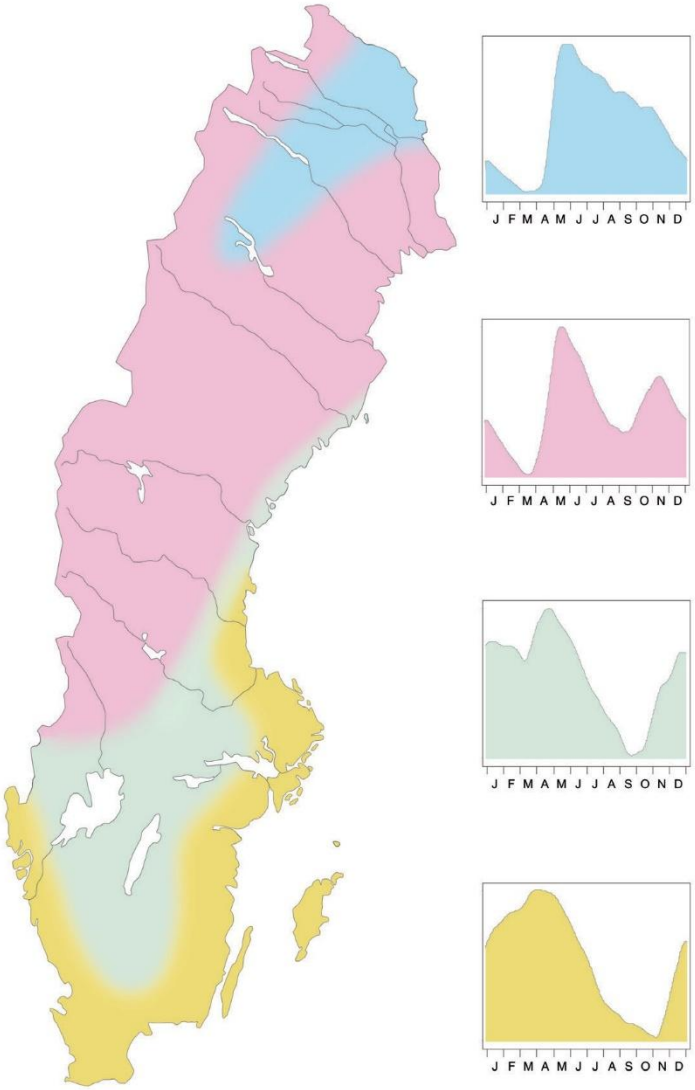
Skład chemiczny oraz migracja wód podziemnych, zależy przede wszystkim od budowy geologicznej warstw wodonośnych, a w szczególności od parametrów przepuszczalności i porowatości (w tym szczelinowatości). Duże zasoby wód podziemnych znajdują się głównie w gruboziarnistych, luźnych osadach i spękanej lub porowatej skale.

Zróżnicowanie poziomu zwierciadła wody podziemnej

Woda podziemna powstaje gdy wody opadowe i powierzchniowe przenikają przez powierzchnię ziemi i wypełniają pory w gruncie i pęknięcia w podłożu skalnym (patrz rys. 2). Zanim cała woda zdąży przeniknąć wgłąb ziemi, część odparowuje do atmosfery. Część pozostałej wody jest wchłaniania przez roślinność, a następnie ponownie oddawana do atmosfery, przez transpirację roślin. Pozostała woda przenika głębiej w ziemię aż do zwierciadła wody podziemnej, czyli do poziomu, poniżej którego pory i szczeliny są wypełnione wodą, stanowiąc strefę wód podziemnych. Głębokość tej strefy zmienia się w ciągu roku, w zależności od takich czynników jak m.in. opady i ewentualny pobór wód podziemnych. Zazwyczaj poziom wód podziemnych jest najgłębszy późnym latem i wczesną jesienią, ponieważ prawie całość opadów jest natychmiast wchłaniana przez rośliny. Zwierciadło wody podziemnej znajduje się głęboko także późną zimą, przed rozpoczęciem topnienia śniegu (patrz rys. 3).



Rys. 2. Prawie cała słodka woda podziemna pochodzi z wody deszczowej, która przeniknęła w głąb ziemi. Przenika ona później na niższe poziomy, żeby finalnie wypłynąć w strumieniach, jeziorach lub oceanach, gdzie ponownie wyparowuje do atmosfery. Jest to tak zwany cykl hydrologiczny.



Rys. 3. Model zróżnicowania zwierciadła wody podziemnej w ciągu roku w różnych częściach kraju w okresie 1981-2010. Raport dotyczy szybko reagujących (mniejszych) warstw wodonośnych, zwykle zalegających w morenie i podłożu skalnym.

Woda podziemna w płytkim ośrodku skalnym

Warunki odpowiednie dla dużych ujęć wody występują w głębokich, gruboziarnistych warstwach gruntu składających się z piasku lub żwiru, o dużej porowatości. W drobnoziarnistym gruncie, jak muł i glina, zawartość wody jest wprawdzie duża, ale mała objętość porów sprawia, że jest zbyt mała ilość dostępnej wody, którą można by pobierać.

Utwory polodowcowe, znajdujące się na znacznym obszarze Szwecji, wykazują różnorodną porowatość, przepuszczalność i miąższość, a tym samym posiadają zróżnicowane zasoby wody. Zasoby te są często niewystarczające jako większe ujęcia wody, ale sprawdzają się przy pojedynczych studniach. Z powodu zmieniającego się poziomu zwierciadła wody podziemnej oraz zwiększonego ryzyka wysychania podczas dłuższych okresów suszy, studnie posadowione na obszarach morenowych, są zazwyczaj bardziej podatne niż studnie w podłożu skalnym.

Wody podziemne w podłożu gruntowym, podczas opadów deszczu stopniowo wypełniają szczeliny w skale. W przypadku warstw wodonośnych o małej miąższości, ryzyko wyschnięcia jest większe.

Woda podziemna w podłożu skalnym

Różne rodzaje skał w różnym stopniu nadają się do ujęć wód podziemnych. Podłoże skalne w Szwecji składa się z krystalicznych skał takich jak gnejs lub granit. Są to skały zwięzłe, a woda występuje głównie w większych lub mniejszych szczelinach. Zasoby wód podziemnych w podłożu skalnym zależą od stopnia spękania oraz wielkości i układu szczelin.

W odróżnieniu od skał krystalicznych, skały osadowe, przede wszystkim piaskowiec i wapień, są często porowate. W porach tych zalega woda. W takim podłożu występuje często więcej wody niż w skałach krystalicznych, zwłaszcza jeśli podłoże skalne jest spękane. Piaskowiec jest jednym z najlepszych skał wodonośnych w kraju. Różne typy skał osadowych (piaskowiec, wapień i łupki), zalegają często w leżących na sobie warstwach (rys. 4). Łupki, które nie posiadają pionowych pęknięć, mogą tworzyć warstwę uszczelniającą pomiędzy porowatymi warstwami wodonośnymi. Należy mieć na uwadze to, że wiercenie przez warstwę uszczelniającą np. warstwę łupku, może powodować hydrauliczne połączenie różnych zbiorników, co oznacza, że woda z różnych warstw za pomocą odwiertu może się zmieszać.

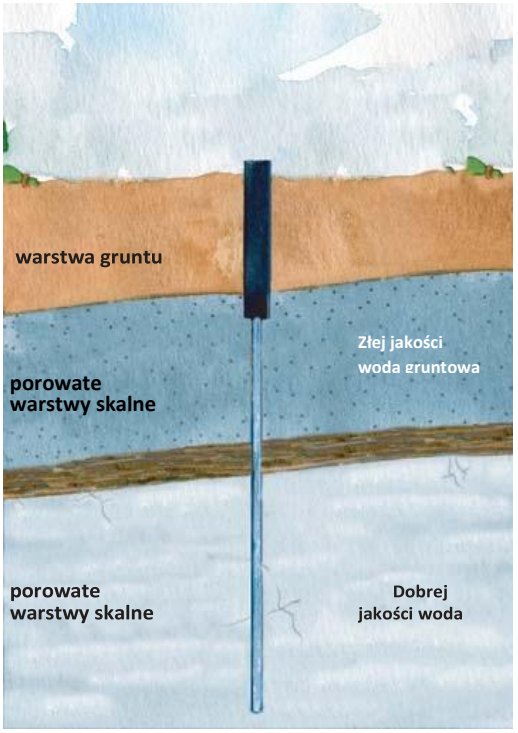
Jakość wody podziemnej

Jakość wody podziemnej w podłożu skalnym często różni się od jakości wody w płytkich warstwach gruntu. Generalnie, głębiej zalegająca woda podziemna jest lepszej jakości. Wynika to z faktu, że głębiej zalegające wody podziemne były dłużej w interakcji z ośrodkiem skalnym. W celu ochrony głębokich wód podziemnych, należy podczas wiercenia zapobiegać dostania się wód powierzchniowych do odwiertu.

Skład chemiczny podłoża skalnego oraz długi czas zalegania wody podziemnej w skale może też wpłynąć negatywnie na jakość wody. Na pewnych obszarach zaobserwowano zwiększone stężenia arsenu, uranu, radonu i fluorku w studniach posadowionych w skałach, które naturalnie zawierają te substancje. Związki te zostały wypłukane przez wody podziemne.

Ryzyko wtargnięcia słonej wody wzrasta wraz ze wzrostem głębokości. Istnieją wytyczne dotyczące odpowiednich głębokości odwiertów w celu uzyskania wody o dobrej jakości. Tyczy się to szczególnie nisko położonych obszarów, np. w pobliżu wybrzeży. Występowanie słonej wody w studniach wierconych może mieć kilka przyczyn. Zazwyczaj na studnie oddziałuje naturalnie występująca słona woda z większych głębokości. Jednak w niektórych przypadkach przyczyną zasolenia wód może być działalność człowieka, np. rozprzestrzenianie się soli drogowej lub zanieczyszczeń ze składowisk odpadów. Ten rodzaj oddziaływania można zaobserwować najczęściej w bezpośrednim sąsiedztwie źródła zanieczyszczenia, co sprawia że łatwiej jest je wykryć i mu zapobiegać.

Słona woda przenikająca do studni, pochodzi najczęściej z zasobów wody słonej, które pozostały z czasów gdy część Szwecji była pokryta słoną lub lekko zasoloną woda.
Do identyfikacji obszarów, które niegdyś były pod powierzchnią morza służy pojęcie NLB (najwyższa linia brzegowa).

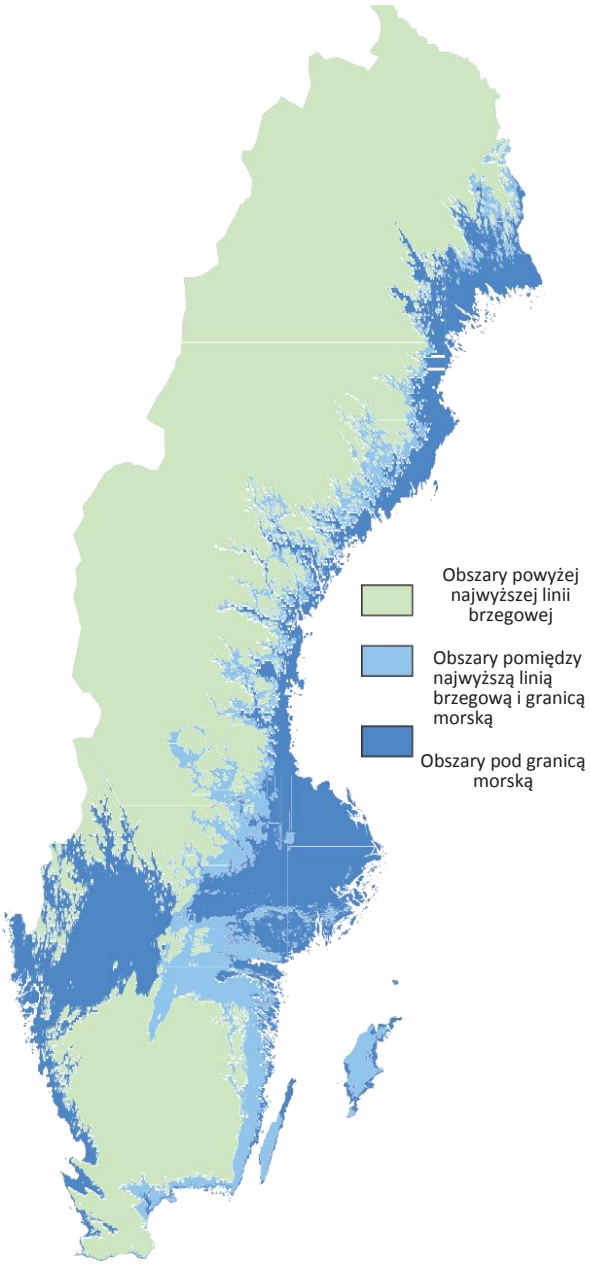


Rys. 4. Różne skały osadowe zalegają często na sobie. Łupki mogą tworzyć warstwę uszczelniającą pomiędzy porowatymi warstwami wodonośnymi (woda dobrej i złej jakości nie miesza się).

Podczas oceny ryzyka występowania słonej wody w miejscu planowanej studni, zastosowanie pojęcia najwyższej linii brzegowej może być jednak mylące. Wody, które niegdyś pokrywały Szwecję, w pewnych okresach składały się ze słodkiej wody polodowcowej. Bardziej przydatne wyrażenie w celu zlokalizowania obszarów zagrożonych słoną wodą, jest MG - słonowodna najwyższa linia brzegowa, który identyfikuje obszary, które były pokryte słonym morzem (rys. 5). Ale nawet poza najwyższą słonowodną linią brzegową, przy wierceniu studni istnieje ryzyko występowania zasolonej wody. Szczególnie na terenach nizinnych oraz pod słonowodną linią brzegową ryzyko występowania słonej wody jest naprawdę duże nawet przy niewielkich głębokościach studni. Jest to zilustrowane na mapie ryzyka występowania słonej wody w Blekinge (patrz rys. 6).

Istnieją również przypadki, w których słona woda przeniknęła do studni z morza. Taka sytuacja może mieć miejsce w bliskiej odległości od morza, zazwyczaj nie dalej niż 200 metrów od linii brzegowej.

Doświadczenie pokazuje, że słona woda podziemna występuje nie tylko w pobliżu wybrzeża czy na obszarach, które podczas ostatniej epoki lodowcowej były pokryte zasolonymi wodami.



Rys. 5. Ryzyko oddziaływania słonej wody wzrasta wraz z głębokością i zwiększonym poborem wody, zwłaszcza w obszarach, które są poniżej granicy morskiej.

Nawet w nisko położonych obszarach nad słonowodną linią brzegową, istnieje ryzyko wysokich stężeń soli, szczególnie w obszarach o podłożu osadowym. W odniesieniu do obszarów poniżej słonowodnej najwyższej linii brzegowej, ryzyko jest zazwyczaj mniejsze. Na takich obszarach, wpływ słonej wody pochodzi w głównej mierze z powierzchownych źródeł zanieczyszczeń.

Jak unikać dopływu wody zasolonej

Przenikanie słonej wody odbywa się najczęściej w przypadkach gdy ilość eksploatowanej wody podziemnej przewyższa ilość powstającej wody na danym obszarze.

Taka sytuacja może mieć miejsce, jeśli pobór wód okresowo wzrasta, a także w okresach z niskim lub zerowym stopniem powstawania wód podziemnych (na skutek małej ilości opadów oraz intensywnego parowania). Poziom słodkiej wody podziemnej jest wtedy niski. Zawartość soli w wodzie zmienia się w czasie.

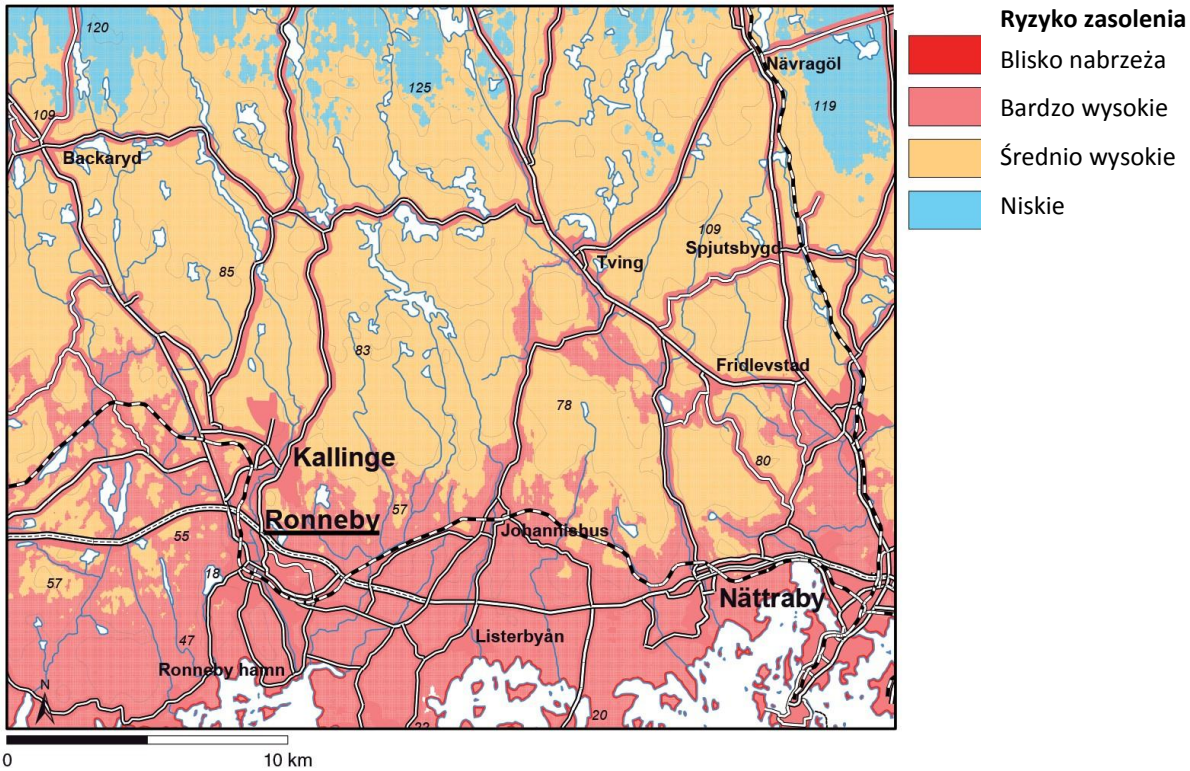
Ponieważ ryzyko przenikania słonej wody zwiększa się wraz ze wzrostem głębokości otworu wiertniczego, bardzo ważne jest, żeby wykonawca odwiertu dokładnie dokumentował pomierzoną zawartość chlorku lub przewodność (która również jest miarą zasolenia). Powyższe informacje zostaną zawarte w protokole studni.

Podczas wiercenia studni do ujmowania wody pitnej, należy zaprzestać wiercenia natychmiast po osiągnięciu poziomu wody i nie kontynuować odwiertu w celu uzyskania większej ilości wody. Bardzo pomocne może być zdobycie informacji na temat warunków geologicznych w miejscu planowanej studni, np. czy teren jest pod czy nad słonowodną najwyższą linią brzegową. Pomocne mogę być też informacje na temat głębokości i zasolenia w pobliskich odwiertach. Takie informacje można uzyskać m.in. z archiwum studni SGU.

W niektórych przypadkach (na przykład, gdy istnieje ryzyko przenikania słonej wody lub wody o słabej jakości) studnia kopana lub wiercona w podłożu gruntowym, może okazać się lepszym rozwiązaniem, niż studnia wiercona w skale.

Główne zasoby wód podziemnych

Dobrej jakości wody podziemne są ważnym zasobem naturalnym. Dostępność tych zasobów ma znaczenie lokalne, regionalne, a czasem nawet krajowe. Szwecja ma znaczne zasoby wód podziemnych, ale są one zwykle ograniczone lokalnie lub regionalnie. Większe zasoby wód podziemnych zalegają często w złożach po rzekach lodowcowych (złoża piasku i żwiru). Działają one jako naturalne zasoby wód podziemnych, a ponadto mogą być stosowane do sztucznej infiltracji. Na niektórych obszarach, głównie w południowej Szwecji, występują duże zasoby wód podziemnych w osadowym podłożu skalnym. Krystaliczne podłoże skalne może również zapewniać dobre warunki do wydobywania wód podziemnych, przede wszystkim z pojedynczych ujęć wody. Woda wydobywana ze skał krystalicznych może na niektórych obszarach zasilać nawet mniejsze społeczności. Obszary o wielu małych zasobach wód podziemnych, posiadają zarówno wady jak i zalety. Jeśli woda podziemna jest zanieczyszczona, zakres zanieczyszczeń jest bardzo ograniczony. Jednocześnie, odległość do innego miejsca z wystarczającą ilością wód podziemnych może być bardzo duża. Ogólne informacje na temat występowania zasobów wód podziemnych są dostępne na stronie internetowej SGU: www.sgu.se. Bardziej szczegółowe informacje w postaci map występowania wód podziemnych na poziomie lokalnym i regionalnym są dostarczane przez biuro obsługi klienta SGU lub za pośrednictwem strony internetowej SGU.



Rys. 6. Ryzyko występowania słonej wody w wierconych studniach w Blekinge.

PRZEPISY PRAWNE

Podczas budowy studni obowiązuje szereg przepisów regulujących ich wykonanie oraz stosunki i zależności pomiędzy konsumentem, wykonawcą i odpowiednimi organami. Niniejszy rozdział podsumowuje ogólne przepisy prawne.

Ustawa o planowaniu i budownictwie

Kontrolowanie eksploatacji gruntów i wody

Ta ustawa jest narzędziem gminy do zarządzania rozwojem zabudowy w granicach gminy. Gmina opisuje na planach (na mapie) dopuszczalny typ zabudowy. Natomiast plany zagospodarowania terenu tworzą inne jednostki.

Gmina może określić na planach, w jaki sposób w danym miejscu mają być budowane obiekty i jakie są wymogi uzyskania pozwolenia na budowę. Gmina może wymagać pozwolenia na budowę studni na obszarach, w których występuje niedobór wody pitnej lub gdy istnieje ryzyko, że odwiert może wpłynąć na zanieczyszczenie wody (na przykład poprzez przeniknięcie słonej wody). Gmina może również wymagać budowy systemów oszczędzających wodę w domach.

Gmina określa również warunki, jakie klient i firma wiertnicza muszą spełnić, aby móc wybudować studnię. Osoba lub firma odpowiedzialna za wywiercenie studni powinna odpowiedzieć na poniższe pytania:

- Czy jest wystarczająco dużo miejsca dla kolejnej studni, biorąc pod uwagę ewentualny niedobór wody?
- Jakie jest ryzyko przeniknięcia słonej wody?
- Czy ujęcie wody może wpłynąć na warunki posadowienia okolicznych nieruchomości?

Różne rodzaje narzędzi decyzyjnych

Istnieje szereg narzędzi do planowania i wydawania decyzji:

- Plan zagospodarowania obejmuje całą gminę i daje podgląd w jaki sposób różne obszary gruntowe i wodne mogą być eksploatowane. Na pewnych obszarach mogą występować dodatkowe, bardziej szczegółowe regulacje.
- Plan szczegółowy opisuje dopuszczalne rodzaje zabudowy oraz wymagania dotyczące pozwolenia na budowę studni.
- Pozwolenie na budowę to pozwolenie wydawane przez gminę na budowę budynków lub obiektów (także studni) w określonej lokalizacji.
- Doradztwo budowlane wraz z gminą rozpatruje projekt techniczny obiektu i określa wymagania.

Podstawowe informacje

Plany dostarczają informacje na temat wymagań podczas kontroli urzędowej. Zapewniają również dobrą „ogólną wiedzę" na temat różnych obszarów, ich właściwości i występującego ryzyka.

Przykładem są obszary chronione ze względu na wartości przyrodnicze lub kulturowe. Takie obszary powinny być zaznaczone na mapie, a zagrożenia dokładnie opisane. Podczas pracy w takich miejscach, firma wiertnicza musi mieć świadomość surowszych wymagań, zarówno w odniesieniu do kodeksu ochrony środowiska oraz ustawy konsumenckiej. Może to oznaczać konieczność szczególnej ostrożności podczas stosowania urządzeń wiertniczych lub rozmieszczania studni.

Zbiorniki wody (wraz z ewentualnymi zastrzeżeniami), powinny być zaznaczone na mapie. Na planach znajdują się także informacje na temat ewentualnego ryzyka negatywnego oddziaływania na konkurencyjne interesy. Może to oznaczać szczególne pozwolenia urzędowe (kodeks ochrony środowiska). W przypadku konkurencyjnych interesów wymagania stają się bardziej rygorystyczne.

Plany dostarczają informacje na temat:

- Ogólnych interesów na danym obszarze. Czy mogą one zostać zakłócone lub czy należy wziąć je pod uwagę?
- Jakie interesy dotyczące wód podziemnych istnieją lub są planowane? Czy wpływają one na planowaną studnię?
- Jakie uprawnienia budowlane zostały wyszczególnione na danym obszarze. Czy w przyszłości będzie występować sytuacja konkurencyjna w zakresie poboru wody?
- Czy wykonawca powinien zwrócić uwagę konsumentów na temat korzyści z różnych rozwiązań opierających się na współpracy?
- Czy jest to obszar wrażliwy pod względem zatorów wody i kanalizacji, braku wody lub oddziaływania wody słonej?
- Czy studnia może być wykonana w danym miejscu?

- Czy gmina wymaga zezwolenia na budowę lub modyfikację studni? Czy klient otrzymał pozwolenie?
- Czy gmina zaleca użycie konkretnych typów urządzeń? Czy ma to wpływ na konstrukcję lub lokalizację studni?

Kodeks ochrony środowiska

Długoterminowy zrównoważony rozwój

Kodeks ochrony środowiska jest jednym z wielu narzędzi do realizacji celów polityki zrównoważonego rozwoju. Ustawa ma na celu ochronę zdrowia i szeroko pojętego środowiska (wody, powietrza, krajobrazu, a także wartości kulturowych).

Kodeks ochrony środowiska ma za zadanie ochronę interesów ogółu (państwowych i komunalnych), a nie ochronę interesów osób prywatnych, np. zadbany ogród. Interesy, które same w sobie są uzasadnione, są regulowane za pomocą umowy pomiędzy klientem a wykonawcą, a w przypadku sąsiednich działek za pomocą kodeksu prawa rolnego.

Główne narzędzia w kodeksie ochrony środowiska:

- Obowiązek nieprzeszkadzania innym i nienaruszania środowiska.
- Ograniczenia dotyczące wykorzystania cennych obszarów przyrodniczych i kulturowych,
- Wymóg uprzedniego zezwolenia na niektóre czynności zaburzające, takie jak: odprowadzenie wody, budowa obiektów na plaży i stosowanie chemikaliów na obszarach ochrony wód;
- Prawo organów nadzorczych do kontroli w przypadku sytuacji, które przeciwdziałają celom środowiskowym, oraz narzucenie kar i sankcji.

Osobista odpowiedzialność w zakresie ochrony środowiska

Odpowiedzialność dotycząca ochrony środowiska spoczywa na każdym, w zakresie wykonywanego zadania. Obowiązek ten nie spoczywa jedynie na osobie odpowiedzialnej za ochronę środowiska w danej jednostce.

Każda osoba ponosi odpowiedzialność w stosunku do swoich zadań. Dodatkowe, pisemne orzeczenie o odpowiedzialności za środowisko naturalne nie jest potrzebne, jak np. w przypadku środowiska pracy. Odpowiedzialność za środowisko jest bezpośrednio związane z wykonywanym zadaniem.

Każdy, kto uważa, że nie posiada wystarczającej wiedzy na temat ochrony środowiska, w zakresie swoich obowiązków, powinien zwrócić się z prośbą o dodatkowe szkolenie.

Ochrona środowiska oznacza wykonywanie swojej pracy w taki sposób, żeby nie przeszkadzać innym ludziom i nie naruszać środowiska. Obowiązkiem jest przestrzeganie zaleceń organu nadzoru w powyższych kwestiach.

Osoba, która jest operatorem urządzenia wiertniczego na terenie objętym ochroną, sama ponosi odpowiedzialność za poniesione szkody. Jeśli dana osoba przyczynia się do rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń gruntu, może zostać osobiście pociągnięta do odpowiedzialności (obowiązek usunięcia skażenia).

Firma może być finansowo i karnie odpowiedzialna za szkody wyrządzone podczas budowy studni, zarówno na środowisko naturalne jak i na sąsiednie nieruchomości.

Odpowiedzialność za ochronę środowiska ponoszą wszyscy i każdy z osobna.

Opłaca się myśleć z wyprzedzeniem

Niezależnie od formalnych wymogów należy zapamiętać prostą regułę, że opłaca się myśleć z wyprzedzeniem. Bardziej efektywne jest budowanie na podstawie podanych warunków niż niezgodnie z nimi. Opłaca się unikać szkód zamiast je naprawiać.

Wymagania w kodeksie ochrony środowiska uzasadniają w ten sposób procedury, które przyczyniają się do tworzenia instalacji o wysokiej jakości i efektywnym działaniu. Pomaga to spełniać wymagania zawarte w prawie konsumenckim.

Ustawa o ochronie konsumentów

Profesjonalizm

Prawo konsumenckie powinno pomagać konsumentom uzyskać fachowe podejście usługodawców i handlowców oraz oczekiwaną jakość produktów i usług. Przepisy prawa regulują także poziom cen, płatności i odszkodowania.

Wymóg profesjonalnej pracy polega nie tylko na należytym podejściu do pracy, ale także odpowiednich umiejętnościach. Ponadto, cała inwestycja powinna być przeprowadzona w sposób poprawny.

Aby temu sprostać, a jednocześnie nie ponosić niepotrzebnej odpowiedzialności, potrzebne są procedury np. dokumentowanie warunków panujących na danym obszarze.

Wspieranie konsumentów

Organy, które rozpatrują skargi od konsumentów i wydają zalecenia lub ewentualne sprostowania przedsiębiorcom to Szwedzki Urząd Ochrony Konsumenta oraz Branżowe biuro ochrony konsumenta (w branży pomp ciepła).

Prawo umów, Ustawa o odszkodowaniach, Kodeks prawa rolnego

Co jest dopuszczalne a co nie?

Prawo umów obejmuje poszczególne etapy poprzedzające podpisanie umowy (oferta i zatwierdzenie cen) oraz konsekwencje umowy, która nie jest oparta na prawidłowych założeniach (np. oszustwa, zatrudnienie osób nieletnich). Nawet jeśli znaczna część działań jest regulowana przez normy, znajomość i umiejętność interpretowania ustaw może być przydatna dla firm wiertniczych.

Wolność sporządzania umów została w dużej mierze zastąpiona przez obowiązkowe przepisy dotyczące umów z udziałem konsumentów.

Poza umową

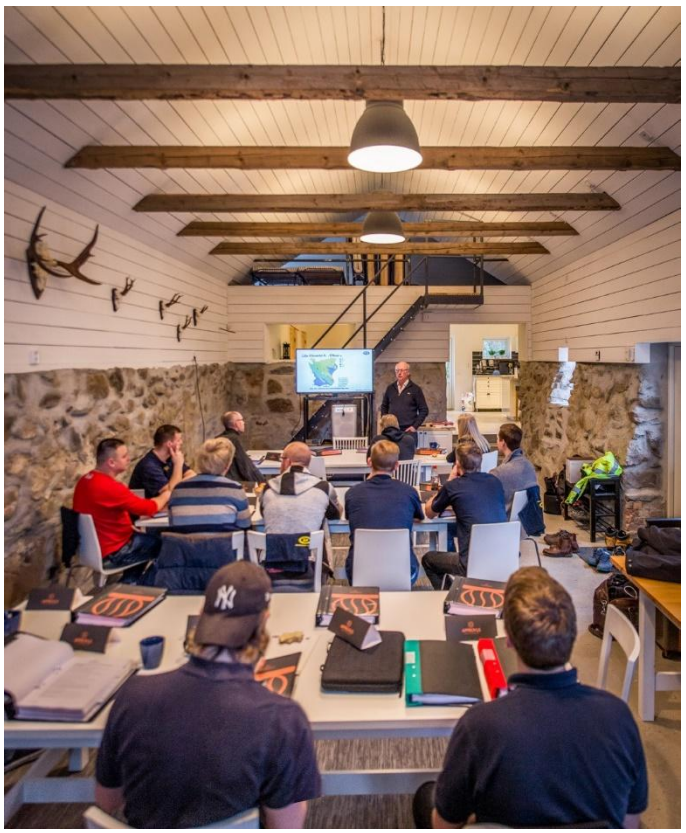
Ustawa o odszkodowaniach ma zastosowanie w przypadku szkód wyrządzonych poza warunkami umowy. W większości przypadków zadania wykonawcy są zlecane na podstawie ustnej lub pisemnej umowy bezpośrednio z konsumentem lub w drodze umów z innymi firmami pośredniczącymi. W takich przypadkach obowiązuje umowa i regulacje konsumenckie.

Szkody nieujęte w umowie dotyczą zazwyczaj sąsiadujących nieruchomości. W tym przypadku, gdy szkody są wynikiem działań niebezpiecznych dla środowiska, w kwestii odszkodowań obowiązuje Kodeks ochrony środowiska. W innych przypadkach, w kwestii odszkodowania obowiązuje Kodeks prawa rolnego.

Sąsiadujące nieruchomości

Kodeks prawa rolnego dotyczy m.in. obowiązku zachowania ostrożności i brania odpowiedzialności podczas prowadzenia prac, które mogą uszkodzić okoliczne nieruchomości np. kopanie lub detonacje. Przepisy te mają zastosowanie przede wszystkim w relacji między właścicielem nieruchomości (klientem), a sąsiadującymi nieruchomościami. Osoby wykonujące prace są także objęte wymaganiem zachowania ostrożności i mogą być częściowo odpowiedzialne za zaistniałe szkody.

Zasady regulują również zachowanie ostrożności i wykazanie się umiejętnościami przez specjalistów.



Rys. 7. Wszyscy operatorzy i wykonawcy ponoszą osobistą odpowiedzialność w zakresie ochrony środowiska. Wykonawcy powinni odbyć odpowiednie szkolenie w odniesieniu do wykonywanych zadań. Zdjęcie: Marcus Gidekull.

KONSTRUKCJA STUDNI

Właściwie dobrane miejsce oraz poprawny projekt studni zwiększa prawdopodobieństwo ujmowania wystarczającej ilości wody podziemnej o dobrej jakości oraz zminimalizowanie ryzyka uszkodzenia pobliskich nieruchomości lub środowiska. Warunki geologiczne i hydrogeologiczne na danym terenie są decydujące podczas prowadzenia prac.

W Szwecji istnieją cztery główne rodzaje studni: wiercone, filtrowe, kopane i abisyńskie.

Wybór studni ustala się na podstawie warunków geologicznych i hydrogeologicznych. Odpowiednią konstrukcję studni określa przede wszystkim jakość i ilość wody.

Kryteria określone w niniejszych wytycznych dotyczą jedynie studni wierconych do eksploatacji wody i pozyskiwania energii geotermalnej (najczęstszym typem jest studnia wiercona w skale). Informacje na temat pozostałych rodzajów studni, można znaleźć w broszurach Szwedzkiego Urzędu ds. żywności i SGU *Budowa własnej studni do ujmowania wody pitnej, Dbaj o studnię dla dobrej jakości wodny pitnej*.

Studnia wiercona w skale

Studnie wiercone w skałach jako źródło eksploatowania wody lub energii wykorzystują podłoże skalne. Do wiercenia tego typu studni, stosowana jest w większości przypadków metoda udarowo-obrotowa z młotkami wgłębnymi.

Wiercone studnie wykonuje się w dwóch etapach:

Krok 1 obejmuje przewiercenie się za pomocą rur okładzinowych, przez grunt aż do głębokości 2m w podłożu skalnym. Najbardziej powszechnym sposobem wiercenia jest m.in. zastosowanie wiertnic koronowych.

Następnie uszczelnia się przestrzeń pomiędzy obudową i skałami, zazwyczaj poprzez cementowanie rur okładzinowych w skale. Uszczelnienie zabezpiecza przed przedostawaniem się ziemi, skał i wód powierzchniowych do odwiertu (rys 8).

Ryzyko negatywnego oddziaływania na wody podziemne zwiększa się wraz mniejszą głębokością gruntu, ponieważ warstwy gruntu często działają jak filtry oczyszczające. Przy małych głębokościach gruntu szczególnie ważne jest, aby posadowić rury okładzinowe głęboko w skale lub w inny sposób uszczelnić studnię. Na stronie SGU znajdują się potrzebne informacje do oceny ryzyka dla poszczególnych głębokości gruntu (mapy głębokości gruntu).

Do wiercenia studni używane są prawie wyłącznie stalowe rury okładzinowe, jednak w przyszłości powinny one zostać zastąpione materiałem mniej podatnym na korozję. Od dłuższego czasu trwają badania dotyczące zastosowania rur okładzinowych z tworzyw sztucznych.

Etap 2 obejmuje wiercenie samego otworu aż do momentu osiągnięcia projektowej głębokości. Wtedy odwiert sam w sobie tworzy studnie. Średnica odwiertu może być różna, ale najczęściej są to wymiary 115 mm, 140 mm i 165 mm lub więcej. Rys. 8 przedstawia przykładową konstrukcję studni wierconej w skale. Nowa studnia wywiercona w skale dostarcza zwykle od 100 do 1000 l/h.

Jeśli jednak natrafi się na jedną lub więcej głównych stref pęknięć, dostęp wody może być znacznie większy. Podczas wiercenia w skałach osadowych, wydajność może sięgać ponad 10000 l/h, ale w gospodarstwie domowym wydajność na poziome 50-100 l/h jest wystarczająca.

Jeśli przepływ w studni jest zbyt mały, można zwiększyć dopływ wody poprzez otwarcie pęknięć metodami tzw. płuczki wysokociśnieniowej lub wysadzenie dynamitem. Takie środki, zwłaszcza wysadzenie dynamitem, wiążą się z pewnym ryzykiem ze względu na zaopatrzenie w wodę, jakość wody i stabilności studni. Dlatego też należy zachować szczególną ostrożność.

Płuczka wysokociśnieniowa

Nowo wiercone studnie poddaje się płuczce wysokociśnieniowej w celu zwiększenia dopływu wody po wykonaniu odwiertu. Zwykle przeprowadza to wykonawca odwiertu lub podwykonawca na zlecenie wykonawcy. Pierścienie samouszczelniające umieszczane są na odpowiedniej głębokości i mają za zadanie podzielić odwiert na dwie, niepołączone ze sobą części. Następnie pojazd cysterna (zwykle pomiędzy 100 a 200 barów) wprowadza wodę pod ciśnieniem poniżej pierścienia samouszczelniającego.

Istnieje pewne ryzyko, że woda w wywierconej studni zmiesza się z wodą powierzchniową podczas wykonywania płuczki wysokociśnieniowej. Jest to jeden z powodów, dla których pierścień samouszczelniający nie powinien być ułożony zbyt płytko w studni.

Zdarzały się sytuacje, w których po wykonaniu płuczki wysokociśnieniowej ujmowanie czystej i wolnej od osadu wody było utrudnione.

Inne znane efekty niepożądane, to na przykład wybicie wody w sąsiednich studniach, co skutkuje uszkodzeniem studni lub powodzią. Jeśli w pobliżu są inne studnie, wykonawca przed wykonaniem płuczki powinien skontaktować się z ich właścicielami.

Wieloletnie doświadczenie w zastosowaniu płuczek wysokociśnieniowych w odwiertach pokazuje, że bardzo rzadko występują trwałe uszkodzenia a efekty zastosowania płuczki są bardzo dobre, dopóki są wykonywane przez profesjonalnych wykonawców.

Detonowanie

Wysadzanie dna odwiertów dynamitem było wcześniej powszechną praktyką, ale dziś używa się zdecydowanie częściej płuczek wysokociśnieniowych. Przez falę uderzeniową oraz efekt podciśnienia, po wybiciu wody przez detonacje, ewentualne szczeliny i pęknięcia oczyszczają się i otwierają. Ryzyko związane z tą metodą to zawalenie się odwiertu oraz możliwość, że woda będzie zanieczyszczona dynamitem.

Występuje także ryzyko, że woda powierzchniowa przedostanie się do studni. Obecnie technologia ta jest używana tylko przez kilku wykonawców i niemal wyłącznie jako ostateczna opcja, jeśli płuczka wysokociśnieniowa nie dała zadowalających efektów.

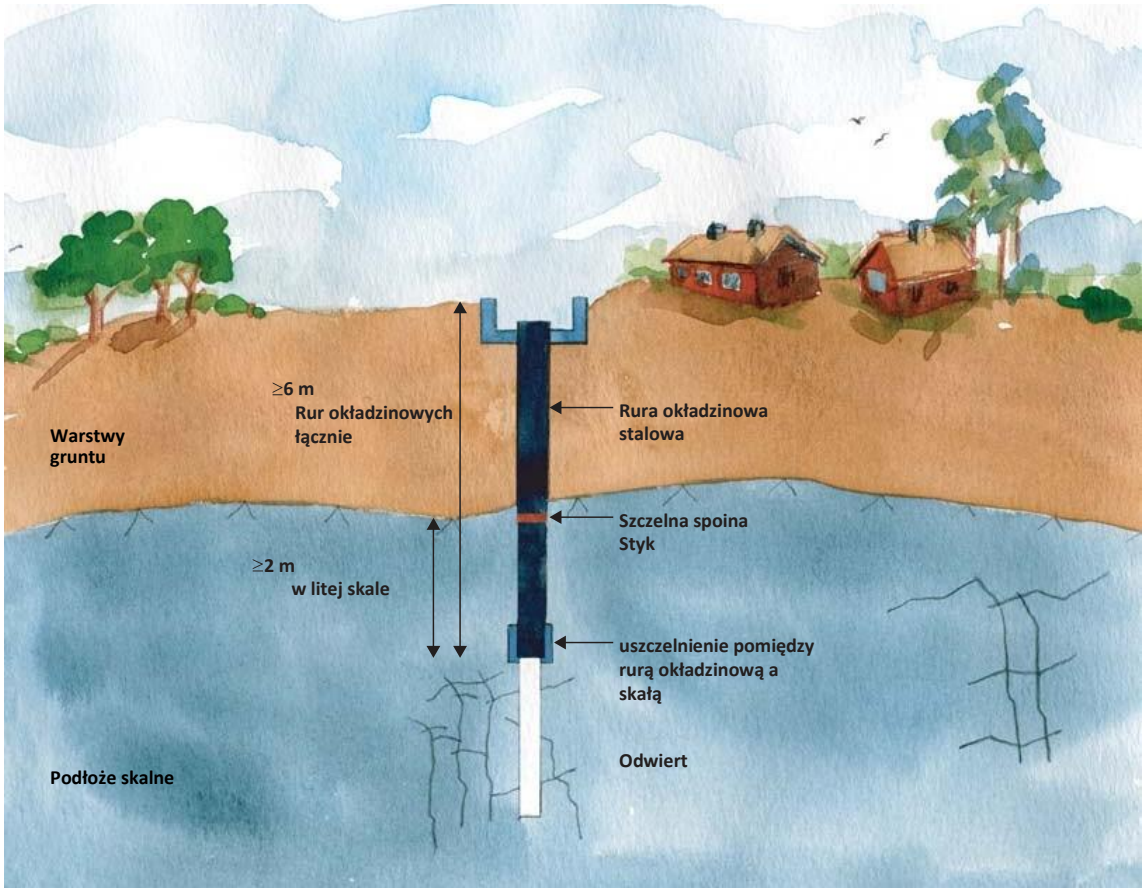
Ryzyko związane z wierceniem studni

Tak jak w przypadku wszystkich rodzajów robót podziemnych podczas wiercenia studni istnieje wiele zagrożeń. W większości przypadków, ryzyko jest wyeliminowane lub znacznie zmniejszone przy zachowaniu odpowiedniej ostrożności (rys. 9).

Niniejszy dokument podsumowuje czynniki ryzyka, które dostawcy i klienci powinni brać pod uwagę przed wykonaniem odwiertu.

Lokalizacja

Należy umieścić studnie w miejscu osłoniętym od zanieczyszczeń, takich jak ścieki, odchody i grunty orne (patrz rys. 10). Studnie powinny być zawsze budowane w górę pod prąd od źródła zanieczyszczenia. Ponieważ przepływ wód podziemnych ma najczęściej takie samo nachylenie jak powierzchnia gruntu, studnia powinna być budowana na wyższym poziome terenu niż teren skażenia.



Rys. 8. Podczas normalnego wykonania, wprowadza się rury okładzinowe do litej skały, a przestrzeń pomiędzy rurą a skała uszczelnia się cementem. Następnie wierci się aż od momentu uzyskania wystarczającej ilości wody.

Zalecana odległość wynosi 30 - 50 m od źródła zanieczyszczeń.

Odległość zależy od rodzaju zanieczyszczeń występujących w pobliżu, stopnia infiltracji oraz głębokości i nachylenia wód podziemnych. Generalnie, studnie do ujmowania wody powinny być budowane dalej od źródła zanieczyszczenia niż odwierty geotermalne, pod warunkiem, że kładzie się je w górę nurtu względem zanieczyszczenia. W systemie zamkniętym nie czerpie się wody, co zmniejsza ryzyko zanieczyszczenia.

Rury okładzinowe

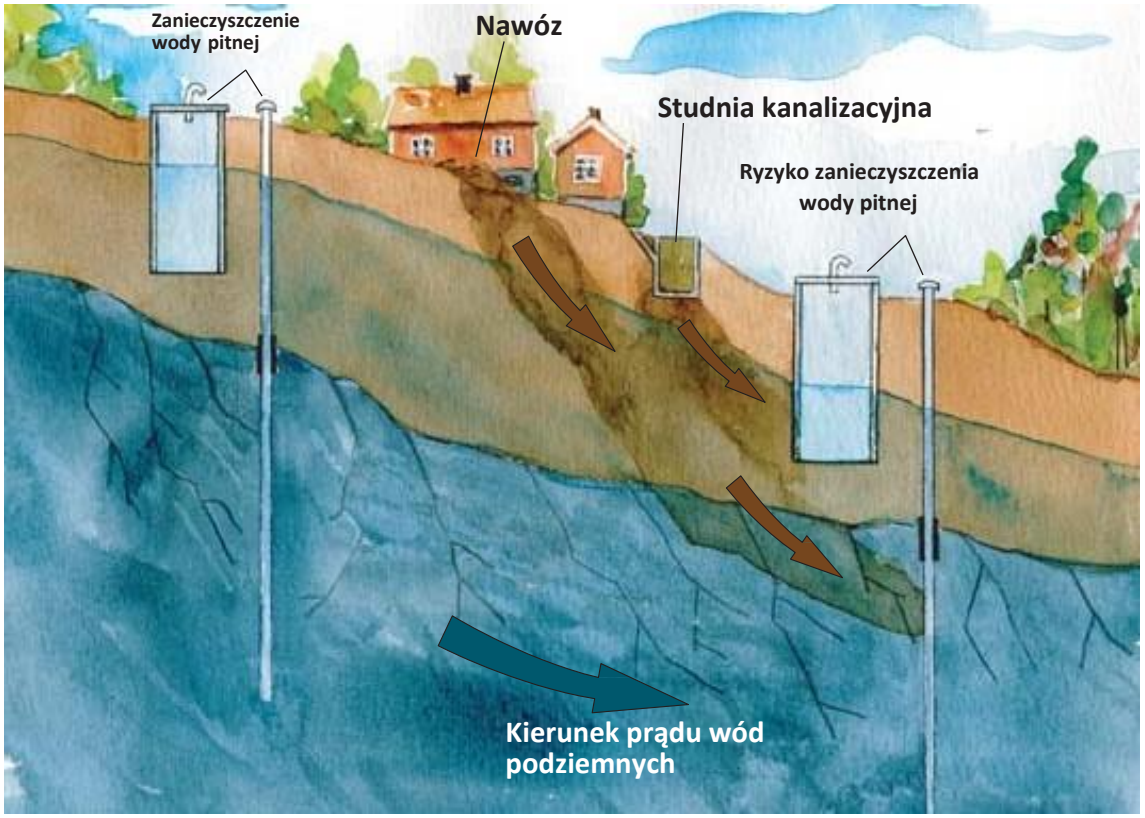
Rury okładzinowe powinny być zawsze wprowadzane przez warstwy gruntu i co najmniej dwa metry w skałę, aby zapobiec przedostawaniu się gruntu i wód podziemnych do wnętrza studni. Ważne jest, aby rury okładzinowe były bardzo dobrej jakości oraz żeby styki były szczelne i fachowo wykonane. W przeciwnym razie istnieje niebezpieczeństwo przedostania się niechcianego materiału, wody podziemnej lub zanieczyszczonej wody powierzchniowej do wnętrza studni.

Studnia musi być zakotwiona co najmniej dwa metry w litej skale, a przestrzeń między obudową i skałą dokładnie uszczelniona (patrz rys.11A), żeby woda powierzchniowa nie mogła przeniknąć do odwiertu. Szczególnie ważne jest, aby uszczelnienie zachodziło głęboko w warstwach skalnych o małej miąższości (ponieważ ryzyko wzrasta wraz ze spadkiem głębokości, a warstwy gruntu działają jako filtry oczyszczające) oraz na skażonych obszarach. Szczelna spoina i uszczelnienia między obudową i skałą wiążą się z ochroną przed kapiącą wodą. Oznacza to, że nie ma widocznych wycieków wewnątrz studni.

Są jednak wyjątki. W niektórych przypadkach, możliwe jest wiercenie w taki sposób, aby woda była eksploatowana zarówno z górnej (podłoże gruntowe), jak i dolnej (podłoże skalne) warstwy wodonośnej, tj. bez uszczelnionej przestrzeni pomiędzy rurą a skałą. W takich przypadkach, powinno zostać to opisane w protokole wiercenia, a zalety i wady omówione z klientem.

Istnieją przypadki, w których odwierty geotermalne powinny być całkowicie wypełnione i uszczelnione materiałem wypełniającym, np. na zanieczyszczonych obszarach i obszarach ochrony wód. W takiej sytuacji uszczelnienie między obudową i skałą nie jest konieczne, ponieważ samo zasypanie jest uszczelnieniem.

Rys. 9. Wiertnica jest duża i ciężka. Ważne jest, aby wykonawca podjął wszelkie środki ostrożności, aby zminimalizować ewentualne szkody (szczególnie na obszarach wrażliwych). Ważne jest również utrzymywanie urządzeń w dobrym stanie (zapobieganie wyciekom oleju). Zdjęcie: Elisabeth Magnusson.



Rys. 10. Studnia powinna być umieszczona w górę strumienia od potencjalnych źródeł zanieczyszczenia, takich jak ścieki czy składowiska nawozów.

Studnie filtrowe

Studnie filtrowe budowane są głównie w glebach gruboziarnistych porowatych, takich jak piasek i żwir.

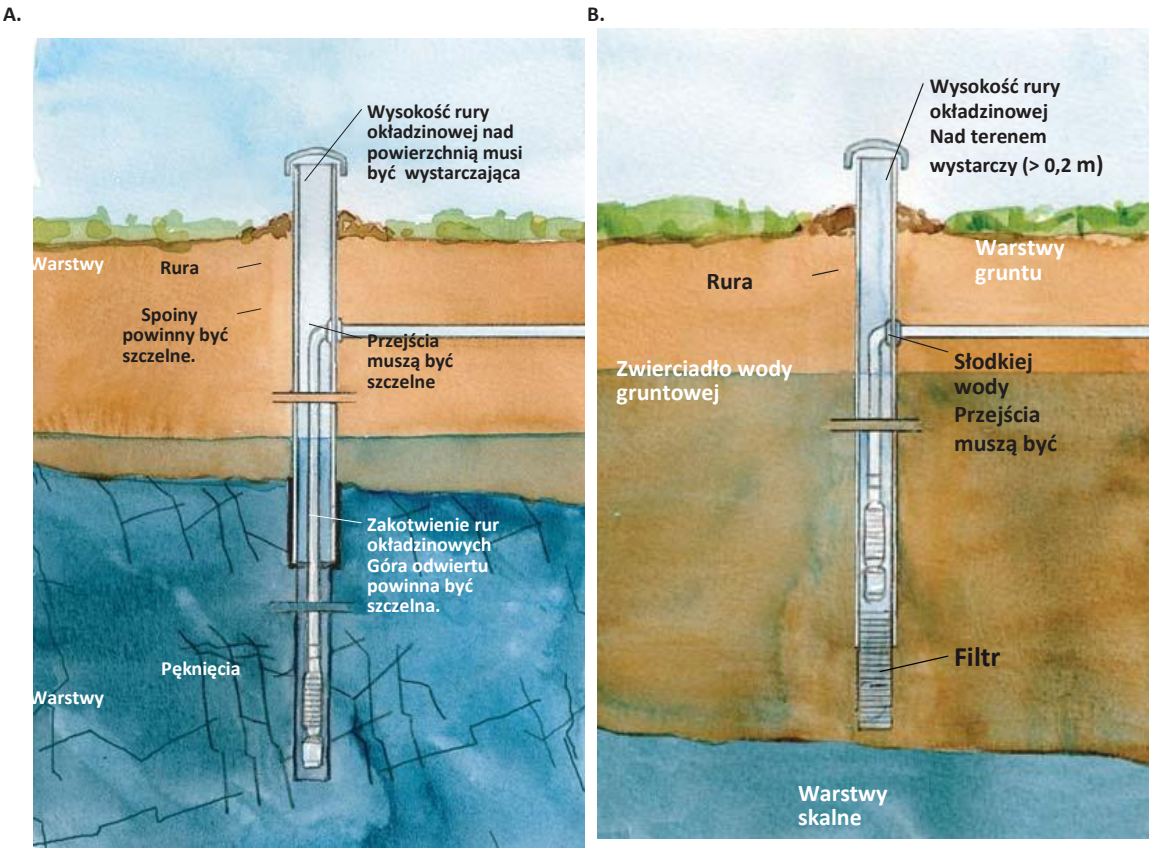
W niektórych przypadkach mogą one być także wykonane w pęknięciu skały albo w luźnych skałach osadowych z dobrym przepływem wody. Konstrukcja studni sprawia, że czerpanie wody odbywa się przez szczelinowe plastikowe rury lub rury ze stali nierdzewnej, zwane sitowymi lub filtrowymi. Szerokość szczeliny jest dopasowywana do frakcji ziaren w glebie, aby zapobiec przedostawaniu się materiału do studni a jednocześnie móc pozyskiwać jak najwięcej wody. W wielu przypadkach wymagane jest, aby próbka gruntu z danego obszaru, została przeanalizowana pod kątem wielkości ziaren, w celu poprawnego zaprojektowania studni. Jest znacznie mniej wykonawców zajmujących się budową studni filtracyjnych niż budową studni wierconych.

Wpływ wody słonej

Ryzyko przedostania się słonej wody wzrasta wraz z głębokością wiercenia i większym poborem wody. W związku z powyższym, zawartość chlorków lub przewodność (miara zasolenia) powinna być na bieżąco dokumentowana. Obowiązuje to w przypadku zarówno odwiertów geotermalnych jak i tych do eksploatacji wody. Wykonawca studni jest odpowiedzialny za informowanie swojej firmy i klienta o potencjalnym ryzyku przenikania słonej wody przed wykonaniem odwiertu (szczególnie w przypadku dużych głębokości wiertniczych lub dużego poboru).

Ciecz nośnika ciepła w odwiercie geotermalnym

Aby móc pozyskiwać energię ze skał, w wężu kolektora, który łączy pompę ciepła z odwiertem cyrkuluje tzw. ciecz nośnika ciepła w zamkniętym systemie. Wąż kolektora polietylenowego sięga zazwyczaj do dna odwiertu. W Szwecji ciecz nośnika ciepła zwykle składa się z wody i bioetanolu, o stężeniu około 25 % etanolu. Inne stosowane nośniki ciepła to np. glikol, solanka i oleje roślinne. SGU jako medium chłodnicze rekomenduje wodę z bioetanolem



Rys. 11. Schematyczny rysunek ujęcia wody w skale (A) i schematyczny rysunek ujęcia wody w gruncie (B).

Etanol jest stosunkowo bezpieczny, znany i łatwy w obsłudze podczas instalacji. Problem natomiast stanowi konieczność zaangażowania środka denaturującego, takiego jak izopropanol lub n-butanol, który wykazuję właściwości wydłużające rozkład przy potencjalnym wycieku, a także tworzy bardziej wyrazisty smak wody podziemnej lub wody pitnej.

Pomimo tego, że ciecz nośnika ciepła jest stosunkowo nieszkodliwa, nawet mniejszy wyciek może mieć wpływ na jakość pobliskiej wody w studniach, głównie w postaci zapachu i smaku środków denaturujących. Rozkład cieczy nośnika ciepła może powodować zużycie tlenu w wodzie i pogorszenie jakości. Oznaką tego jest zapach „zgniłych jaj" (siarkowodór) ze studni. W niektórych przypadkach może znajdować się także osad z żelaza i manganu. Jeśli w studni występuje azot (zwykle azotan), może on się przekształcić w azotyn i azot amonowy. Jako że ciecz nośnika ciepła zawiera substancje organiczne, w niektórych przypadkach, chemiczne zapotrzebowanie na tlen (ChZT) może wzrosnąć, w szczególności, jeśli udział cieczy nośnika ciepła jest wysoki. Dotychczasowe doświadczenia wykazują, że przy mniejszych wyciekach problemy zwykle ustępują stosunkowo szybko ze względu na to, że ciecz nośnika ciepła szybko ulega rozkładowi. Przy dużych wyciekach (ponad 50 litrów rozcieńczonej cieczy nośnika ciepła) podwyższone stężenie siarkowodoru i środków denaturujących może występować nawet przez kilkanaście miesięcy. Wykonawcy odwiertów powinni zawsze korzystać z wysokiej jakości systemów i podejmować odpowiednie działania, aby zminimalizować ryzyko wycieku. Wypadki spowodowane przez wyciek cieczy nośnika ciepła zdarzają się stosunkowo rzadko, co prawdopodobnie jest spowodowane lepszą wiedzą i umiejętnościami, a także lepszą jakością systemów.

Kontakt hydrauliczny między odwiertami

Mieszanie się warstw wodonośnych możliwe jest między odwiertami w przypadku połączenia hydraulicznego między dwiema studniami przez pęknięcia lub geologiczne warstwy przepuszczalne. Studnie mogą mieć na siebie wpływ zarówno pod względem jakościowym, jak i ilościowym.

Połączenie hydrauliczne między odwiertami w warstwach gruntu a studniami wierconymi w skałach jest dość nietypowe, a ryzyko zmniejsza się wraz ze wzrostem odległości między studniami. Wibracje w połączeniu ze sprężonym powietrzem mogą powodować, że wypełnienie szczelin przedostanie się do pobliskich studni i zmętni wodę. Takie efekty są w większości przypadków sporadycznie i zazwyczaj ustępują w ciągu 14 dni. W najgorszym przypadku studnia mogłaby zapaść się ponownie. Podczas wiercenia lub użycia płuczki wysokociśnieniowej w pobliżu innych studni należy zachować szczególną ostrożność. Należy stosować niskie ciśnienie powietrza i sprawdzić okoliczne studnie, zwłaszcza jeśli dopływ wody jest duży, co wskazuje na mocno popękane podłoże skalne. Podczas wiercenia systemów geoenergetycznych, gdy wiele studni znajduje się blisko siebie, kontakt hydrauliczny jest bardziej powszechny i może oznaczać, że należy podjąć szczególne środki bezpieczeństwa, aby zmniejszyć ryzyko związane z niebezpiecznym środowiskiem pracy.

Wody artezyjskie

Artezyjskie wody podziemne, czyli wody podziemne których zwierciadło stabilizuje się ponad powierzchnią gruntu, występują przeważnie na niżej położonych obszarach, na których warstwy podłoża gruntowego składają się z warstw uszczelniających, na przykład gliny. Jeżeli przewidziany poziom wody podziemnej, a tym samym poziom ciśnienia wody przypada powyżej poziomu gruntu (patrz rys. 12), w trakcie wykonywania odwiertu woda wybija wyżej niż powierzchnia gruntu. Jeśli odprowadzenie wody jest niewskazane lub niemożliwe, należy dokładnie uszczelnić studnie. Takie uszczelnienie powinno zawsze znajdować się pod rurami okładzinowymi, aby zapobiec zniszczeniu uszczelnienia między obudową a skałą. Wiercenie w warunkach artezyjskich może wiązać się z trudnościami technicznymi, a co za tym idzie, może spowodować wzrost kosztów zlecenia.

Wpływ na okoliczne budynki

Podczas wiercenia w pobliżu budynków, istnieje ryzyko uszkodzenia drenażu lub posadowienia budynku. Ryzyko to zależy m.in. od tego jak budynek jest posadowiony (czy jest podpiwniczony, czy został zbudowany na gruncie drobnoziarnistym np. glinie, etc.).

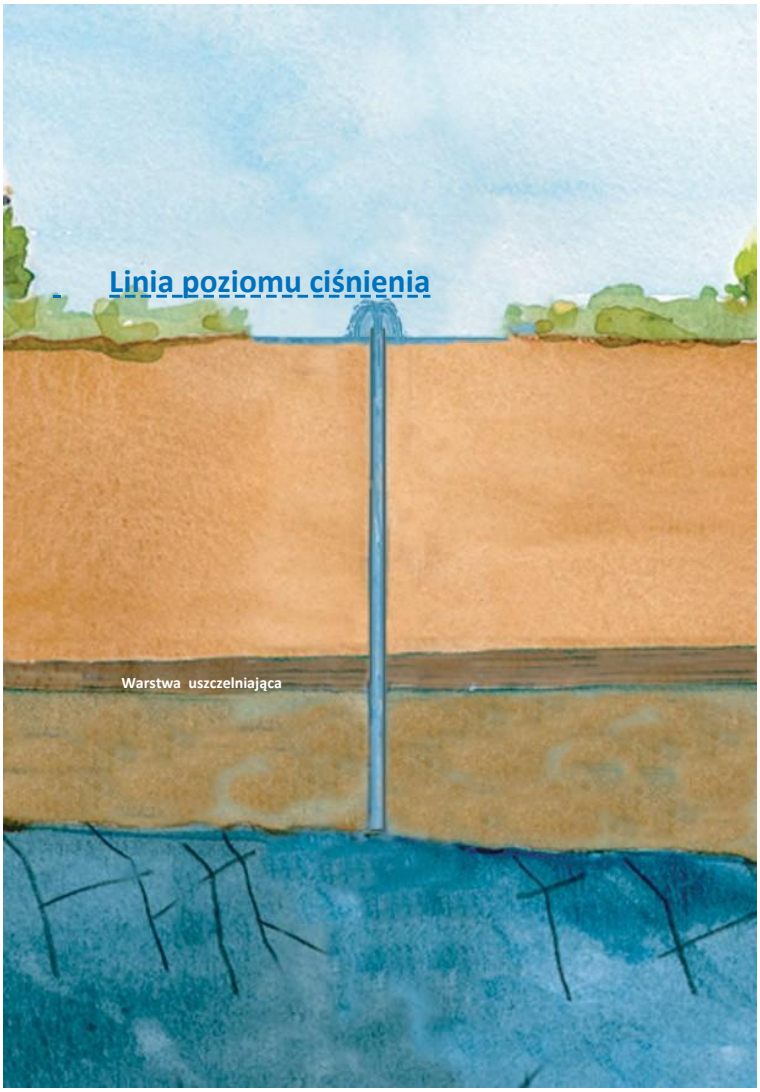
Podczas wiercenia w gruntach drobnoziarnistych, takich jak gliny, największe zagrożenie stanowi wtłoczenie powietrza w ośrodek skalny, np. jeśli ponownie włożone zostaną rury okładzinowe lub wąż odprowadzający. Ponieważ wiercenie odbywa się z wykorzystaniem powietrza pod wysokim ciśnieniem, poduszka powietrzna, która powstaje może być wystarczająca, aby spowodować pęknięcia fundamentów budynku.

W wyniku osiadania okoliczne budynki mogą ulec uszkodzeniu. W niektórych przypadkach na pobliskie budynki mogą wpływać wibracje powodowane przez wiercenie. Wiercenia w pobliżu budynków oznacza także zwiększone ryzyko zawodowe dla wykonawcy, np. ryzyko przygniecenia między urządzeniem wiertniczym a ścianą budynku. Należy unikać wiercenia w odległości mniejszej niż 4 m od budynków, a przy wierceniu w pobliżu budynków należy zachować szczególną ostrożność, staranność oraz stosować niskie ciśnienie i dużą ilość płuczki. W obszarach szczególnie wrażliwych, alternatywą może okazać się wiercenie metodą płukaną lub całkowite zaniechanie odwiertu. Przed rozpoczęciem wiercenia należy przeprowadzić kontrolę elewacji budynku, fundamentów i piwnicy, a wyniki udokumentować w porozumieniu z klientami i właścicielami nieruchomości.

Oddziaływania termiczne

Oddziaływania termiczne mogą być problemem przy odwiertach geotermalnych, ponieważ instalacja polega na pobieraniu energii ze skały wokół odwiertu. Jeśli więcej odwiertów geotermalnych znajduje się zbyt blisko siebie lub odwiert został wykonany zbyt płytko w odniesieniu do zapotrzebowania energetycznego i wielkości pompy, może to skutkować zbyt niską temperaturą w podłożu skalnym niż przypuszczano. Oznacza to obniżoną sprawność systemu i jeśli temperatura wokół odwiertu spadnie poniżej zera, błędnie zaprojektowany odwiert może skutkować uszkodzeniem kolektora przez zamarzanie. W najgorszych przypadkach może to doprowadzić do wycieku solanki i zanieczyszczenia otaczającego gruntu oraz że instalacja geotermalna przestanie działać. Jeśli studnia zostaje posadowiona na żyznym gruncie (glina lub muł), zamarzanie wokół otworu może również powodować uszkodzenia gruntu, które w niektórych przypadkach mogą być stosunkowo duże. Aby uniknąć takiego ryzyka, odwiert do poboru energii powinien być w miarę możliwości umieszczony centralnie na działce, a głębokość wiercenia zaprojektowana z zamysłem, że na sąsiednich działkach mogą w przyszłości powstać inne odwierty. Wtedy wpływ temperatury na pobliskie nieruchomości będzie możliwie jak najmniejszy i możliwy będzie dalszy rozwój energii geotermalnej na danym obszarze.

Jeżeli z przyczyn praktycznych nie jest możliwe umieszczenie odwiertu centralnie na działce, odwiert powinien być pochylony w kierunku środka działki i w niektórych przypadkach głębszy. Alternatywną dla pogłębiania odwiertu może być system ładowania energią słoneczną.



Rys. 12. Wody artezyjskie. Kiedy studnia jest wywiercona, w miejscu, gdzie poziom ciśnienia wody leży nad powierzchnią gruntu, gdzie warstwy gruntowe składają się z gęstych warstw, poziom wody podwyższa się. W takim przypadku konieczny może okazać się drenaż lub odwodnienie otworu.

Ryzyko wycieku

Podczas wiercenia zawsze istnieje ryzyko wycieku oleju lub oleju napędowego z wiertnicy lub sprężarki. Operator urządzeń wiertniczych ma obowiązek na bieżąco sprawdzać, czy sprzęt nie przecieka. W miejscu odwiertu powinny być zawsze dostępne sorbenty (np. Absol). Podczas prac na gruncie wrażliwym na infiltrację, takim jak piasek czy żwir, zaleca się, aby zarówno wiertnica, jak i sprężarka znajdowały się na szczelnym podłożu. Uszczelnienie może być np. wykonane z plandeki z zagiętymi krawędziami, które zapobiegają przenikaniu wycieku przez warstwy podłoża.

Standardowa procedura wykonywania odwiertów

Aby zminimalizować ryzyko i chronić wody podziemne, SGU opracowała standardową procedurę wykonywania odwiertów (patrz załącznik 1). Organy wydające pozwolenia powinny mieć możliwość przekazania klientom i wykonawcom listy kontrolnej w celu poprawnego wykonania pracy.

W programie certyfikacji wykonawców odwiertów Standardowa procedura wykonywania odwiertów jest jednym z materiałów kursowych. Wszyscy certyfikowani operatorzy/wykonawcy studni muszą posiąść wiedzę i doświadczenie niezbędne do przeprowadzania wiercenia zgodnie ze standardowymi procedurami otworów wiertniczych do eksploatacji wody i pozyskiwania energii.

Zasypywanie i uszczelnianie otworów wiertniczych

Na niektórych obszarach, odwiert może stanowić potencjalne zagrożenie dla wód podziemnych. Jednym ze sposobów, aby chronić wody podziemne może być ponowne wypełnienie lub uszczelnienie odwiertu. Odwiert geotermalny jest największym potencjalnym zagrożeniem, ponieważ woda w systemie nie jest na bieżąco kontrolowana.

W przypadku, gdy odwiert stwarza ryzyko negatywnego oddziaływania na warstwy wodonośne, zasypanie odwiertu może okazać się konieczne. Taka sytuacja może wystąpić na obszarach o podwyższonym ryzyku przeniknięcia słonej wody, o zanieczyszczonym gruncie, o dużej ilości skał osadowych z ryzykiem zmieszania się różnych zasobów wód podziemnych lub gdzie występuje ryzyko szkodliwego oddziaływania np. łupków. Odwiert powinien być zasypany także w przypadku budowy nowego odwiertu. Odwierty geotermalne stanowią największe ryzyko w obszarach wrażliwych, ponieważ woda nie jest spożywana, a co za tym idzie, nie jest na bieżąco kontrolowana. W razie wystąpienia problemów, nie trzeba całkowicie rezygnować z odwiertów geotermalnych. Możliwe jest ponowne zasypanie takiego odwiertu z przewodami kolektora w otworze. Podczas zasypywania powinno się pamiętać o następujących kwestiach:

- żeby materiał uszczelniający nie miał negatywnego wpływu na wody podziemne,
- żeby materiał miał wystarczające właściwości uszczelniające w odniesieniu do panujących warunków geologicznych,
- iniekcja odbywała się od dołu studni i zapewniała całkowite wypełnienie otworu,
- żeby materiał wypełniający wytrzymał zamarzanie bez uszkodzenia węża kolektora i bez utraty zdolności uszczelniających materiału,
- żeby kolektor węża w otworze został zaprojektowany z uwzględnieniem zwiększonego ciśnienia utworzonego przez materiał zasypowy.
- Ważne jest, aby zrekompensować tą zmianę przez zwiększenie głębokości, ponieważ wymiana ciepła może zostać zredukowana o 25-30% w zależności od użytego materiału.

Jeśli jest stosowana inna metoda niż iniekcja od dna studni, należy zweryfikować metodę i przedstawić obiekty referencyjne. Ponadto należy wykazać, że ilość stosowanego materiału zasypowego/uszczelniającego jest proporcjonalna do objętości otworu.

Jeśli słona woda z jakiegoś powodu przeniknie do studni w obszarach o ogólnym ryzyku przenikania słonej wody lub w przypadku niedoboru słodkiej wody podziemnej, zaleca się, aby zasypana została cała część studni zawierająca wodę słoną oraz część słodkowodnej. Opcjonalnie można uszczelnić otwór w przejściu między słoną a słodką wodą. Jednakże uszczelnienie musi być wystarczająco długie (> 10 m), aby zapobiec przenikaniu słonej wody przez strefy pęknięć. Podczas wiercenia należy zawsze dokładnie dokumentować zmiany zawartości chlorków lub przewodności. Jeśli brakuje takiej dokumentacji, zaleceniem SGU jest ponowne zasypanie całego otworu.

Wiercenie na obszarze ochrony wód

Wiercenie otworów geotermalnych na obszarach ochrony wód wymaga szczególnej uwagi. W takim miejscu wyciek oleju z urządzenia, wymieszanie różnych warstw wodonośnych lub przenikanie słonej wody byłoby wyjątkowo niekorzystne. Jeśli nie można wykluczyć oddziaływania, otwór powinien być ponownie zasypany lub wiercenie zaniechane.

Obszar ochrony wody można podzielić na pierwszą i drugą strefę ochronną. W razie konieczności wydzielana jest także trzecia strefa ochronna. Zgodnie z przepisami Agencji Ochrony Środowiska 2003: 16, wiercenie jest zabronione w pierwszej strefie, a pozwolenia wymagane w strefie drugiej. W przypadku otrzymania pozwolenia na budowę należy pamiętać o podjęciu dodatkowych środków ostrożności. Jeśli w obrębie obszaru ochrony wód zostanie wykonany odwiert geotermalny, ważne jest uwzględnienie rodzaju zasobów wody na danym obszarze i istniejących warunków geologicznych.

Należy zawsze uwzględniać ryzyko zwiększonego kontaktu między różnymi warstwami wodonośnymi. Mieszanie wody z warstw o różnych właściwościach chemicznych i fizycznych może wpłynąć na jakość wody, szczególnie w obszarach ze skałą osadową. Generalnie ryzyko oddziaływania na środowisko jest większe w tej części otworu, która nie ma rur okładzinowych, tzn. w skale. Ryzyko, że wiercenie będzie miało wpływ na eksploatacje wody, jest większe w przypadku zasobów wód podziemnych z punktami ujścia w skale. Układanie rur okładzinowych przez warstwę gliny, która ma małą przepuszczalność, może powodować zakłócenia jego właściwości uszczelniających, zwłaszcza gdy warstwa gliny ma małą miąższość, co zwiększa ryzyko rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń z powierzchni ziemi do zasobów wodonośnych.

Przy wydawaniu pozwoleń na budowę obiektów geoenergetycznych (odwiertów geotermalnych) lub studni do eksploatacji wody ze skał i gruntu należy rozważyć następujące zagrożenia:

1- Ryzyko podczas instalacji

Ryzyko związane z instalacją dotyczy wiercenia lub kopania. Jest ono ograniczone do czasu wykonywania pracy i wynika przede wszystkim z ryzykiem wycieku zanieczyszczeń z maszyn. Aby zmniejszyć ryzyko (1), wymagane jest użycie arkuszy uszczelniających. Ponadto podczas czynności wiertniczych zawsze należy posiadać urządzenia do oczyszczania gruntu.

2- Oddziaływanie geologiczne

System geotermalny może mieć różny wpływ na warunki geologiczne. System poziomych wymienników ciepła może powodować zmienione warunki infiltracji ze względu na wymieszanie naturalnych warstw gruntu. Studnia może stanowić potencjalną ścieżkę skażenia zasobów wód podziemnych lub ich mieszanie, co może mieć wpływ na jakość i ilość wody. W szczególności na obszarach z różnymi skałami osadowymi o wysokim ryzyku zanieczyszczenia słoną wodą, mieszanie się wody z różnych warstw może mieć negatywny wpływ na jakość wody. Zmiany te mogą być stałe i są w dużym stopniu zależne od posadowienia obiektu.

3- Ryzyko podczas eksploatacji

Podczas eksploatacji istnieje ryzyko wycieku zanieczyszczeń. W przypadku instalacji energetycznych dotyczy to przede wszystkim wycieku cieczy nośnika ciepła. Natomiast w przypadku studni wykorzystywanych do eksploatacji wody, ryzyko to jest częściowo spowodowane możliwą zmianą jakości wody w wyniku generowanego przepływu wody. Zdaniem SGU istnieje duże zróżnicowanie ryzyka związanego z odwiertami geotermalnymi w zakresie zasobów wód podziemnych. Ostateczna decyzja czy odwiert geotermalny może być wykonany, musi być rozpatrywana indywidualnie dla każdego przypadku, a przy podejmowaniu decyzji należy wziąć pod uwagę wszystkie rodzaje ryzyka (1) - (3).

Jeśli gmina zadecyduje, że na danym terenie można wykonać odwiert geotermalny, ryzyko należy redukować poprzez spełnianie wymagań dotyczących sposobu pracy i projektowania instalacji.

Przykładowe wymagania:

- wiertarka i sprężarka powinny znajdować się na szczelnym podłożu podczas wiercenia,
- studnię należy wypełnić materiałem uszczelniającym,
- wiercenie powinno odbywać się zgodnie z niniejszą instrukcją,
- wykonawcy powinni posiadać certyfikaty lub równoważne poświadczenie umiejętności.

Wiercenia na obszarach zanieczyszczonych

Wiercenie przez zanieczyszczony grunt lub skałę może powodować szereg zagrożeń, w zależności od warunków geologicznych, ilości zanieczyszczeń i ich właściwości. W Szwecji istnieje ponad 80 000 udokumentowanych obszarów zanieczyszczonych, często w pobliżu obszarów zabudowanych, w których można wykorzystywać energię geotermalną. Budowa studni wodnych jest znacznie bardziej nietypowa, częściowo dlatego, że w większości przypadków woda miejska jest dostępna, a częściowo ze względu na ryzyko związane z eksploatacją wody na terenach zanieczyszczonych.

Ocena ryzyka

Pytania dotyczące sposobu działania gmin, w przypadku wniosków o budowę obiektów geoenergetycznych na zanieczyszczonym obszarze, stają się co raz powszechniejsze. W większości przypadków, znajomość wielkości i rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń jest mała. Biorąc pod uwagę, że coraz więcej osób chce korzystać z energii geotermalnej w budynkach mieszkalnych i przemysłowych, SGU zaleca, aby gminy i okręgowe komisje administracyjne dążyły do oceny ryzyka wiercenia i innych robót podziemnych podczas inwentaryzacji, badań lub innych działań prowadzonych na zanieczyszczonym obszarze. Ocena ryzyka może stanowić podstawę do podjęcia decyzji, dotyczącej wymagań dla instalacji energii geotermalnej.

Studnia budowana na obszarze zanieczyszczonym może w niektórych przypadkach doprowadzić do zwiększonego ryzyka rozprzestrzenienia się zanieczyszczeń. Ryzyko jest szczególnie duże w przypadku zanieczyszczeń o wysokiej rozpuszczalności oraz dużej gęstości.

Analiza próbki wody po wykonaniu odwiertu w celu sprawdzenia czy istnieje skażenie wód podziemnych jest dość niepewna.

Właściwości wód podziemnych mogą być zakłócone podczas budowy studni, co oznacza, że analiza próbki wody nie jest szczególnie wiarygodna.

Nawet jeśli analiza próbki wody po wierceniu nie wykazuje zanieczyszczenia, nie można zagwarantować, że zanieczyszczenia w obrębie odwiertu nie wystąpią w przyszłości.

W większości przypadków oznacza to potrzebę stworzenia programu kontroli, z większą liczbą próbek wody podczas dłuższego okresu czasu. Procedura ta jest zarówno uciążliwa i kosztowna, zwłaszcza jeżeli system jest w eksploatacji.

Znacznie prostszym sposobem, aby zapobiec rozprzestrzenianiu się skażenia przez studnię jest natychmiastowe wypełnienie jej po wykonaniu odwiertu (patrz: zasypanie otworów wiertniczych).

Jeśli zanieczyszczenie jest skoncentrowane głównie w warstwie gruntu, a pod zanieczyszczeniem zalega uszczelniająca warstwa gruntu (np. glina) konieczne może okazać się całkowite zasypanie odwiertu. W takich przypadkach rury okładzinowe muszą być wyciągnięte po wykonaniu odwiertu. Następnie zasypuje się otwór do powierzchni gruntu.

Należy unikać wiercenia w zanieczyszczonym gruncie, jeśli stwierdzi się, że:

- zagrożenie zdrowia wykonawców nie może być wykluczone,
- instalacja geotermalna może znacznie utrudnić przyszłe usuwanie zanieczyszczeń.

Załącznik 1. Standardowa procedura wykonywania odwiertów

Przed rozpoczęciem wiercenia

Lokalizacja studni – ogólne wytyczne

Niezależnie od tego czy odwiert jest przeznaczony do eksploatacji wody czy poboru energii, obowiązuje ta sama ogólna zasada lokalizacji studni. Lokalizacja powinna być dobrana tak, żeby możliwe było ujmowanie wody o najlepszej jakości oraz żeby ryzyko negatywnego oddziaływania i rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń było zminimalizowane.

Przed wykonaniem nowego odwiertu należy zdobyć informację o wcześniejszym i aktualnym użytkowaniu gruntu.

Odległość pomiędzy studnią a kanalizacją lub innym zanieczyszczeniem

Studnia powinna być w miarę możliwości umieszczona wyżej i tak daleko od źródła skażenia, jak to możliwe.
Ryzyko oddziaływania jest zależne od źródła zanieczyszczeń, rodzaju, uwarstwienia, miąższości i przepuszczalności gruntu. Zalecana minimalna odległość między studnią a kanalizacją wynosi 30 metrów. Ryzyko oddziaływania jest na ogół większe w studniach, które służą do ujmowania wody niż w odwiertach geotermalnych. Przy ujęciach wód, należy zawsze dążyć do odpowiedniej odległości i położenia studni.
Jeśli osiągnięcie odpowiedniej odległości jest niemożliwe, studnie należy ponownie wypełnić i uszczelnić w celu uniknięcia rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń.

Lokalizacja studni w odniesieniu do innej studni/odwiertu

Wykonawca studni powinien zachować ostrożność, jeśli budowa odbywa się w pobliżu innej studni. Należy zachować odpowiednią odległość między planowaną a istniejącą studnią. Klient i wykonawca powinni wspólnie ustalić położenie i odległość od istniejącej studni. Określona odległość nie daje jednak gwarancji, że negatywne oddziaływania nie wystąpią. Jeśli na sąsiednich działkach nie ma żadnych studni, należy umieścić studnię 10 m (odwiert geotermalny) lub 15 m (ujęcie wody) od granicy działki, aby było możliwe wybudowanie studni na sąsiadującej działce.

Rodzaje studni głębinowych	Rekomendowana odległość
Woda (skała) / woda (skała)	30 m
Woda (skała) / energia (skała)	30 m
Energia (skała) / energia (skała)	20 m
Woda (skała) / woda (gleba)	20 m
Energia (skała) / woda (gleba)	20 m

Jeśli ma być wiercona studnia zastępcza, należy wyjaśnić wszelkie problemy z istniejącą studnią. Jeśli problemy z istniejącą studnią dotyczą zanieczyszczeń ściekami lub słoną wodą, należy ją wypełnić materiałem uszczelniającym, aby zminimalizować ryzyko, że nowe studnie lub inne istniejące studnie nie zostaną naruszone. Każdą studnię, która nie będzie użytkowana w przyszłości, należy zawsze zasypać w celu uniknięcia ewentualnych zanieczyszczeń. Jeśli nie można osiągnąć zalecanej odległości, w celu uniknięcia oddziaływania termicznego między dwoma odwiertami geotermalnymi, można zastosować następujące działania:

- pochylić odwiert w stronę przeciwną od istniejącej studni,
- pogłębić odwiert,
- odwieść klienta od wykonywania odwiertu.

Lokalne anomalia geologiczne mogą również powodować odstępstwa od zalecanych odległości, na przykład na dużych głębokościach lub w przypadku występowania większych pęknięć wodonośnych, powodujących zwiększone ryzyko kontaktu hydraulicznego.

Lokalizacja studni w odniesieniu do budynków

Jeśli wiercenie odbywa się w pobliżu budynków, istnieje ryzyko uszkodzenia drenażu lub posadowienia budynku. W przypadku niepewności, czy może dojść do uszkodzenia, studnię należy umieścić co najmniej cztery metry od ściany budynku.
W zależności od fundamentów budynku (czy jest podpiwniczony, czy znajduje się na ternach wrażliwych na wibracje) większa odległość odwiertu od budynku może być wymagana. W niektórych przypadkach należy uniknąć wiercenia. Przed rozpoczęciem wiercenia należy przeprowadzić kontrolę elewacji budynku, fundamentów i piwnicy, a wyniki udokumentować w porozumieniu z klientami i właścicielami nieruchomości. Wiercenie w pobliżu budynku powinno być zawsze wykonywane przy minimalnym ciśnieniu powietrza i dobrym odprowadzaniu zwiercin z otworu wiertniczego.

Zakaz, wymóg uzyskania pozwolenia lub obowiązek powiadomienia

Organ nadzoru, zwykle gmina, ma możliwość nałożenia ograniczeń dotyczących wiercenia na podstawie PLB (ustawa o planowaniu i budownictwie), i kodeksu ochrony środowiska. Właściciel nieruchomości jest odpowiedzialny za stosowanie się do wszelkich ograniczeń. Wykonawcy powinni każdorazowo upewniać się czy następujące zasady zostały spełnione przed wykonaniem wiercenia:

- W przypadku odwiertów geotermalnych, zawsze wymagane je co najmniej powiadomienie.
- Na obszarach ochrony wód zwykle występuje wymóg uzyskania pozwolenia lub zakaz wiercenia.
- Na obszarach o braku słodkiej wody podziemnej gmina może wymagać pozwolenia.
- Na niektórych obszarach, gmina może wymagać pozwolenia na budowę dla odwiertów do eksploatacji wody i energii.
- Na obszarach o potwierdzonym lub potencjalnym skażeniu gruntu, mogą być wymagane dodatkowe pozwolenia lub obowiązywać zakaz wykonywania odwiertów.

Zaleca się zawsze kontakt z gminą przed rozpoczęciem prac.

Wykonanie odwiertu

Celem poniższych wytycznych jest zminimalizowanie ryzyko przedostania się wód powierzchniowych i materiału skalnego do wnętrza studni. Przy małej głębokości, na skażonych i dotkniętych obszarach szczególnie ważne jest, aby studnia była zakotwiona głęboko w skale. Ryzyko wystąpienia niekorzystnych skutków wzrasta wraz ze zmniejszeniem głębokości.

- Studnia powinna być uszczelniona co najmniej dwa metry w litej skale, a co najmniej sześć metrów pod ziemią. W praktyce oznacza to, że nie można ułożyć studni na mniejszej głębokości niż 6 m (6m rur okładzinowych).
- Podczas wiercenia przez warstwy gruntu do podłoża skalnego należy zawsze używać rur okładzinowych, patrz 2.1 Wymagania materiałowe - rury okładzinowe.
- Połączenia spawane między dwiema rurami okładzinowymi powinny być szczelne i odporne na działanie ciśnienia roboczego.
- Należy uszczelnić przestrzeń między obudową a skałą.
- Przy budowie studni do eksploatacji wody, rury okładzinowe powinny kończyć się co najmniej 0,2 m nad poziomem ziemi.

Wyjątkiem może być sytuacja, kiedy:

- Celem jest wypuszczenie wody podziemnej z warstw wodonośnych. Powinno to zostać ustalone z zamawiającym i zapisane w protokole studni.
- Uzupełnianie otworu wykonywane jest do powierzchni gruntu (patrz rozdział zasypanie i uszczelnienie otworu). W takim przypadku wystarczy, jeśli rura okładzinowa będzie zakotwiona w skale.

Wymagania materiałowe - rury okładzinowe

Rekomendowane wymiary stalowych rur okładzinowych

139,7 mm × ≥5,0 mm
168,3 mm × ≥5,0 mm
193,7 mm × ≥5,0 mm

Dla wszystkich wymiarów obowiązuje gatunek stali ST 37,0 i tolerancje zgodnie z EN 102 lub równoważne. Zapewnia on pewną odporność na korozję. W przypadku materiału innego niż stal, np. tworzywo sztuczne, odporność rury nie może być mniejsza niż wymagania materiałowe dotyczące rur stalowych. Oznacza to, że rury muszą wytrzymywać nacisk gruntu na projektowanej głębokości.

Odwiert w krystalicznym podłożu skalnym

Należy na bieżąco dokonywać pomiarów zawartości chlorków lub przewodności podczas wiercenia. Zawartość chlorków lub przewodność mierzy się co dwadzieścia metrów lub gdy zmieni się zasób wody podziemnej. Podwyższony poziom chlorków (> 50 mg / l) lub większa przewodność (> 50mS / M) w odwiercie geotermalnym lub studni do ujmowania wody może oddziaływać negatywnie na pobliskie studnie. Zawartość chlorków lub poziom pomiaru przewodności należy zapisywać w protokole studni. Jeśli nie można wykluczyć ryzyka negatywnego oddziaływania na okoliczne studnie, zaleca się wypełnienie studni. W przypadku, gdy woda nie jest dostępna podczas wiercenia należy dokonać pomiarów stężenia chlorków lub przewodności po przeprowadzeniu działań takich jak płuczka wysokociśnieniowa.

Odwiert w osadowym podłożu skalnym

Podczas wiercenia w skałach osadowych, ryzyko negatywnego oddziaływania i zanieczyszczenia może być bardziej złożone. Różne warstwy wodonośne mogą być rozdzielone warstwą uszczelniającą. Jeżeli istnieje ryzyko połączenia co najmniej dwóch różnych warstw wodonośnych, należy uszczelnić lub wypełnić cały odwiert w celu zminimalizowania negatywnego oddziaływania. Również w osadowym podłożu skalnym należy na bieżąco mierzyć i dokumentować zawartość chlorków lub przewodność.

Urządzenia wiertnicze

Kompresor i wiertnica muszą być kontrolowane zgodnie z obowiązującymi wymaganiami branżowymi.

- Węże sprężonego powietrza muszą być odpowiednio dopasowane do maksymalnego ciśnienia roboczego kompresora.
- Biodegradowalny olej powinien być stosowany.

Uszczelnienie odwiertu

Jeżeli istnieje ryzyko przenikania słonej wody (patrz 2.2) lub zmieszania się warstw wodonośnych (patrz 2.3), należy zasypać odwiert.

Ułożenie kolektora

Poniższe wymagania materiałowe i montażowe mają na celu zminimalizowanie ryzyka wycieku płynu chłodniczego i spadku ciśnienia w kolektorze.

Wymagania materiałowe

Kolektor gruntowy i kolektor w odwiercie.

Kolektor z rur scalanych z tworzywa sztucznego musi spełniać wymagania materiałowe i oznaczenia zawarte w dokumencie: *Wytyczne do wprowadzania kolektora w systemie geotermalnym, wydanego* przez Szwedzkie Centrum Geoenergetyki.

W przypadku połączeń mechanicznych, powinny one być kontrolowane (Inspektionsbrunn lub równoważne) i nie mogą znajdować się w bezpośrednim połączeniu z odwiertem.

Pokrywa odwiertu

Pokrywa powinna być zamontowana w rurach okładzinowych w taki sposób, aby kolektor nie poluzował się przy np. oblodzeniu. Pokrywa musi być szczelnie zamknięta, aby zapobiec dostawaniu się wody powierzchniowej lub gruntu do wnętrza studni.

Próba ciśnieniowa

Zanim kolektor umieści się w odwiercie, należy sprawdzić go pod kątem uszkodzeń transportowych oraz przeprowadzić próbę ciśnieniową:

- Gdy kolektor jest napełniony i odpowietrzony, system jest poddawany ciśnieniu przez zamknięcie zaworu na przewodzie zwrotnym do pompy. Kolektor powinien mieć podwyższone ciśnienie o co najmniej 3 bary.
- Przeprowadzić kontrolę wizualną układu, nie wcześniej niż 30 minut po poddaniu zwiększonemu ciśnieniu. Podwyższone ciśnienie będzie utrzymywane przez pompę podczas okresu oczekiwania. Podczas kontroli szczególną wagę należy przywiązać do styków, aby wykryć ewentualne nieszczelności.
- Próby ciśnieniowe powinny być wykonywane na szczelnej podstawie.
- Przeprowadzone badanie ciśnieniowe zostanie opisane w protokole próby ciśnieniowej.

Ponadto, budowa kolektora w gruncie powinna być przeprowadzona zgodnie z dokumentem: *Instrukcją montażu kolektorów w instalacji geotermalnych,* wydanym przez Szwedzkie Centrum Geoenergetyki. Łączenie rur z tworzywa sztucznego musi odbywać się za pomocą zatwierdzonych materiałów i narzędzi.

Próba ciśnieniowa powinna być przeprowadzona po instalacji, w trakcie próbnego uruchomienia pompy ciepła. Jeśli odwiert geotermalny kończy się pod ziemią, lokalizacja powinna być oznaczona w widocznym miejscu. Umieszczenie odwiertu geotermalnego należy podać z dokładnością do ± 0,1 m.

Jeśli dojdzie do wycieku lub rozlania cieczy podczas lub po instalacji, środki naprawcze powinny zostać podjęte natychmiast. Ciecz powinna zostać wypompowana z kolektora, a kolektor wyciągnięty i wymieniony. Następnie należy zainstalować pompę i wypompować studnię, aż woda nie będzie miała smaku ani zapachu cieczy nośnika ciepła.

Montaż pompy w odwiercie do eksploatacji wody lub poboru energii

Wszystkie komponenty powinny posiadać odpowiednie dokumenty, które na prośbę klienta lub odpowiedniego organu powinny być przekazane.

- Przejścia przez ściany obudowy muszą być uszczelnione.
- Góra odwiertu powinna być szczelna.
- W odwiercie musi być użyty przewód elektryczny, zatwierdzony pod kątem wody pitnej.

Analiza wody

Jeśli studnia ma być stosowana do ujmowania wody pitnej, analiza wody musi wchodzić w zakres usług wiertniczych. Analiza powinna odpowiadać przynajmniej normalnej analizie według Szwedzkiego Urzędu ds. żywności *Wskazówki dotyczące pojedynczych ujęć wody, załącznik 2.*

Obowiązek sprawozdawczy

Obecnie istnieje obowiązek sprawozdawczy według ustawy dotyczącej budowy studni (SFS 1975: 424) i odwiertów geotermalnych (SFS 1985: 245), w Szwecji. Oznacza to, że oprócz oryginału dla klienta, kopia protokołu musi zostać przekazana do archiwum SGU. Jeżeli dane nie zostaną przekazane do SGU, studnia nie zostanie zatwierdzenia, zgodnie z powyższą standardową procedurą postępowania.

Załącznik 2. lista kontrolna konsumenta

1. Przeczytaj broszury szwedzkiego Urzędu ds. żywności i SGU *Budowa własnej studni do ujmowania wody pitnej*. Przeczytaj także *Dbaj o studnię dla dobrej jakości wodny pitnej*.

2. Sprawdź w gminie, jakie przepisy mają zastosowanie na obszarze, w którym chcesz wiercić studnię. Czy wymagane jest pozwolenie na budowę? Jakie wymagania będą przedstawione w pozwoleniu na budowę?

3. Dowiedz się jakie zobowiązania/prawa masz w stosunku do sąsiadujących działek przed wywierceniem studni.

4. Dowiedz się, jakie obowiązki spoczywają na Tobie, a jakie na wykonawcy odwiertu.

5. Dowiedz się, czy w Twojej lub w sąsiedniej gminie są certyfikowani wykonawcy odwiertów: www.sp.se

6. Poproś o wycenę kilku wykonawców, wraz z informacją na temat zakresu robót, realizacji, daty rozpoczęcia i zakończenia, możliwych gwarancji, ceny zawierającej VAT (ważne jest, aby osoba wykonująca odwiert prowadziła działalność lub była zatrudniona w firmie).

7. Sprawdź, czy uwzględniono ewentualne koszty dodatkowe, które mogą powstać w przypadku obszarów o podwyższonym ryzyku przeniknięcia słonej wody, wody powierzchniowej, dodatkowego uszczelnienia, zasypania odwiertu.

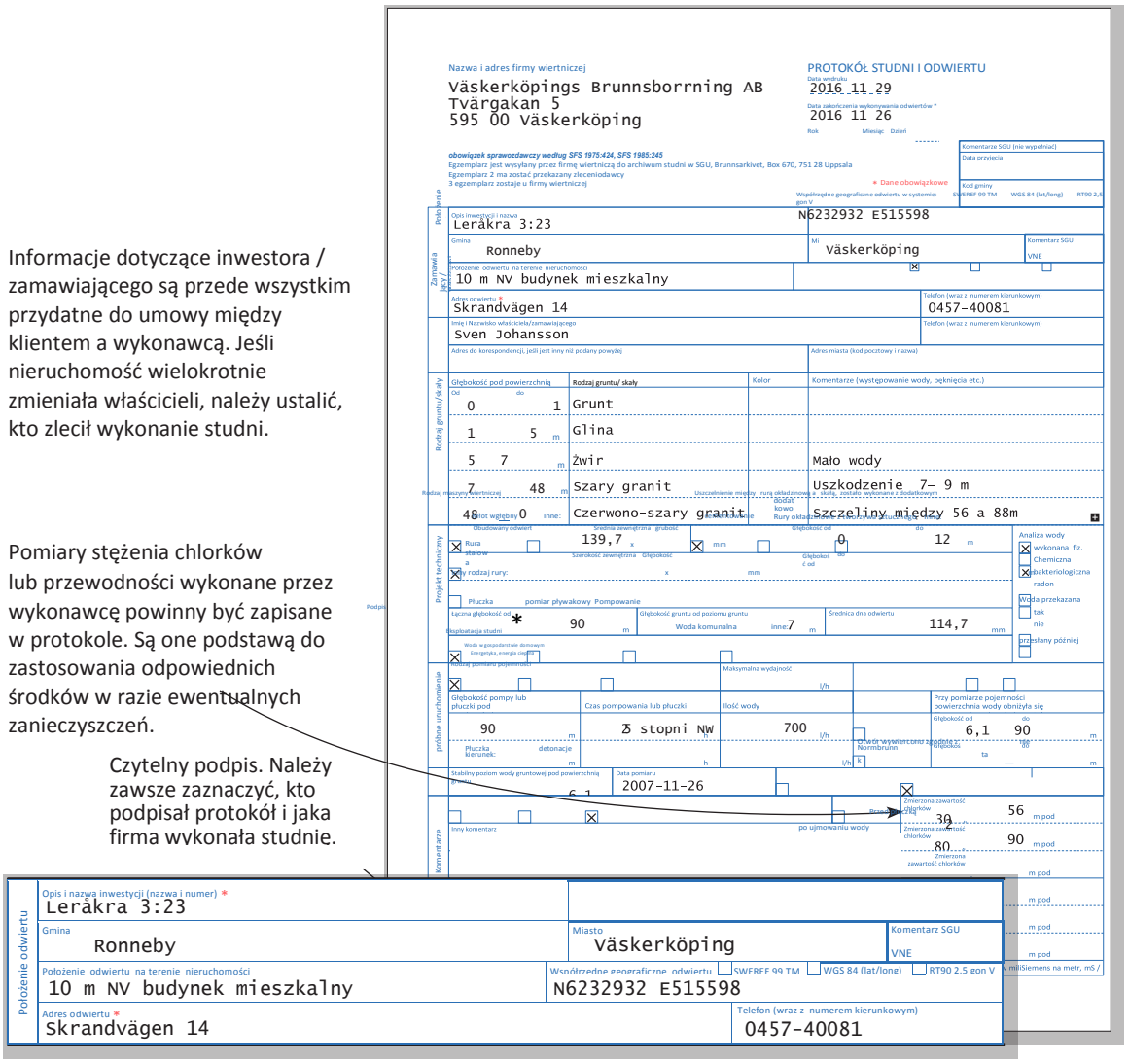
Załącznik 3. Jak należy wypełnić formularz dotyczący studni

W większości przypadków protokół odwiertu jest jedynym dokumentem opisującym studnię - inwestycję za dziesiątki tysięcy koron. Dlatego istotne jest, aby informacje w protokole były jak najbardziej szczegółowe. Jeśli informacje zawarte w protokole są dokładne i poprawne, przyszła renowacja lub kontrola studni będzie znacznie łatwiejsza.

Informacje dotyczące inwestora / zamawiającego są przede wszystkim przydatne do umowy między klientem a wykonawcą. Jeśli nieruchomość wielokrotnie zmieniała właścicieli, należy ustalić, kto zlecił wykonanie studni.

Pomiary stężenia chlorków lub przewodności wykonane przez wykonawcę powinny być zapisane w protokole. Są one podstawą do zastosowania odpowiednich środków w razie ewentualnych zanieczyszczeń.

Czytelny podpis. Należy zawsze zaznaczyć, kto podpisał protokół i jaka firma wykonała studnie.



Położenie odwiertu

Określenie położenia miejsca odwiertu jest niezbędne do identyfikacji studni. Oznaczenie nieruchomości, a najczęściej także adres. Jeśli informacje są prawidłowe, nie ma ryzyka błędu. Dzięki temu SGU może zlokalizować i nanieść studnię na mapę.

Lokalizacja studni, które zostały wykonane wiele lat temu jest bardzo trudne. Dlatego też tak ważny jest szczegółowy opis lokalizacji nowo powstających studni.

Rodzaj gruntu/skały

Głębokość pod powierzchnią Od	do	Rodzaj gruntu/ skały	Kolor	Komentarze (występowanie wody, pęknięcia etc.)
0	1 m	Grunt		
1	5 m	Glina		
5	7 m	Żwir		Mała ilość wody
7	m	Szary granit		krasigk 7- 9 meker
48	m	Czerwono-szary granit		Szczeliny- 56 a 88m

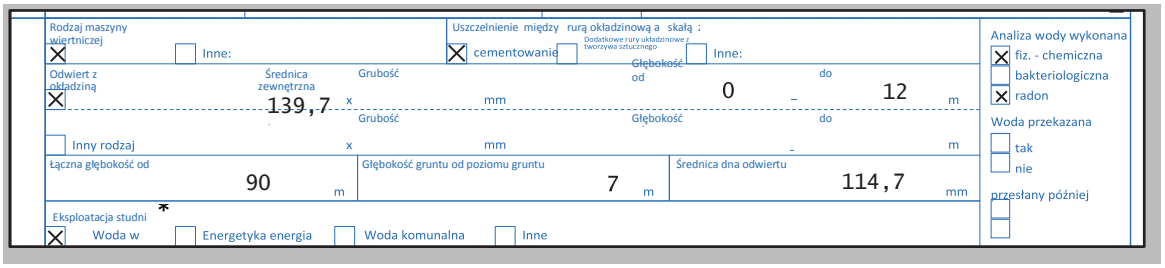
Rodzaj maszyny wiertniczej

Uszczelnienie między rurą okładzinową a skałą, zostało wykonane z dodatkowym dodatkowo

Analiza wody wykonana

Podaj rodzaj gruntu lub skały

Rodzaj gruntu lub skały dostarcza rzeczywistych informacji na temat warunków do budowy studni. Należy wskazać, która warstwa została przewiercona, na jakich poziomach znajdują się wodonośne pęknięcia w skale, itd. Jeśli wystąpią niejasności dotyczące zanieczyszczeń, ta część protokołu odwiertu wielokrotnie daje odpowiedzi, którą część odwiertu należy uszczelnić lub na jakim poziomie należy wykonać płuczkę wysokociśnieniową.



Rodzaj maszyny wiertniczej: [X] Inne:

Uszczelnienie między rurą okładzinową a skałą: [X] cementowanie [ ] Dodatkowe rury okładzinowe z tworzywa sztucznego [ ] Inne:

Odwiert z okładziną [X]: Średnica zewnętrzna 139,7 x Grubość mm; Głębokość od 0 do 12 m

[ ] Inny rodzaj: Grubość x mm; Głębokość do m

Łączna głębokość od 90 m; Głębokość gruntu od poziomu gruntu 7 m; Średnica dna odwiertu 114,7 mm

Eksploatacja studni: [X] Woda w [ ] Energetyka energia [ ] Woda komunalna [ ] Inne

Analiza wody wykonana: [X] fiz. - chemiczna [ ] bakteriologiczna [X] radon

Woda przekazana: [ ] tak [ ] nie

przesłany później [ ] [ ]

Opisz rodzaj wykonania studni/odwiertu

Studiując informacje na temat technicznego wykonania odwiertu, często można określić, czy odwiert został wykonany w sposób profesjonalny.

Szczególnie ważne jest opisanie, w jaki sposób uszczelniono przestrzeń między rurą okładzinową a skałą, jak głęboko w skale rury są zakotwione oraz jakie wymiary rur zastosowano.

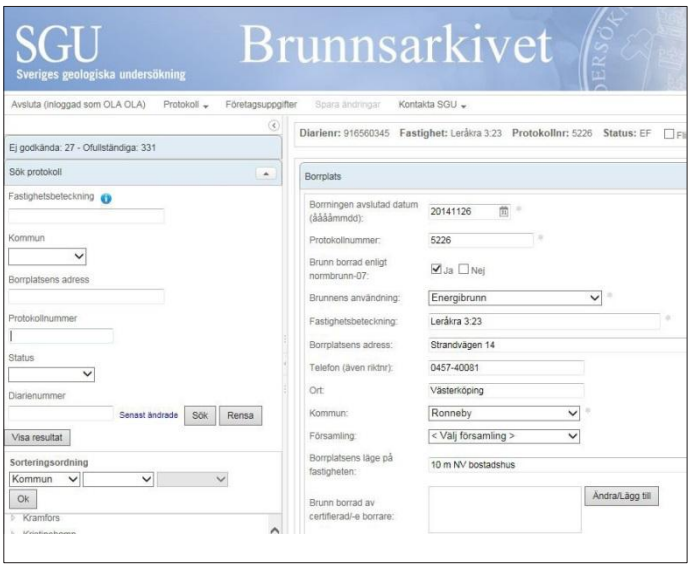
Informacja o ogólnej głębokości studni i głębokości zalegania warstw gruntu powinny być zgodne z dostępnymi danymi.

Średnicę dna studni, podaje się jako średnicę wiertła użytego do wiercenia najgłębszej części odwiertu. Informacja ta jest ważna przy wyborze rozmiaru wiertła w przypadku pogłębiania studni w przyszłości.

Należy zaznaczyć przeznaczenie studni, zwykle ujęcie wody użytkowej lub pobór energii geotermalnej.

Rejestracja za pośrednictwem strony internetowej SGU

Wykonawca ma możliwość wprowadzenia danych dotyczących odwiertu do archiwum SGU za pośrednictwem formularza internetowego. Program generuje raport w PDF, który można wydrukować i podpisać. Program pozwala na dodanie logotypu i certyfikatów wykonawców odwiertów. W celu uzyskania loginu i hasła należy skontaktować się z SGU, tel. 018 - 17 90 00.



Szwedzka Służba Geologiczna www.sgu.se

Siedziba główna:
Box 670
751 28 Uppsala
tel: 018-17 90 00
sgu@sgu.se

Varvsgatan 41
972 32 Luleå:
tel: 0920-23 79 00
mineinspect@bergsstaten.se