



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy
państwowa służba geologiczna

Załącznik nr 1.

***Analiza techniczna i ekonomiczna możliwości wykorzystania
istniejących („starych”) otworów wiertniczych do celów eksploatacji
wód termalnych w rejonie Nizy Polskiego***

Zespół autorski:

mgr inż. Anna Bliźniuk
mgr Michał Czartoryski
mgr inż. Paulina Kopera
mgr Rafał Łusiak
dr Katarzyna Pióro
dr inż. Kordian Rudziński
mgr Artur Rysak

Warszawa, 2025

pgi.gov.pl

ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa
tel. (+48) 22 45 92 000, biuro@pgi.gov.pl

Sąd Rejonowy dla m. st. Warszawy w Warszawie
XIII Wydział Gospodarczy KRS, Nr 0000122099
NIP 525-000-80-40

Spis treści

1. Procedury formalno – prawne wykorzystania istniejących odwiertów do celów geotermalnych .	3
2. Metody stosowane w procesie rekonstrukcji odwiertów	5
3. Analiza technicznych i lokalizacyjnych warunków wskazanych odwiertów (7 odwiertów) dla przeprowadzenia zabiegu rekonstrukcji.....	10
4. Opracowanie zakresu prac koncepcyjnych i kosztów rekonstrukcji odwiertów	29
5. Inwentaryzacja terenowa wraz z informacjami formalno – prawnymi wybranych odwiertów ...	41
6. Spis wykorzystanych materiałów.....	49
7. Spis fotografii	51

1. Procedury formalno – prawne wykorzystania istniejących odwiertów do celów geotermalnych

Adaptacja istniejących, niewykorzystywanych otworów wiertniczych do celów eksploatacji wód termalnych wymaga przeprowadzenia kompleksowej procedury administracyjno-prawnej, opartej na przepisach ustawy z dnia 9 czerwca 2011 r. – Prawo geologiczne i górnicze (Dz. U. 2024, poz. 1290, t.j.) [1] oraz aktach wykonawczych i regulacjach środowiskowych. Pomimo, że wykorzystanie istniejącego otworu może z pozoru wydawać się mniej złożone niż wykonanie nowego odwiertu, formalny zakres wymaganych czynności jest porównywalny (tabela 1).

Organem sprawującym nadzór administracyjny nad procesem przystosowania odwiertu (Spełnienie warunków decyzji) jest właściwy miejscowo marszałek województwa, odpowiedzialny za zatwierdzanie dokumentacji geologicznej oraz udzielanie zezwoleń związanych z prowadzeniem robót geologicznych.

Projekt robót geologicznych

Podstawowym dokumentem inicjującym proces adaptacji odwiertu jest projekt robót geologicznych, który stanowi formalną podstawę do prowadzenia działań terenowych. Dokument ten powinien zostać opracowany przez osobę posiadającą uprawnienia zawodowe w kategorii IV (hydrogeologia) i zostać zatwierdzony decyzją administracyjną właściwego marszałka województwa. Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 20 grudnia 2011 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących projektów robót geologicznych, w tym robót, których wykonanie wymaga uzyskania koncesji (Dz. U. z 2023 r. poz. 155) [2]:

- precyzyjnie określony cel planowanych robót oraz metodykę jego osiągnięcia,
- opis zakresu przestrzennego i czasowego realizacji robót,
- wskazanie rodzaju dokumentacji geologicznej planowanej do sporządzenia,
- charakterystykę działań z zakresu ochrony środowiska, w tym procedury likwidacyjne i rekultywacyjne.

Zgoda właściciela/użytkownika wieczystego nie jest wymagana do złożenia wniosku o zatwierdzenie PRG, jednak musi być uzyskana przed rozpoczęciem robót geologicznych, gdyż wykonywanie robót nie może naruszać praw właścicieli [3] Przed przystąpieniem do realizacji robót, co najmniej 14 dni wcześniej, wymagane jest dokonanie zgłoszenia zamiaru rozpoczęcia prac do właściwego organu administracji geologicznej, właściwego miejscowo organu samorządowego (wójta lub burmistrza) oraz – w razie potrzeby – do właściwego miejscowo Dyrektora Okręgowego Urzędu Górniczego.

Dostęp do informacji geologicznej

Efektywna realizacja projektu wymaga wcześniejszego dostępu do informacji geologicznej. Dane te, stanowiące własność Skarbu Państwa, są przechowywane w Narodowym Archiwum Geologicznym lub w odpowiednim archiwum wojewódzkim. Wykorzystanie tych informacji do celów komercyjnych wymaga uzyskania odpłatnego prawa do ich użycia. Procedura obejmuje wycenę danych przez osobę uprawnioną oraz zawarcie stosownej umowy z właściwym organem administracji geologicznej. Do dokumentacji należy dołączyć kopię dokumentu potwierdzającego istnienie prawa do korzystania z informacji geologicznej, która została wykorzystana przy jej sporządzaniu.

Plan ruchu zakładu górniczego

Po zatwierdzeniu projektu robót geologicznych niezbędne jest opracowanie planu ruchu zakładu górniczego. Dokument ten, składany do Dyrektora Okręgowego Urzędu Górniczego, określa

organizację prac, procedury bezpieczeństwa, sposób monitoringu parametrów eksploatacyjnych oraz środki techniczne zapewniające zgodność z przepisami prawa geologicznego i górniczego.

Decyzja o środowiskowych uwarunkowaniach

Zgodnie z Rozporządzeniem Rady Ministrów z dnia 10 września 2019 r. w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko (Dz. U. 2019, poz. 1839) [4], rozpoczęcie eksploatacji wód termalnych z wykorzystaniem istniejącego odwiertu może wymagać uzyskania decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach. Obowiązek ten zachodzi szczególnie w przypadku lokalizacji inwestycji na obszarach objętych formami ochrony przyrody lub w przypadku budowy rozbudowanej infrastruktury technicznej.

Dokumentacja hydrogeologiczna

Kolejnym etapem jest sporządzenie dokumentacji hydrogeologicznej ustalającej zasoby eksploatacyjne ujęcia solanek, wód leczniczych i termalnych. Dokumentacja ta, przygotowana zgodnie z wymogami Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2016 r. (Dz. U. 2016, poz. 2033) [5], musi być złożona w wersji papierowej oraz elektronicznej. Wniosek o jej zatwierdzenie składa się do właściwego miejscowo Marszałka Województwa -a jej integralną częścią jest wykazanie prawa do informacji geologicznej.

Koncesja na wydobywanie i obowiązki eksploatacyjne

Działalność polegająca na wydobywaniu wód termalnych wymaga uzyskania koncesji na wydobywanie kopalin ze złóż. Koncesji tej udziela właściwy miejscowo marszałek województwa na podstawie kompletnego wniosku zawierającego m.in. zatwierdzoną dokumentację hydrogeologiczną, projekt zagospodarowania złoża, dokumenty własnościowe i umowy dotyczące informacji geologicznej. Po otrzymaniu koncesji i utworzeniu zakładu górniczego możliwe jest rozpoczęcie eksploatacji.

Zgodnie z obwieszczeniem Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 24 listopada 2024 r. (M.P. 2024, poz. 995) [6], w przypadku wód termalnych obowiązuje zerowa stawka opłaty eksploatacyjnej. Niemniej jednak obowiązkiem przedsiębiorcy pozostaje coroczne sporządzanie operatu ewidencyjnego, stanowiącego podstawę do rozliczeń ilościowych i jakościowych wydobywania.

Tabela 1. Porównanie procedur formalnoprawnych towarzyszących istniejącym oraz nowym otworom geotermalnym.

Etap proceduralny	Istniejący (niewykorzystywany) odwiert	Nowy odwiert geotermalny
Zakres projektu robót geologicznych	Rekonstrukcja, testy hydrodynamiczne, zabudowa pompy; brak fazy wiercenia	Pełen cykl wiertniczy (dobór urządzeń, cementacja, instalacja kolumn produkcyjnych)
Zatwierdzenie projektu	Właściwy miejscowo marszałek województwa; uproszczony harmonogram	Właściwy miejscowo marszałek województwa; pełny harmonogram prac wiertniczych

2. Metody stosowane w procesie rekonstrukcji odwiertów

Rekonstrukcja odwiertów, zwłaszcza tych przeznaczonych do celów eksploatacji wód termalnych, stanowi złożony proces, który ma na celu przywrócenie lub poprawę stanu technicznego konstrukcji danego odwiertu, zarówno w jego części wgłębnej, jak i powierzchniowej. Proces ten jest niezbędny do przygotowania otworu do efektywnej i bezpiecznej pracy w systemie geotermalnym. Istotne jest uwzględnienie specyfiki odwiertów geotermalnych, które mogą być adaptowane z otworów istniejących, w tym tych realizowanych przez Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy (PIG-PIB), które z założenia mają charakter badawczo-rozpoznawczy i są szczegółowo opróbowane, co czyni je szczególnie wartościowymi dla celów geotermalnych.

Proces rekonstrukcji może obejmować różnorodne działania, w zależności od stanu technicznego obiektu i wymagań specyficznych dla danego projektu geotermalnego. Działania te można zrealizować w trzech kluczowych obszarach:

- **Odtworzenie obiektu zniszczonego lub zlikwidowanego:** czynności w tym zakresie mogą obejmować wiercenie nowych sekcji odwiertu w miejscu zniszczonego lub zlikwidowanego obiektu, co jest konieczne, gdy pierwotna struktura jest nieodwracalnie uszkodzona lub nie nadaje się do adaptacji na potrzeby geotermalne.
- **Odnowienie istniejącego obiektu:** ta kategoria działań skupia się na modernizacji istniejących konstrukcji odwiertu, aby spełniały one nowe standardy i wymagania operacyjne systemów geotermalnych. Może to obejmować wymianę wyposażenia, a także ulepszenie systemów monitoringu i kontroli.
- **Naprawa całego lub części istniejącego obiektu:** obejmuje to działania mające na celu usunięcie konkretnych uszkodzeń lub awarii w strukturze odwiertu, takich jak uszkodzenia rur okładzinowych czy zatorów w przepływie płynów.

Rekonstrukcja może być wykonana zarówno w sposób kompletny, jak i częściowy, w zależności od stanu istniejącego obiektu oraz celów i potrzeb projektu geotermalnego. Kluczowym aspektem jest tutaj dostosowanie zakresu prac rekonstrukcyjnych do specyficznych warunków i wymagań danego odwiertu.

Rekonstrukcja istniejących ("starych") otworów wiertniczych w celu adaptacji do eksploatacji wód termalnych, wymaga zastosowania zaawansowanych technik i metod. Proces ten jest skomplikowany ze względu na konieczność adaptacji otworów, które pierwotnie służyły innym celom – takim jak poszukiwania i eksploatacja ropy naftowej, gazu ziemnego, a także rozpoznanie zasobów wód podziemnych lub wcześniejsza eksploatacja wód geotermalnych – do nowych funkcji związanych z wykorzystaniem ich potencjału dla celów eksploatacji wód termalnych. W procesie rekonstrukcji odwiertów stosuje się zróżnicowane podejścia, które zasadniczo można podzielić na trzy główne kategorie:

- metody wiertnicze,
- metody diagnostyczne oceniające stan techniczny,
- metody badawcze, które pozwalają na ocenę parametrów złożowych oraz potwierdzają skuteczność wykonanych prac.

Bez względu na to, czy mamy do czynienia z odwiertami zlikwidowanymi (częściowo lub całkowicie), czy też niezlikwidowanymi, zachowującymi infrastrukturę powierzchniową, w każdym przypadku konieczne jest zastosowanie kombinacji metod wiertniczych, diagnostycznych i badawczych [7].

Metody wiertnicze

Pierwsza kategoria metod, czyli metody wiertnicze, obejmuje szeroki zakres operacji technicznych, takich jak ponowne wiercenie, zabiegi instrumentacyjne, cementacja, intensyfikacja przepływu za pomocą kwasowania i/lub szczelinowania hydraulicznego, perforacja rur produkcyjnych oraz inne prace techniczne. Należy nadmienić, że szczelinowanie hydrauliczne, pierwotnie stosowane głównie w sektorze wydobywania ropy i gazu, obecnie znajduje również zastosowanie w rekonstrukcji odwiertów geotermalnych, znacząco poprawiając przepuszczalność i efektywność formacji skalnych [8].

Prace wiertnicze składają się z kilku kluczowych etapów. Na początku realizowane jest przygotowanie terenu, w tym budowa dróg dojazdowych, placu manewrowego oraz ziemnego zbiornika retencyjnego z rurociągami zrzutowymi, a także zaplecza wiertni. Istotnym elementem są również montaż i demontaż urządzenia wiertniczego, a po zakończeniu robót następuje rekultywacja terenu. Proces wiercenia obejmuje zwiercanie korków cementowych oraz, jeśli zachodzi taka potrzeba, wykonanie otworu bocznego. Kolejnym krokiem jest rurowanie, jeśli jest wymagane. W dalszej części realizowane są prace serwisowe, które obejmują m.in. rejestrację parametrów wiercenia, serwis płuczkowy, cementacyjny oraz intensyfikacyjny [7].

Metody diagnostyczne

Do metod diagnostycznych należy zaliczyć przede wszystkim badania geofizyczne, które umożliwiają ocenę stanu technicznego odwiertu, w tym jego drożność, integralność orurowania oraz skuteczność cementacji kolumn rur. Badania te mogą być prowadzone zarówno na etapie wstępnym, przed rozpoczęciem właściwych prac rekonstrukcyjnych, jak i w trakcie lub po zakończeniu tych prac, pełniąc funkcję kontroli jakości wykonanych działań [9]. Techniki geofizyczne pozwalają na identyfikację ewentualnych problemów, takich jak nieszczelności czy uszkodzenia strukturalne, co umożliwia wczesne wykrycie konieczności interwencji i zapobiega dalszym uszkodzeniom [10].

W zależności od rodzaju rekonstrukcji, stosuje się różne metody pomiarowe. Gdy nie ma potrzeby pogłębiania otworu ani wykonywania otworu bocznego, a nowa część złoża nie jest udostępniana, metody geofizyczne skupiają się na ocenie stanu technicznego istniejącego orurowania. W takich przypadkach stosuje się m.in.: średnicomierz wieloramienny do wykrywania deformacji rur (np. MIT 60), defektoskopię elektromagnetyczną (EMDS) do pomiaru grubości ścianki rur oraz cementomierz akustyczny (CBL lub RBT) do oceny stanu cementacji [11].

W przypadku dodatkowego wiercenia i udostępnienia nowej części zbiornika wód termalnych, stosuje się standardowe zestawy pomiarów geofizycznych, takie jak przy nowych odwiertach. Ich celem jest m.in. określenie profilu litologiczno-stratygraficznego przewiercanych skał, ocena stref o własnościach zbiornikowych, a także pomiary temperatury, ciśnienia oraz ocena stanu strefy przyodwiertowej. Metody pomiarowe obejmują m.in. spektrometryczne profilowanie naturalnego promieniowania gamma (CSNG), profilowanie neutronowe (DSNT), dwuzakresowe profilowanie oporności (DLLT/SP), mikroprofilowanie oporności sferycznej (MSFLD), sondę akustyczną z zapisem falowym (B-SAT), profilowanie średnicy otworu (FIAC), profilowanie temperatury, ciśnienia i oporności płuczki (BHPT), profilowanie krzywizny otworu (WOT), skaner elektryczny (XRMI) oraz dipolową sondę akustyczną (WSTT). Metody te pozwalają na dokładne określenie profilu litologiczno-stratygraficznego, parametrów fizycznych i zbiornikowych, a także stanu strefy przyodwiertowej. Dzięki temu można efektywnie ocenić właściwości geologiczne i zbiornikowe nowych stref złożowych [7].

Przy rekonstrukcji odwiertów chłonnych oraz dubletów geotermalnych (składających się z otworu eksploatacyjnego i otworu chłonnego) niezbędne jest przeprowadzenie zarówno testów chłonności, jak i eksploatacyjno-zatłaczających [12]. Kolejność oraz zakres stosowanych metod rekonstrukcji zależą przede wszystkim od stopnia likwidacji otworu, jego wieku, głębokości oraz aktualnego stanu technicznego.

W przypadku otworów całkowicie lub częściowo zlikwidowanych, priorytetem są prace wiertnicze mające na celu przywrócenie dostępu do otworu, co umożliwia przeprowadzenie wstępnych badań diagnostycznych. Z kolei w otworach niezlikwidowanych, które posiadają zagłowiczenie i są w lepszym stanie technicznym, prace rozpoczynają się zazwyczaj od badań diagnostycznych [7].

Metody badawcze

Trzecią grupę metod stosowanych w procesie rekonstrukcji odwiertów geotermalnych stanowią metody badawcze, obejmujące zarówno badania hydrogeologiczne, jak i wybrane techniki geofizyczne. W początkowych fazach rekonstrukcji służą one do rozpoznania złożowych właściwości formacji skalnych, co najczęściej realizowane jest poprzez opróbowanie złoża przy użyciu specjalistycznych narzędzi, pompowania kontrolne metodą "airlift" lub pomiary produkcyjne z wykorzystaniem sondy „Production Logging” [13], [7]. Ważną rolę odgrywają również pomiary ciśnienia i temperatury, które pozwalają na ocenę termicznych i hydraulicznych właściwości złoża, kluczowych dla jego efektywnej eksploatacji [14], [15].

Po zakończeniu prac wiertniczych oraz wstępnych badań diagnostycznych przeprowadza się zaawansowane testy hydrogeologiczne, mające na celu szczegółową ocenę parametrów złożowych, takich jak przepuszczalność, wydajność i zdolność zbiornikowa warstwy wodonośnej. Do metod tych należą m.in. testy hydrodynamiczne, badawcze pompowania próbne oraz próbna eksploatacja odwiertu. Dodatkowo, w dalszych etapach rekonstrukcji stosuje się pompowania badawcze, które są istotnym narzędziem do potwierdzenia skuteczności przeprowadzonych działań oraz dalszej oceny parametrów hydrogeologicznych. Pompowania oczyszczające usuwają pozostałości płuczki wiertniczej i udrażniają strefy dopływu, przygotowując otwór do dalszych badań. Pompowania pomiarowe obejmują krótkotrwałe testy hydrodynamiczne w warunkach nieustalonych oraz długotrwałe pompowania w warunkach quasi-ustalonych, które stosuje się w przypadku wód o niższej mineralizacji i temperaturze. W sytuacjach, gdy dostępny jest dublet otworów geotermalnych (eksploatacyjny i chłonny), możliwe jest przeprowadzenie pompowań eksploatacyjno-zatłaczających, co pozwala na efektywne zarządzanie zasobami geotermalnymi [16], [7].

Koszty metod rekonstrukcji

Zakres prac związanych z rekonstrukcją otworu wiertniczego może znacznie różnić się w zależności od jego stanu technicznego, który determinuje konieczność podjęcia określonych działań naprawczych i modernizacyjnych. Złożoność tych prac bezpośrednio wpływa na wysokość nakładów finansowych, które są uzależnione od rodzaju i skali realizowanych prac. W tabeli 2. przedstawiono orientacyjne nakłady finansowe związane z poszczególnymi etapami rekonstrukcji, podzielone na trzy główne kategorie: metody wiertnicze, diagnostyczne oraz badawcze.

W celu oszacowania kosztów podjęto próbę analizy rynku, mającą na celu pozyskanie wiążących ofert od firm świadczących usługi geologiczne i wiertnicze. Jednakże, z uwagi na specyfikę sektora oraz ograniczony dostęp do aktualnych danych komercyjnych, nie udało się uzyskać

szczegółowych informacji. W związku z tym, koszty zostały oszacowane na podstawie opracowania Bujakowskiego [7], uwzględniając przy tym inflację charakterystyczną dla sektora usług. Takie podejście pozwoliło na stworzenie orientacyjnego kosztorysu, który odzwierciedla warunki rynkowe w sposób zbliżony do rzeczywistych, przy jednoczesnym zachowaniu spójności z metodologią stosowaną w literaturze przedmiotu.

Tabela 2. Szacunkowe koszty metod stosowanych przy rekonstrukcji otworów – stan na 2024 r.

Rodzaj prac	Szacunkowe koszty netto [zł]
Metody wiernicze	
• Mobilizacja i przygotowanie terenu wiertni, transport i montaż sprzętu. • Demontaż i powrotny transport urządzeń. • Utylizacja odpadów oraz rekultywacja terenu. • Budowa ziemnego zbiornika retencyjnego.	900 000 – 2 500 000 w zależności od wielkości urządzenia
Wiercenie otworu bocznego (w ramach rekonstrukcji kierunkowej), obejmujące pobieranie rdzeni, a także usługi związane z kierunkowym prowadzeniem wiercenia oraz rejestracją parametrów.	5 000 – 6 000/1 mb w zależności od głębokości
Inne prace wiernicze i instrumentacyjne	60 000 – 95 000/doba pracy urządzenia
Perforacja rur okładzinowych za pomocą perforatora rurowego w celu udostępnienia strefy złożowej	ok. 6 000/1 mb
Kwasowanie otworu (w zależności od głębokości interwału przewidzianego do kwasowania)	300 000 – 650 000
Zabudowa rur okładzinowych, w tym koszt rur (w zależności od średnicy rur i rodzaju stali)	400 – 1000/1 mb
Zabudowa kolumny filtrowej (w zależności od rodzaju filtra, głębokości zabudowy i długości)	300 000 – 950 000
Metody diagnostyczne	
Geofizyczne badania stanu technicznego orurowania otworu: • średnicomierz wieloramienny MIT-60 • defektoskopia elektromagnetyczna EMDS • cementomierz akustyczny RBT lub CBL	200 000 – 400 000 w zależności od długości odcinka pomiarowego
Badania geofizyczne w przypadku udostępnienia nowej części złoża poprzez wiercenie kierunkowego otworu bocznego: • spektrometryczne profilowanie naturalnego promieniowania gamma CSNG • profilowanie neutronowe DSNT • dwuzakresowe profilowanie oporności sterowane DLLT/SP • mikroprofilowanie oporności sferyczne MSFLD • sonda akustyczna z zapisem falowym B-SAT	500 000 – 1 000 000 w zależności od długości odcinka pomiarowego

Rodzaj prac	Szacunkowe koszty netto [zł]
• profilowanie średnicy otworu FIAC • profilowanie temperatury, ciśnienia i oporności płuczki BHPT • profilowanie krzywizny otworu WOT • skaner elektryczny XRF • dipolowa sonda akustyczna WSTT • cementomierz RBT lub CBL	
Metody badawcze	
Pomiar sondą „Production Logging”	60 000 – 125 000 w zależności od długości odcinka pomiarowego
Rurowy próbnik złoża (koszt pojedynczego pomiaru wraz z interpretacją)	60 000 – 90 000
Pompowanie oczyszczające („airlift”)	60 000 – 125 000
Pompowanie badawcze (testy hydrodynamiczne) wraz z badaniami laboratoryjnymi próbek wody	190 000 – 400 000
Próbna eksploatacja lub pompowanie eksploatacyjno-zatłaczające (długotrwałe)	12 000 – 25 000/dobę

3. Analiza technicznych i lokalizacyjnych warunków wskazanych odwiertów (7 odwiertów) dla przeprowadzenia zabiegu rekonstrukcji

W celu przeprowadzenia przedmiotowej analizy wykonano przegląd archiwalnych danych otworowych zgromadzonych w dostępnych bazach danych PIG-PIB z Niżu Polskiego zawężonych do obszarów w promieniu do 10 km od miejscowości wytypowanych we wstępnej selekcji miast w raporcie końcowym (tab. 11 raportu). Głównymi kryteriami wyboru odwiertów, poza położeniem w niedalekiej odległości (do 10 km) od miejscowości, które mogłyby stanowić potencjalne źródło odbioru wytwarzanej na bazie tych otworów energii geotermalnej, były potencjalne własności zbiornikowe przewiercanych otworami horyzontów oraz kompletność archiwalnych dokumentacji wykonanych dla nich prac. Ostatecznie do dalszej, bardziej szczegółowej analizy wytypowano 7 odwiertów z czego odwiert Iwiczna IG-1 został zaprezentowany w opracowaniu Bujakowskiego W. (2021) (rys. 1). Jak wspomniano w raporcie końcowym dane techniczne oraz analizę możliwości rekonstrukcji otworu Iwiczna IG-1 załączono do niniejszego opracowania celem ułatwienia odniesienia dla potencjalnych inwestorów do zaprezentowanej w bieżącym opracowaniu aktualizacji szacunkowych kosztów jego rekonstrukcji oraz podkreślenia przydatności otworu Iwiczna IG-1 jako repera dla inwestycji w pobliżu omawianych w bieżącym załączniku miejscowości pow. 50 tys. mieszkańców (miejscowości Warszawa oraz Piaseczno). Wybrane odwierty Autorzy podzielili na trzy grupy:

- główna grupa otworów,
- grupa otworów rezerwowych,
- pozostałe otwory.

Przynależność do danej grupy otworów stanowiła rekomendację do wykonania rekonstrukcji. Krótką charakterystykę wybranych odwiertów zawiera poniższa tabela 3, natomiast bardziej szczegółowe informacje przedstawiono poniżej. Potencjalne parametry ustalono w oparciu o analizę dokumentacji otworowych lub interpretację danych regionalnych wykonaną przez autorów niniejszego załącznika. Dane przedstawione w niniejszym rozdziale pochodzą z baz danych PIG-PIB i dostępnych materiałów archiwalnych NAG. W sytuacji występowania w otworze kilku poziomów zbiornikowych do ewentualnej eksploatacji został wytypowany poziom, który znajduje się najpłycej a jego parametry hydrogeologiczne oraz temperatura i mineralizacja dają potencjalne możliwości jego wykorzystania jako otwór geotermalny w sieci ciepłowniczej.

Tabela 3. Ogólna charakterystyka otworów wytypowanych wstępnie do rekonstrukcji

Nazwa otworu	Potencjalny poziom zbiornikowy	potencjalna temperatura złożowa* °C	Potencjalna mineralizacja [g/dm ³]*	Potencjalna wydajność [m ³ /h]*
Gorzów Wielkopolski IG-1	J1	37	64,4	150
Gostynin 8	K1	40	2	237,5
Grudziądz - 2	J1	48	80,25	15,6

Iwiczna IG-1	J1	50-51	80-87	120-130
Łódź EC II-3	K1	27	1	50,2
Rzeki IG-1	T2	38	22	13,8
Bełchatów 9	J1	56	15	133,8

*Parametry przewidywane po wykonaniu rekonstrukcji

	główna grupa otworów
	grupa otworów rezerwowych
	pozostałe otwory



Rys. 1. Mapa obszaru Niżu Polskiego [17] z lokalizacją wytypowanych we wstępnej selekcji miast wraz z umiejscowieniem 6 "starych" poddanych analizie technicznej otworów oraz otworu Iwiczna IG-1.

Otwór Gorzów Wielkopolski IG-1

Otwór Gorzów Wielkopolski IG-1 wykonany został w latach 1957 – 1959 w celu badawczym. Położony jest w miejscowości Ulim, gmina Deszczno, powiat gorzowski, województwo lubuskie. W odległości nie przekraczającej 5 km znajduje się miasto Gorzów Wielkopolski. Według informacji zawartej w bazie danych otworowych PIG-PIB, zlokalizowany został w obrębie działki nr 99/4 obręb Ulim. Jego współrzędne w układzie „PUWG 1992” są następujące:

X=542062,46

Y=244894,34

- Rzędna terenu w miejscu nawiercenia wynosi ok. 22,0 m n.p.m.
- Głębokość otworu wynosi 3100,5 m

Parametry złożowe:

W otworze opróbowano kilka poziomów zbiornikowych: dolnotriasowy, dwa dolnojurajskie, dolnojurajsko-środkowojurajski, dolnokredowy oraz górnokredowy.

- Poziom 2044,0 - 2045,0 m; trias (ret). W listopadzie 1959 roku przeprowadzono zabieg perforacji bezpociskowej rur. Po perforacji nastąpiło zgniecenie rur uniemożliwiające opróbowanie niższych poziomów. Z odstłoniętego przez perforację poziomu uzyskano samowypływ solanki o wydajności 0,05 m³/h. Próbkę zanieczyszczona była fenolem. Po likwidacji otworu do głębokości 1826,0 m i wycięciu rur 6 5/8" stwierdzono przetarcie rur 9 5/8" na głębokości 1054,9 uniemożliwiające opróbowanie wszystkich horyzontów poniżej
- Poziom/głębokość 1054,9 m; dolna jura. Samoczynny wypływ solanki w miejscu przetarcia rur 9 5/8". Solanka silnie zanieczyszczona płuczką. Sucha pozostałość 53,1 g/dm³, ciężar właściwy 1,0337 g/cm³, pH 7. Wody reliktove częściowo wysłodzone.
- Poziom 1000,0 - 1020,0 m; dolna jura. Poziom udostępniony przez perforację rur 9 5/8". Uzyskano samoczynny wypływ solanki w ilości 18 m³/h. Stabilizacja zwierciadła hydrostatycznego wody na 48 m powyżej powierzchni terenu. Nie zaobserwowano objawów występowania węglowodorów. Temperatura solanki mierzona na wypływie wynosiła 37 °C, ciśnienie głowicowe 5 at. Sucha pozostałość wynosiła 64,4 g/dm³, ciężar właściwy 1,0423 g/cm³, pH 7. Wody określono jako 6,4% solankę chlorkowo-sodową, jodkową. Otwór w przelocie 820,0 - 765,0 m zlikwidowano korkiem cementowym.
- Poziom 750,0 – 760,0 m; jura dolna/jura środkowa. Samoczynny wypływ wody zanieczyszczonej płuczką, wydajność 12 m³/h. Poziom udostępniony przez perforację rur 9 5/8". Sucha pozostałość wynosiła 31,9 g/dm³, ciężar właściwy 1,0206 g/cm³, temperatura na wypływie 32 °C, pH=7. Wody scharakteryzowano jako 3,2% typu chlorkowo-sodowego. Poziom zlikwidowano korkiem cementowym na głębokości 765,0 – 730,0 m.
- Poziom 720,0 – 725,0 m; jura środkowa/kreda dolna. Samoczynny wypływ wody zanieczyszczonej płuczką z wydajnością 4,8 m³/h, ciśnienie głowicowe 0 at. Poziom udostępniony przez perforację rur 9 5/8". Sucha pozostałość wynosiła 30,7 g/dm³, ciężar właściwy 1,0205 g/cm³, pH=8. Temperatura wody na wypływie 22 °C. Wodę scharakteryzowano jako 3,1% chlorkowo-sodową. Otwór zlikwidowano korkiem cementowym w przelocie 630,0 – 580,0 m.
- Poziom 565,0 – 575,0; kreda górna. Poziom udostępniony przez perforację rur 9 5/8". Uzyskując przepływ wody. Pomierzono jedynie poziom hydrostatyczny. Zwierciadło stabilizowało na

głębokości 15,0 m.p.p.t. Z próbki pobranej łyżką wiertniczą oznaczono suchą pozostałość w wartości 30,0 g/dm³, ciężar właściwy 1,0203 g/cm³, pH=7. Wodę scharakteryzowano jako 3,0% wodę chlorkowo-sodową, jodkową. Otwór zlikwidowano korkami cementowymi na głębokościach 580,0 – 480,0 m oraz 30,0 – 0,0 m [18], [19], [20].

Konstrukcja otworu (zarurowanie)			
Zarurowanie	Średnica rur	Głębokość m	Charakterystyka
Rury stalowe	24"	0,0 – 8,0	cementowane do wierzchu
Rury stalowe	13 ³ / ₈ "	0,0 – 306,2	cementowane do wierzchu
Rury stalowe	9 ⁵ / ₈ "	0,0 – 1736,0	cementowane do wierzchu
Rury stalowe	6 ⁵ / ₈ "	1810,2 – 2600,6	Rury wycięte na głębokości 1810,2 m cementowane od buta do 1736,0 m
Otwór bosy	-	2600,6 – 3100,5	-

Uproszczony profil stratygraficzny:

czwartorzęd	0,0 – 147,2m,
paleogen	147,2 – 177,5
kreda górna	177,5 – 712,0 m,
kreda dolna	712,0 – 723,55 m,
jura środkowa	723,55 – 755,77 m,
jura dolna	755,7 - 1131,9 m,
trias górny	1131,9 – 1636,0 m,
trias środkowy	1636,0 – 1968,4 m,
trias dolny	1968,4 – 2591,8 m,
perm górny	2591,8 – 3100,5 m.

Nadmienić należy, że otwór Gorzów Wielkopolski IG-1 znajduje się w strefie modelowych wydajności dolnej jury rzędu 150 m³/h.



Rys. 2. Lokalizacja otworu Gorzów Wielkopolski IG-1 (wg bazy PIG-PIB) na tle mapy topograficznej oraz ortofotomapy z zaznaczonymi granicami działek ewidencyjnych

Otwór Gostynin 8

Otwór Gostynin 8 został wykonany w latach 1984 – 1985 w celu złożowym. Położony jest w miejscowości Karolew, gmina Gąbin, powiat płocki, województwo mazowieckie. W odległości nie przekraczającej 10 km od otworu znajduje się miasto Płock. Według informacji zawartych w podsystemie Otwory wiertnicze Centralnej Bazy Danych Geologicznych otwór Gostynin 8 zlokalizowany został w obrębie działki nr 74, obręb 0014 Karolew. Współrzędne otworu w układzie „PUWG 1992” są następujące:

X: 510 712,51

Y: 549 988,26

- Rzędna terenu w miejscu wiercenia wynosi ok. 70,0 m n.p.m.
- Głębokość otworu wynosi 2280,0 m.

Parametry złożowe:

W trakcie wiercenia otworu Gostynin 8 wykonano kilkakrotnie opróbowanie rurowym próbnikiem złoża. Próby złożowe zostały wykonane w następujących interwałach [21]:

- 1659 – 1716 m (jura górna): brak przyływu
- 1712 – 1749 m (jura górna): brak przyływu
- 1738 – 1767 m (jura górna):
 - przyływ płynu złożowego w ilości 1,9 m³ w czasie 35 minut
 - ciśnienie złożowe: 182,4 at
 - typ chemiczny wody: 7,5 % Cl-Ca
 - temperatura opróbowanego poziomu: 50,8 °C
- 2032 – 2081 m (jura górna):
 - przyływ solanki w ilości 6,06 m³ w czasie 36 minut
 - ciśnienie złożowe: 214 at
 - typ chemiczny wody: 9,3 % Cl-Ca
 - temperatura opróbowanego poziomu: 61,85 °C
- 2259 – 2280 m (jura środkowa)
 - przyływ solanki w ilości 9 m³ w czasie 28 minut
 - ciśnienie złożowe: 236,5 at
 - temperatura opróbowanego poziomu: 76,85 °C

Po zakończeniu wiercenia przeprowadzono próby złożowe w 4 interwałach:

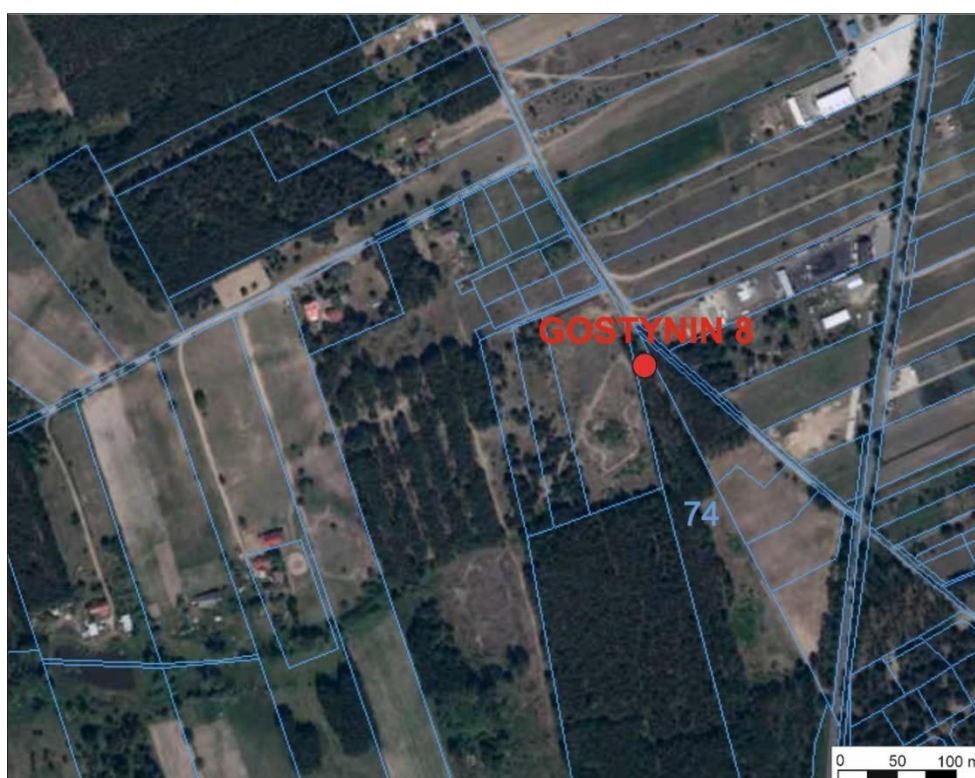
- 1434 – 1480 m (kreda dolna)
 - przyływ 4960 l wody średnio zmineralizowanej w czasie 29 minut
 - ciśnienie złożowe: 135,9 at
 - typ chemiczny wody: SO₄-Na
 - temperatura opróbowanego poziomu: 52,85 °C
- 1360 – 1380 m (kreda dolna)
 - przyływ 6 m³ wody słabo zmineralizowanej w czasie 27 minut
 - ciśnienie złożowe: 136,7 at
 - temperatura opróbowanego poziomu: nie określono
- 1290 – 1303 m (kreda dolna): brak przyływu
- 1217 – 1227 m (kreda dolna):

- o przyptyw 5,55 m³ wody słabo zmineralizowanej w czasie 20 min
- o ciśnienie złożowe: 118,2 at.
- o temperatura opróbowanego poziomu: nie określono

Konstrukcja otworu (zarurowanie)			
Zarurowanie	Średnica rur	Głębokość	Charakterystyka
Rury stalowe	20"	0,0 – 15,0 m	cementowane do wierzchu
Rury stalowe	13 3/6"	0,0 – 235,0 m	cementowane do wierzchu
Rury stalowe	9 5/8"	0,0 – 1434,0 m	od 1434 m do 1147 m cementowane, od 1147 m do powierzchni wypełnione mieszaniną gigitaru z płuczką
Otwór bosy	Otwór bosy	1434,0 – 2280,0 m	-

Uproszczony profil stratygraficzny:

czwartorzęd	0,0 – 63,0 m
trzeciorzęd	63,0 – 123,0 m
kreda górna	123,0 – 1216,5 m
kreda dolna	1216,5 – 1497,0 m
jura górna	1497,0 – 2256,0 m
jura środkowa (nieprzewiercona)	2256,0 – 2280,0 m



Rys. 3. Lokalizacja otworu Gostynin 8 (wg bazy PIG-PIB) na tle mapy topograficznej oraz ortofotomapy z zaznaczonymi granicami działek ewidencyjnych

Otwór Grudziądz - 2

Zawarte w poniższym opisie informacje zebrano na podstawie „Dokumentacji wynikowej odwiertu poszukiwawczego Grudziądz – 2”. Głównym celem wykonania otworu było geologiczno-złożowe zbadanie ropo- i gazonośności dolomitu głównego cechsztynu. Celem wiercenia było również uzyskanie danych o warunkach hydrochemicznych i hydrodynamicznych w poziomach zbiornikowych. Otwór Grudziądz - 2 wykonany został w roku 1987. Położony jest w miejscowości Węgrowo, gmina Grudziądz (gm. wiejska), powiat grudziądzki, województwo kujawsko - pomorskie. W odległości nie przekraczającej 5 km, od 0,5 do 4 km od otworu znajdują się tereny miasta Grudziądz. Według informacji zawartej w dokumentacji wynikowej oraz danych zawartych w bazie PIG-PIB otwór zlokalizowany został w obrębie działki nr 266/3, obręb Węgrowo. Jego współrzędne w układzie „PUWG 1992” są następujące:

X: 620 786,03

Y: 487 589,02

- Rzędna terenu w miejscu wiercenia wynosi ok. 25,0 m n.p.m.
- Głębokość otworu wynosi 3105,0 m.

Parametry złożowe:

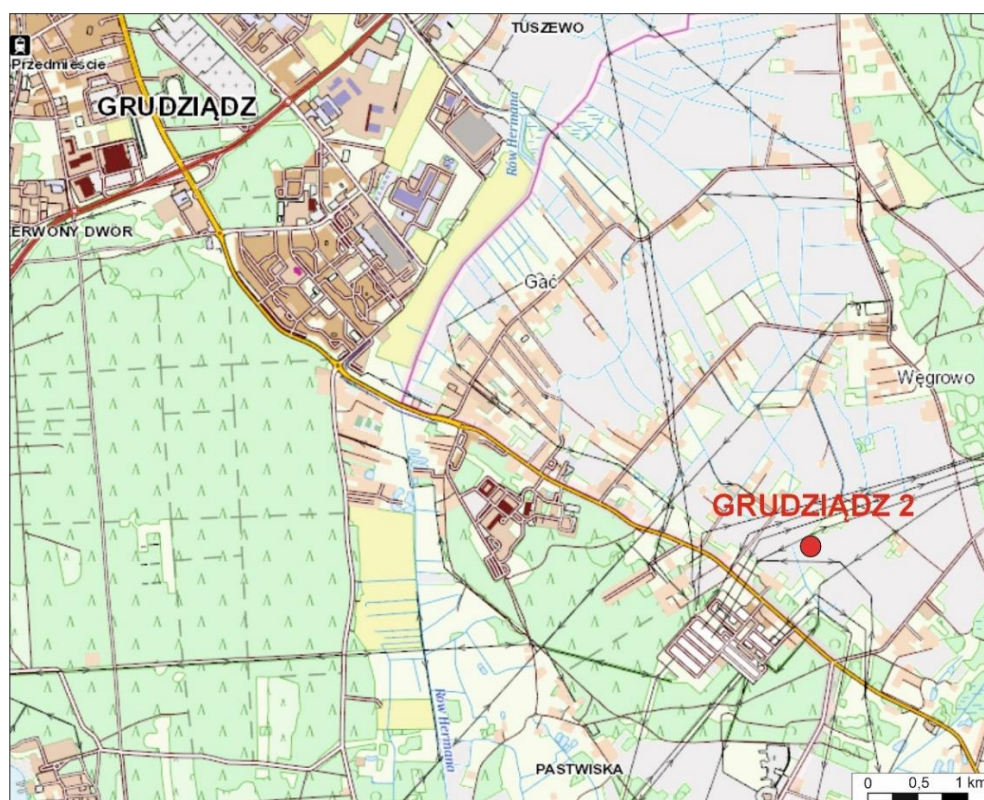
- ujęty poziom zbiornikowy: jura dolna,
- wydajność: 15,6 m³/h,
- depresja: samowypływ,
- temperatura w złożu: 48 °C,
- temperatura na wypływie: 30 – 33 °C,
- mineralizacja: 80,25 g/dm³,
- typ chemiczny wody: 8,0% Cl – Ca
- współczynnik filtracji: b.d.

Konstrukcja otworu (zarurowanie)			
Zarurowanie	Średnica rur	Głębokość m	Charakterystyka
Rury stalowe okładzinowe	13 ³ / ₈ ''	0,0 – 164,0 m	cementowane do wierzchu
Rury stalowe okładzinowe	9 ⁵ / ₈ ''	164,0 – 2503,0 m	cementowane do wierzchu
Otwór bosy	Otwór bosy	2503,0 – 3105,0 m	-

Uproszczony profil stratygraficzny:

Czwartorzęd + trzeciorzęd	0,0 – 176,5 m,
Kreda górna	176,5 – 1035,0 m,
kreda dolna	1035,0 – 1137,5 m,
Jura górna	1137,5 – 1572,0 m,
Jura środkowa	1572,0 – 1638,0 m,
Jura dolna	1638,0 – 1770,0 m,
Trias górny	1770,0 – 1892,5 m,
Trias środkowy	1892,5 – 1963,5 m,
Trias dolny	1963,5 – 2478,0 m,

Cechsztyń	2478,0 – 3003,5 m,
Czerwony spągowiec	3003,5 – 3004,0 m,
Sylur	3004,0 – 3105,0 m [22].



Rys. 4. Lokalizacja otworu Grudziądz 2 (wg bazy PIG-PIB) na tle mapy topograficznej oraz ortofotomapy z zaznaczonymi granicami działek ewidencyjnych

Otwór Iwiczna IG-1

Informacje i mapki dla otworu Iwiczna pochodzą z opracowania „ Analiza techniczna i ekonomiczna możliwości wykorzystania istniejących („starych”) otworów wiertniczych do celów eksploatacji wód termalnych w rejonie Niżu Polskiego” wykonanego przez dr hab. inż. Wiesława Bujakowskiego w 2021 r. stanowiącego załącznik nr 1 do opracowania pt. „Ocena potencjału energetycznego i surowcowego wód termalnych i leczniczych termalnych w wybranych obszarach zurbanizowanych wraz z analizą geośrodowiskowych oraz ekonomicznych uwarunkowań ich zagospodarowania”.

„Otwór Iwiczna IG-1 wykonany został w latach 1958 – 1959 w celu badawczym. Położony jest w miejscowości Stara Iwiczna, gmina Lesznówola (gm. wiejska), powiat piaseczyński, województwo mazowieckie.

W odległości nie przekraczającej 5 km od otworu znajduje się miejscowość Lesznówola i Piaseczno. Według informacji zawartej w bazie danych otworowych PIG-PIB zlokalizowany został w obrębie działki nr 225, obręb 0025 Stara Iwiczna. Jego współrzędne w układzie "PUWG 1992" są następujące:

X: 470 763,94

Y: 637 024,92

- Rzędna terenu w miejscu wiercenia wynosi ok. 105,0 m n.p.m.
- Głębokość otworu wynosi 1700,0 m.

Parametry złożowe:

Brak danych.

Konstrukcja otworu (zarurowanie)			
Zarurowanie	Średnica rur	Głębokość	Charakterystyka
Rury stalowe	18"	0,0 - 20,0 m	cementowane do wierzchu,
Rury stalowe	14"	0,0 - 262,3 m	cementowane do wierzchu,
Rury stalowe	9 5/8"	0,0 - 895,1 m	cementowane do wierzchu,
Rury stalowe	6 5/8"	0,0 – 1403,0 m	cementowane do wierzchu,
Otwór bosy	Otwór bosy	1403,0 – 1700,0 m	-

Uproszczony profil stratygraficzny:

czwartorzęd	0,0 – 45,0 m,
trzeciorzęd	45,0 - 273,0 m,
kreda górna	273,0 – 1144,0 m,
kreda dolna	1144,0 – 1167,5 m,
jura górna	1167,5 – 1625,1 m,
jura środkowa,	1625,1 – 1694,0 m
jura dolna	1694,0 – 1700,0 m.

Dla otworu Iwiczna IG-1 brak informacji o sporządzeniu dokumentacji otworowej. W toku analizy materiałów archiwalnych w NAG skorzystano jedynie z karty otworu [23]”.



Rys. 5. Lokalizacja otworu Iwiczna IG-1 (wg bazy PIG-PIB) na tle mapy topograficznej oraz ortofotomapy z zaznaczonymi granicami działek ewidencyjnych

Otwór Łódź EC II-3

Otwór Łódź EC II-3 został wykonany w latach 1954-1959 w celu hydrogeologicznym. Położony jest w Łodzi przy ul. Odrzańskiej, gmina Łódź, powiat łódzki, województwo łódzkie. Według informacji zawartych w podsystemie Otwory wiertnicze Centralnej Bazy Danych Geologicznych otwór Łódź EC II-3 zlokalizowany został w obrębie działki nr 101, obręb 0023. Współrzędne otworu w układzie „PUWG 1992” są następujące:

X: 427 885,61

Y: 528 689,84

- Rzędna terenu w miejscu wiercenia wynosi ok. 175,32 m n.p.m.
- Głębokość otworu wynosi 940,0 m.

Parametry złożowe:

- ujęty poziom zbiornikowy: kreda dolna,
- wydajność maksymalna (pomp. pomiarowe): 120 m³/h przy depresji 19,5 m,
- temperatura wody na wypływie: 21,0 °C do 23,5 °C (pomp. pomiarowe),
- mineralizacja: 215 mg/dm³,
- typ chemiczny wody: HCO₃-Ca,
- współczynnik filtracji $k=0,0767$ m/h tj. $2,13 \cdot 10^{-5}$ m/s.

Otwór Łódź EC II-3 od dnia 5 grudnia 2002 roku ma zatwierdzone zasoby wody termalnej z utworów kredy dolnej w ilości 126 m³/h przy depresji 20,5 m (wg stanu na 25.05.2002, przy dynamicznym zwierciadle wody określonym dopuszczalną rzędną dla m. Łodzi + 100,0 m n.p.m.) i temperaturze na wypływie 23 °C. Zasoby wody termalnej zostały ustalone w dokumentacji z czerwca 2002 roku przyjętej przez Ministra Środowiska w dniu 5 grudnia 2002 roku (pismo znak DG/hg/JC/489-6769/6408/2002) [24].

W okresie od 10 października do 2 grudnia 2005 roku wykonano likwidację otworu Łódź EC II-3, w grudniu 2005 roku została opracowana dokumentacja geologiczna zlikwidowanego otworu studziennego nr 3, która została przyjęta pismem Wojewody Łódzkiego z dnia 27.12.2005 r. (znak SR.VII-7441/9/05). W piśmie tym zasoby eksploatacyjne w/w ujęcia zostały zaliczone do ubytku zasobów eksploatacyjnych z terenu województwa łódzkiego i nie będą uwzględnione w zestawieniu eksploatacyjnych zasobów wód podziemnych wg stanu na dzień 31 grudnia 2005 r. [25].

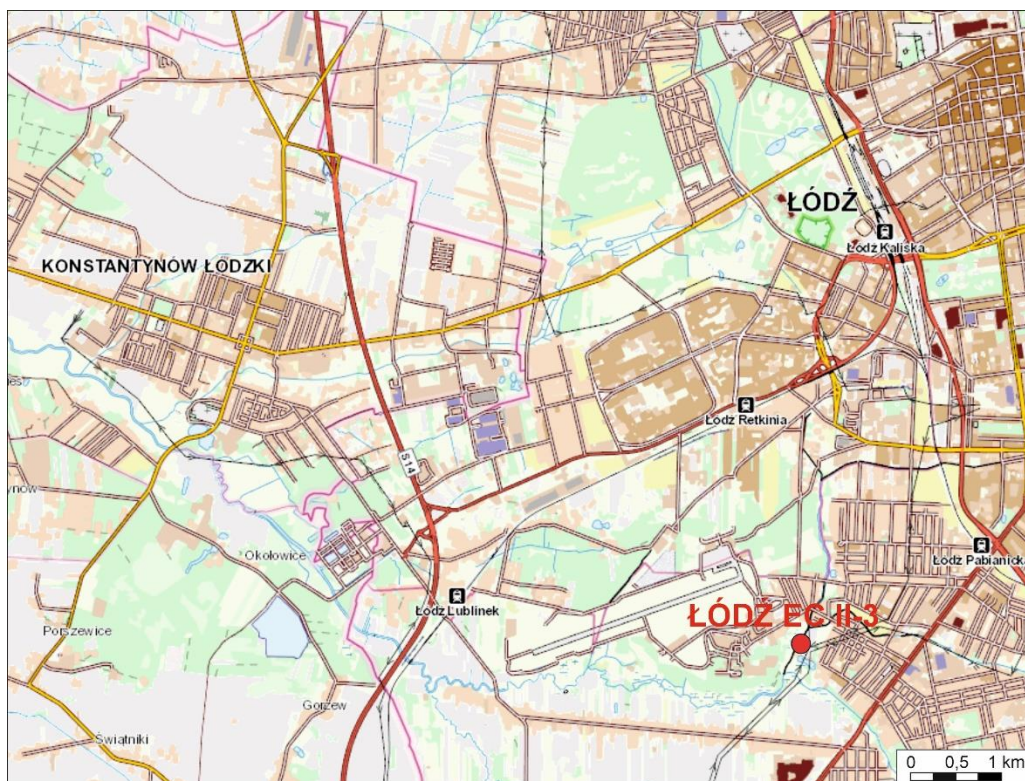
Konstrukcja otworu (zarurowanie)			
Zarurowanie	Średnica rur	Głębokość	Charakterystyka
Rury stalowe	18"	0,0 – 103,74 m	cementowane do wierzchu
Rury stalowe	16"	0,0 – 110,90 m	brak danych
Rury stalowe	14"	0,0 – 795,0 m	korek łożowy o nieznannej długości od buta rur
Otwór bosy	Otwór bosy	795,0 – 940,0 m	-

Uproszczony profil stratygraficzny:

czwartorzęd

0,0 – 65,0 m

trzeciorzęd	65,0 – 96,0 m
kreda górna	96,0 – 814,0 m
kreda dolna	814,0 – 940,0 m



Rys. 6. Lokalizacja Łódź EC II-3 (wg bazy PIG-PIB) na tle mapy topograficznej oraz ortofotomapy z zaznaczonymi granicami działek ewidencyjnych

Otwór Rzeki IG-1

Otwór Rzeki IG-1 został wykonany w latach 1969 – 1971 w celu badawczym. Położony jest w miejscowości Lubojna, gmina Mykanów, powiat częstochowski, województwo śląskie. W odległości nieprzekraczającej 10 km od otworu znajduje się Częstochowa. Według informacji zawartej w bazie danych otworowych PIG-PIB zlokalizowany został na terenie działki o numerze 1881, obręb 0019 Lubojna. Jego współrzędne w układzie „PUWG 1992” są następujące:

X: 336 696,09

Y: 509 649,12

- Rzędna terenu w miejscu wiercenia wynosi 235,0 m n.p.m.
- Głębokość otworu wynosi 2200,0 m.

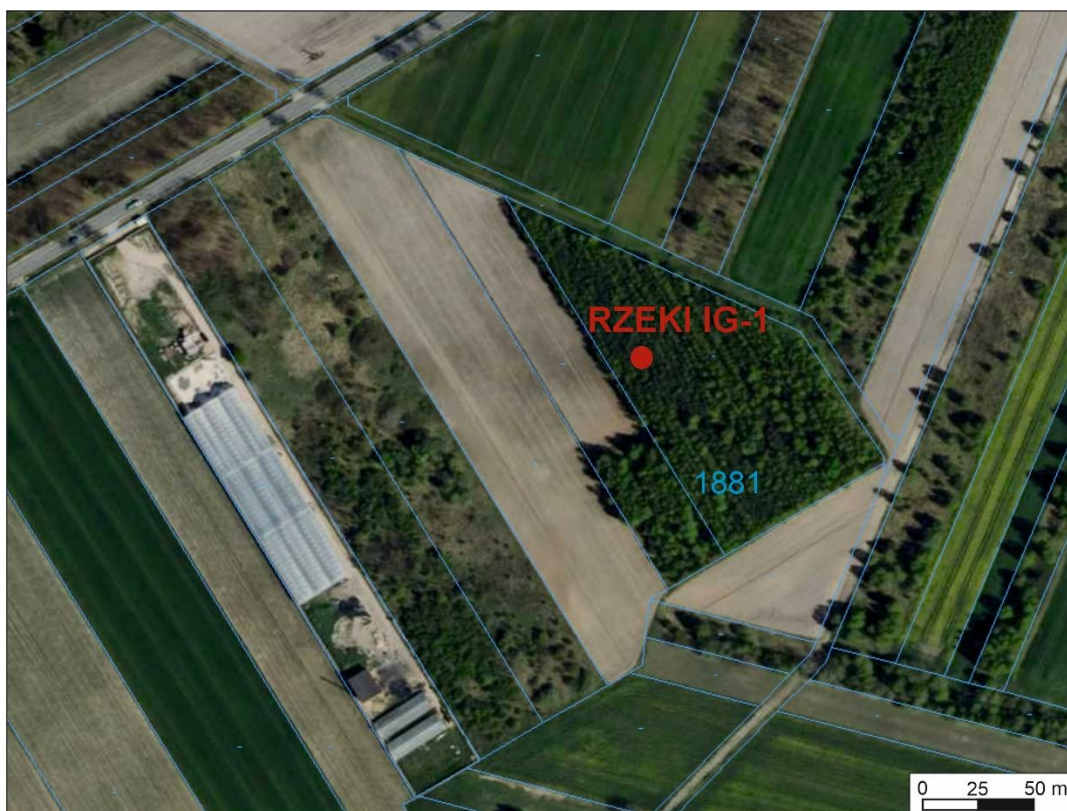
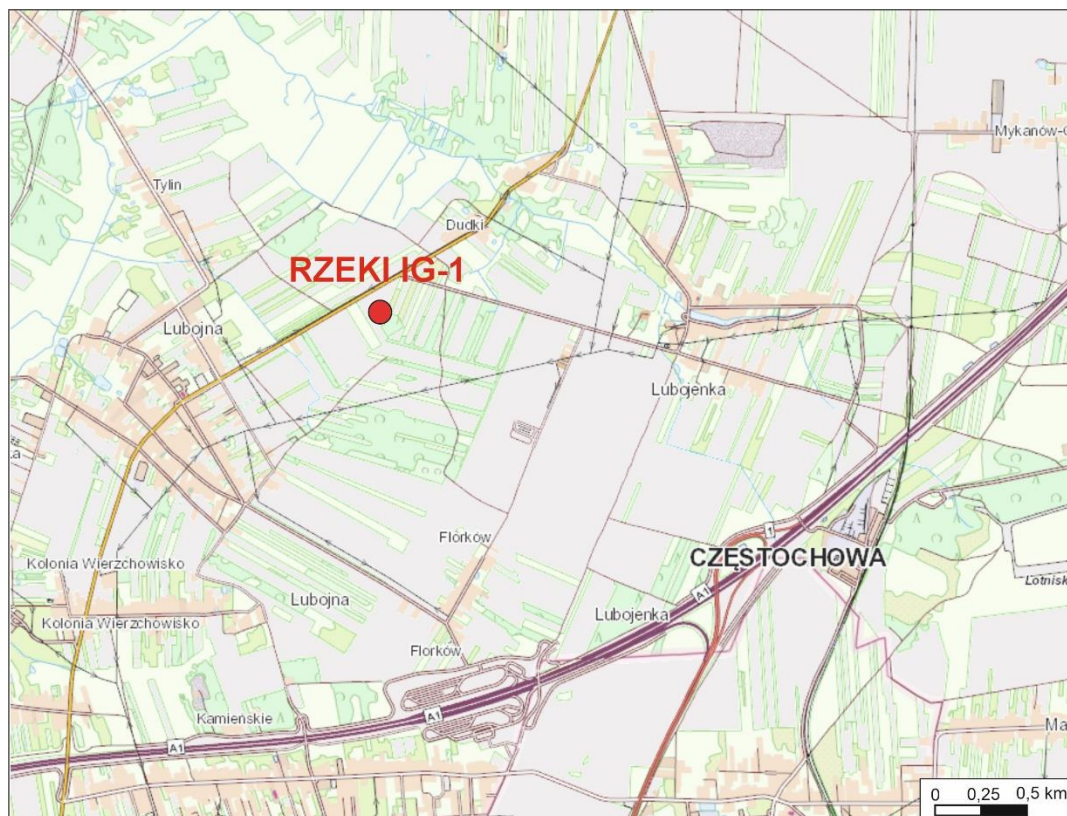
Parametry złożowe:

- ujęty poziom zbiornikowy: trias środkowy (dolomity),
- horyzont wodonośny w interwale 966,05 – 1005,80 m,
- wydajność: 13,8 m³/h,
- temperatura w złożu: 38 °C,
- mineralizacja: 22 g/dm³,
- typ chemiczny wody: Cl-Na [26].

Konstrukcja otworu (zarurowanie)			
Zarurowanie	Średnica rur	Głębokość	Charakterystyka
Rury stalowe	16"	0,0 – 7,8 m	cementowane do wierzchu
Rury stalowe	14"	0,0 – 42,5 m	cementowane do wierzchu
Rury stalowe	9 5/8"	0,0 – 551,0 m	cementowane do wierzchu
Rury stalowe	6 5/8"	0,0 – 1431,0 m	cementowane do wierzchu
Otwór bosy	Otwór bosy	1431,0 – 2200,0 m	otwór zlikwidowany przez zacementowanie

Uproszczony profil stratygraficzny:

czwartorzęd	0,0 – 32,0 m
jura górna	32,0 – 198,0 m
jura środkowa	198,0 – 419,0 m
jura dolna	419,0 – 647,5 m
trias górny	647,5 – 895 m
trias środkowy	895 – 1087,5 m
trias dolny	1087,5 – 1404,0 m
perm	1404,0 – 1460,0 m
karbon dolny	1460,0 – 2200 m



Rys. 7. Lokalizacja łoża EC II-3 (wg bazy PIG-PIB) na tle mapy topograficznej oraz ortofotomapy z zaznaczonymi granicami działek ewidencyjnych

Otwór Bełchatów 9

Otwór Bełchatów 9 wykonano w latach 1965 -1966 w celu złożowym. Położony jest w miejscowości Kącik, gmina Drużbice, powiat bełchatowski, województwo łódzkie. W odległości mniejszej niż 10 km od otworu znajduje się miasto Bełchatów. Według informacji zawartych w podsystemie Otwory wiertnicze Centralnej Bazy Danych Geologicznych otwór Bełchatów 9 zlokalizowany został w obrębie działki nr 35, obręb 0002 Bukowie Dolne - PGR. Współrzędne otworu w układzie „PUWG 1992” są następujące:

X: 395 837,82

Y: 527 702,25

- Rzędna terenu w miejscu wiercenia wynosi ok. 230,0 m n.p.m.
- Głębokość otworu wynosi 2206,0 m.

Parametry złożowe:

Po zakończeniu wiercenia przeprowadzono próby złożowe w 9 interwałach:

- 2103 – 2077 m (trias górny): dokonano perforacji rur, brak przypiływu
- 2060 – 2020 m (trias górny): dokonano perforacji rur, brak przypiływu
- 1942 – 1938 m (trias górny): dokonano perforacji rur
 - przypiływ solanki o wydajności: 0,4 l/min
 - typ chemiczny wody: 5,9 – 6,9% Cl - Ca
- 1855 – 1850 m (jura dolna): dokonano perforacji rur
 - przypiływ solanki o wydajności: 0,1 l/min
 - typ chemiczny wody: 2,8 – 3,1% Cl - Ca
- 1720 – 1716 m (jura dolna): dokonano perforacji rur
 - przypiływ solanki o wydajności: 1,4 l/min
 - typ chemiczny wody: 1,5 – 1,7% Cl - Ca
- 1685 – 1678 m (jura dolna): dokonano perforacji rur
 - przypiływ solanki o wydajności: 0,43 l/min
 - typ chemiczny wody: 1,0 – 1,3% Cl - Ca
- 1535 – 1526 m (jura środkowa): dokonano perforacji rur
 - przypiływ wody o niskiej mineralizacji i wydajności: 0,1 l/min
 - typ chemiczny wody: 0,4% HCO₃ – Na – CO₂
- 875 – 840 m (jura górna): dokonano perforacji rur
 - przypiływ wody o niskiej mineralizacji i wydajności: 12,2 l/min
 - typ chemiczny wody: 0,13% HCO₃ – Na – CO₂
- 590 – 582 m (kreda dolna): dokonano perforacji rur
 - przypiływ wody o niskiej mineralizacji i wydajności: 1,5 l/min
 - typ chemiczny wody: 0,03% HCO₃ – Na – CO₂

Konstrukcja otworu (zarurowanie)			
Zarurowanie	Średnica rur	Głębokość	Charakterystyka
Rury stalowe	9 $\frac{5}{8}$ "	0,0 – 350,0 m	cementowane do wierzchu
Rury stalowe	6 $\frac{5}{8}$ "	0,0 – 1500,0 m	cementowane od buta rur do głębokości ok. 658,0 m od wierzchu
Rury stalowe	4 $\frac{1}{2}$ "	1070,0 – 2184,5 m	cementowane od buta rur do głębokości ok. 1470,0 m od wierzchu (wyciągnięte po urwaniu na głębokości 1070,0 m)
Otwór bosy	Otwór bosy	2184,5 – 2206,0 m	-

Uproszczony profil stratygraficzny:

czwartorzęd	0,0 – 10,0 m
kreda górna	10,0 – 582,0 m
kreda dolna	582,0 – 606,0 m
jura górna	606,0 – 1390,0 m
jura środkowa	1390,0 – 1655,0 m
jura dolna	1655,0 – 1865,0 m
trias górny (nieprzewiercony)	1865,0 – 2206,0 m [27], [28].



Rys. 8. Lokalizacja otworu Belchatów 9 (wg bazy PIG-PIB) na tle mapy topograficznej oraz ortofotomapy z zaznaczonymi granicami działek ewidencyjnych

4. Opracowanie zakresu prac koncepcyjnych i kosztów rekonstrukcji odwiertów

W rozdziale przedstawiono proponowane warianty rekonstrukcji wytypowanych otworów w formie wstępnej koncepcji nie zawierającej uzgodnień z potencjalnymi wykonawcami prac, które to uzgodnienia wykonać można dopiero na etapie konsultacji projektu wiercenia. Przedstawione koszty są wyłącznie orientacyjne, a ich wyliczenie opiera się o koszty orientacyjne prac z tabeli 2. Prezentowane opracowanie ma charakter materiału wstępnego, służącego jako punkt wyjścia dla szczegółowych analiz możliwości i opłacalności rekonstrukcji otworów w poszczególnych lokalizacjach. Ostatecznie, dane szczegółowe opracowywane są na etapie przygotowania projektu robót geologicznych dla przeprowadzenia rekonstrukcji otworu.

Otwór Gorzów Wielkopolski IG-1

Stan otworu po zakończeniu prac w 1959 r.

Otwór posiada głębokość całkowitą 3100,5 m. Według informacji zawartych w dokumentacji wynikowej otworu oraz w zeszycie 141 Profili Głębokich Otworów Wiertniczych PIG, otwór likwidowany był etapowo po opróbowaniu kolejnych poziomów zbiornikowych. Otwór zarurowany został do głębokości 2600,6 m rurami o średnicy 6 5/8", które pierwotnie odizolować miały dwa horyzonty cechsztyńskie, w których wykryto ślady węglowodorów. Zagwożdżenie kabla karotażowego spowodowało, że rury zapuszczono do głębokości 2600,6 m nie osiągając perspektywicznych horyzontów cechsztynu. Zgodnie z projektem prób po zarurowaniu przebadane miały zostać również horyzonty triasowe i jurajskie. Po perforacji rur na głębokości 2045 m nastąpił samowypływ solanki i zgniecenie rur. Próbką nie nadawała się do analizy w związku zanieczyszczeniem solanki fenolem. W związku z powyższym otwór zlikwidowano do głębokości 1826,0 i wycięto rury o średnicy 6 5/8" na głębokości 1810,2 m. W dalszym etapie stwierdzono przetarcie rur o średnicy 9 5/8" na głębokości 1054,9 m, co uniemożliwiło opróbowanie wszystkich horyzontów poniżej. Po pobraniu próbki solanki przeciek zlikwidowano korkiem cementowym. W dalszej części opróbowano kolejno cztery poziomy zbiornikowe, wykonując po opróbowaniach korki cementowe w przelotach 820,0 – 765,0, 765,0 – 730,0, 630,0 – 580,0, 580,0 – 480,0 oraz 30,0 – 0,0 m. Ostatnią kolumną rur, które zostały wyprowadzone do wierzchu, są rury 9 5/8" sięgające do głębokości 1736,0 m. W opracowaniu z roku 2024 znajduje się informacja, że otwór został zlikwidowany po wniosku Państwowego Instytutu Geologicznego złożonym 16.05.1960 r, brak jest informacji o dalszych podjętych działaniach technicznych.

Zarurowanie otworu:

Konstrukcja otworu (zarurowanie)			
Zarurowanie	Średnica rur	Głębokość m	Charakterystyka
Rury stalowe	24"	0,0 – 8,0	cementowane do wierzchu
Rury stalowe	13 3/8"	0,0 – 306,2	cementowane do wierzchu
Rury stalowe	9 5/8"	0,0 – 1736,0	cementowane do wierzchu

Konstrukcja otworu (zarurowanie)			
Rury stalowe	6 5/8"	1810,2 – 2600,6	Rury wycięte na głębokości 1810,2 m cementowane od buta do 1736,0 m.
Otwór bosy	Otwór bosy	2600,6 -3100,5	-

Proponowane zabiegi:

1. Zakłada się, że uda się zlokalizować i udostępnić do prac rekonstrukcyjnych wylot otworu.
2. Po mobilizacji sprzętu, przygotowaniu placu wiertni i montażu urządzenia należy przystąpić do zwiercenia korków cementowych do głębokości 1020,0 m, tj. do wierzchu korka cementowego na przetarciu rur na wysokości 1054,9 m.
3. W otworze Gorzów Wielkopolski IG-1 do ujęcia przewidziany został poziom jury dolnej od 759 do 1020 m p.p.t. w związku z czym otwór poniżej korka cementowego na przetarciu rur może zostać zlikwidowany przez zacementowanie.
4. Następnie należy wykonać wstępne badania diagnostyczne kolumny rur:
 - średnicomierz wieloramienny MIT-60,
 - defektoskopia elektromagnetyczna EMDS,
 - cementomierz RBT lub CBL.
5. Jeśli stan orurowania będzie zadowalający należy przystąpić do perforacji rur 9 5/8" w wybranych interwałach jury dolnej, przewiduje się, że łączna długość perforacji nie przekroczy 150 m.
6. Po perforacji należy wykonać (w razie potrzeby) kwasowanie otworu, a następnie przeprowadzić pompowanie oczyszczające i pomiarowe. Przed i po kwasowaniu zaleca się wykonanie pomiarów sondą Production Logging.

Ten wariant rekonstrukcji otworu to koszt ok. 3 500 000 – 4 500 000 zł.

7. W przypadku piaszczenia otworu konieczna będzie zabudowa kolumny filtrowej.

Koszt prac wzrośnie o ok. 500 000 – 600 000 zł.

8. W przypadku złego stanu technicznego orurowania otworu należy wykonać jego częściową likwidację poprzez zacementowanie i wykonanie bocznego otworu kierunkowego udostępniającego na nowo strefę złożową. W wybranych interwałach serii złożowej przewiduje się poszerzenie otworu.
9. Dla nowego odcinka otworu należy wykonać pełen zakres badań geofizycznych, a w razie potrzeby zabudować dodatkową kolumnę rur okładzinowych oraz zainstalować kolumnę filtrową.
10. Po zabudowie nowej kolumny filtrowej należy wykonać pompowanie oczyszczające i pomiarowe.

Ten zakres prac rekonstrukcyjnych otworu to koszt ok. 6 000 000 – 7 000 000 zł.

Całkowity koszt rekonstrukcji otworu wyniesie ok. 10 000 000 – 12 100 000 zł.

Potencjalne parametry wód z otworu dla wykorzystania w ciepłownictwie:

Nazwa otworu	Potencjalny poziom zbiornikowy	Potencjalna temperatura złożowa [°C]*	Potencjalna mineralizacja [g/dm ³]**	Potencjalna wydajność [m ³ /h]***
Gorzów Wielkopolski IG-1	J1	37	64,4	150

* na podstawie badań modelowych przeprowadzonych przez autorów raportu „Ocena potencjału energetycznego i surowcowego wód termalnych w miastach powyżej 50 tys. mieszkańców, posiadających sieć ciepłowniczą, zlokalizowanych na Niżu Polskim wraz z analizą georodowiskowych oraz ekonomicznych uwarunkowań ich zagospodarowania”

** według danych wynikowych opróbowania otworu: F.-O. (Red.), Profile głębokich otworów wiertniczych Państwowego Instytutu Geologicznego. Zeszyt 141: Gorzów Wielkopolski IG-1, 2014.

*** na podstawie obliczeń wykonanych przez autorów raportu „Ocena potencjału energetycznego i surowcowego wód termalnych w miastach powyżej 50 tys. mieszkańców, posiadających sieć ciepłowniczą, zlokalizowanych na Niżu Polskim wraz z analizą georodowiskowych oraz ekonomicznych uwarunkowań ich zagospodarowania”

Otwór Gostynin 8

Stan otworu po zakończeniu prac w 1985 roku.

Otwór ma głębokość całkowitą 2280,0 m. Został zlikwidowany przez wykonanie korków cementowych w następujących głębokościach: 2280,0 – 2230,0 m, 1920,0 – 1870,0 m, 1760,0 – 1710,0 m, 1560,0 – 1480,0 m, 1480,0 – 1400,0 m, 1380,0 – 1300,0 m, 1300,0 – 1240,0 m, 1230,0 – 1115,0 m, 630,0 – 580,0 m, 260,0 – 220,0 m, 30,0 – 0,0 m.

W przestrzenie między korkami zatłoczono gęstą płuczkę. Ostatnią kolumną rur, które wyprowadzone zostały do wierzchu są rury 9 5/8", sięgają one do głębokości 1434 m i posadowione zostały w utworach kredy dolnej. W miejscu zlikwidowanego otworu został wykonany betonowy słupek, na którym zaznaczono nazwę otworu oraz datę jego likwidacji.

Zarurowanie otworu:

Konstrukcja otworu (zarurowanie)			
Zarurowanie	Średnica rur	Głębokość	Charakterystyka
Rury stalowe	20"	0,0 – 15,0 m	cementowane do wierzchu
Rury stalowe	13 3/6"	0,0 – 235,0 m	cementowane do wierzchu
Rury stalowe	9 5/8"	0,0 – 1434,0 m	od 1434 m do 1147 m cementowane, od 1147 m do powierzchni wypełnione mieszaniną gigtaru z płuczką
Otwór bosy	Otwór bosy	1434,0 – 2280,0 m	-

Proponowane zabiegi:

1. Zakłada się, że wylot otworu uda się zlokalizować i udostępnić do prac rekonstrukcyjnych.
2. Po mobilizacji sprzętu, przygotowaniu placu wiertni i montażu urządzenia należy przystąpić do zwiercenia korków cementowych do głębokości ok. 1517,0 m. tj. ok. 20,0 m poniżej spągu kredy dolnej nawierconej w interwale 1216,5 – 1497,0 m. W otworze Gostynin 8 do ujęcia przewidziany został poziom kredy dolnej od 1216,5 do 1497,0 m p.p.t.
3. Następnie należy wykonać wstępne badania diagnostyczne:
 - średnicomierz wieloramienny MIT-60,
 - defektoskopia elektromagnetyczna EMDS,
 - cementomierz RBT lub CBL.
4. Jeśli stan orurowania będzie zadowalający, należy przystąpić do perforacji rur 9 5/8" w wybranych interwałach kredy dolnej, przewiduje się, że łączna długość perforacji nie przekroczy 150,0 m.
5. Po perforacji należy wykonać (w razie potrzeby) kwasowanie otworu, a następnie przeprowadzić pompowanie oczyszczające i pomiarowe. Przed i po kwasowaniu zaleca się wykonanie pomiarów sondą Production Logging.

Ten wariant rekonstrukcji otworu to koszt ok. 3 500 000 – 4 500 000 zł.

6. W przypadku piaszczenia otworu konieczna będzie zabudowa kolumny filtrowej.

Koszt prac wzrośnie o ok. 500 000 – 600 000 zł.

7. W przypadku złego stanu technicznego orurowania otworu należy wykonać jego częściową likwidację poprzez zacementowanie i wykonanie bocznego otworu kierunkowego udostępniającego na nowo strefę złożową. W wybranych interwałach serii złożowej przewiduje się poszerzenie otworu.
8. Dla nowego odcinka otworu należy wykonać pełen zakres badań geofizycznych, a w razie potrzeby zabudować dodatkową kolumnę rur okładzinowych oraz zainstalować kolumnę filtrową.
9. Po zabudowie nowej kolumny filtrowej należy wykonać pompowanie oczyszczające i pomiarowe.

Ten zakres prac rekonstrukcyjnych otworu to koszt ok. 8 500 000 – 10 000 000 zł.

Całkowity koszt rekonstrukcji otworu wyniesie ok. 12 500 000 – 15 100 000 zł.

Potencjalne parametry wód z otworu dla wykorzystania w ciepłownictwie:

Nazwa otworu	Potencjalny poziom zbiornikowy	Potencjalna temperatura złożowa [°C]*	Potencjalna mineralizacja [g/dm ³]**	Potencjalna wydajność [m ³ /h]***
Gostynin 8	K1	40	2	237,5

* na podstawie badań modelowych przeprowadzonych przez autorów raportu „Ocena potencjału energetycznego i surowcowego wód termalnych w miastach powyżej 50 tys. mieszkańców, posiadających sieć ciepłowniczą, zlokalizowanych na Niżu Polskim wraz z analizą geośrodowiskowych oraz ekonomicznych uwarunkowań ich zagospodarowania”

** według W. Górecki, Atlas zasobów geotermalnych formacji mezozoicznych na niżu Polskim, Kraków: Akademia Górniczo-Hutnicza, 2006.

*** na podstawie obliczeń wykonanych przez autorów raportu „Ocena potencjału energetycznego i surowcowego wód termalnych w miastach powyżej 50 tys. mieszkańców, posiadających sieć ciepłowniczą, zlokalizowanych na Niżu Polskim wraz z analizą georodowiskowych oraz ekonomicznych uwarunkowań ich zagospodarowania”

Otwór Grudziądz-2

Stan otworu po zakończeniu prac w 1988 r.

Otwór posiada głębokość całkowitą 3105,0 m. Poziom na głębokości 1672,0 – 1708,0 m (jura dolna) został udostępniony poprzez perforację rur 9 5/8", a następnie opróbowany rurowym próbnikiem złoża. Otrzymano przepływ wody termalnej o temperaturze 48°C o wydajności około 15,6 m³/h. Otwór został uzbrojony w głowicę eksploatacyjną i rury wydobywcze zapuszczone do głębokości 1689,0 m.

Zarurowanie otworu:

Konstrukcja otworu (zarurowanie)			
Zarurowanie	Średnica rur	Głębokość m	Charakterystyka
Rury stalowe okładzinowe	13 3/8"	0,0 - 164,0 m	cementowane do wierzchu
Rury stalowe okładzinowe	9 5/8"	164,0 – 2503,0 m	cementowane do wierzchu
Otwór bosy	b.d.	2503,0 – 3105,0 m	-

Proponowane zabiegi:

1. Zakłada się, że uda się zlokalizować i udostępnić do prac rekonstrukcyjnych wylot otworu.
2. Następnie należy wykonać wstępne badania diagnostyczne. Proponowane metody:
 - średnicomierz wieloramienny MIT-60,
 - defektoskopia elektromagnetyczna EMDS,
 - cementomierz RBT lub CBL.
3. Jeśli stan orurowania będzie zadowalający należy przystąpić do udroźnienia pozostałej części otworu i pogłębienia go do spągu jury dolnej. W wybranych interwałach strefy złożowej przewidzianych do zafiltrowania przewiduje się poszerzenie otworu.
4. Dla odcinka otworu przewidzianego do ujęcia warstwy wodonośnej jury dolnej należy wykonać pełen zakres badań geofizycznych, w razie potrzeby zabudować dodatkową kolumnę rur okładzinowych oraz zainstalować kolumnę filtrową.
5. Po zabudowie kolumny filtrowej należy wykonać pompowanie oczyszczające i pomiarowe.

Opisany powyżej zakres prac to koszt ok. 3 000 000 - 4 000 000 zł.

6. W przypadku złego stanu technicznego orurowania otworu należy wykonać jego częściową likwidację poprzez zacementowanie i wykonanie bocznego otworu kierunkowego udostępniającego na nowo strefę złożową. W wybranych interwałach serii złożowej przewiduje się poszerzenie otworu.

7. Dla nowego odcinka otworu należy wykonać pełen zakres badań geofizycznych, a w razie potrzeby zbudować dodatkową kolumnę rur okładzinowych oraz zainstalować kolumnę filtrową.
8. Po zabudowie nowej kolumny filtrowej należy wykonać pompowanie oczyszczające i pomiarowe.

Ten wariant rekonstrukcji otworu, to koszt ok. 10 500 000 – 11 500 000 zł.

Całkowity koszt rekonstrukcji otworu wyniesie ok. 13 500 000 – 15 500 000 zł.

Potencjalne parametry wód z otworu dla wykorzystania w ciepłownictwie:

Nazwa otworu	Potencjalny poziom zbiornikowy	Potencjalna temperatura złożowa [°C]*	Potencjalna mineralizacja [g/dm ³]*	Potencjalna wydajność [m ³ /h]*
Grudziądz 2	J1	48	80,25	15,6

* na podstawie „Dokumentacji wynikowej odwiertu poszukiwawczego Grudziądz – 2”):

Otwór Iwiczna IG-1

Stan otworu po zakończeniu prac w 1959 r.

Otwór posiada głębokość całkowitą 1700,0 m. W związku z tym, iż dysponowano jedynie kartą otworu, brak jest informacji na temat sposobu likwidacji otworu. Ostatnią kolumną rur, które wyprowadzone zostały do wierzchu są rury 6 5/8", sięgają one głębokości 1403,0 m i posadowione zostały w obrębie jury górnej. Wylotu otworu na powierzchni nie odnaleziono.

Zarzurowanie otworu:

Konstrukcja otworu (zarzurowanie)			
Zarzurowanie	Średnica rur	Głębokość	Charakterystyka
Rury stalowe	18"	0,0 - 20,0 m	cementowane do wierzchu,
Rury stalowe	14"	0,0 - 262,3 m	cementowane do wierzchu,
Rury stalowe	9 5/8"	0,0 - 895,1 m	cementowane do wierzchu,
Rury stalowe	6 5/8"	0,0 – 1403,0 m	cementowane do wierzchu,
Otwór bosy	Otwór bosy	1403,0 – 1700,0 m	-

Proponowane zabiegi:

1. Zakłada się, że uda się zlokalizować i udostępnić do prac rekonstrukcyjnych wylot otworu.
2. Po mobilizacji sprzętu, przygotowaniu placu wiertni i montażu urządzenia należy przystąpić do zwiercenia korków cementowych na całej zarzurowanej długości otworu, tj. do głębokości 1403,0 m.
3. Następnie należy wykonać wstępne badania diagnostyczne:

- średnicomierz wieloramienny MIT-60,
 - defektoskopia elektromagnetyczna EMDS,
 - cementomierz RBT lub CBL.
4. Jeśli stan orurowania będzie zadowalający należy przystąpić do udroźnienia pozostałej części otworu i pogłębienia go do spągu jury dolnej. W wybranych interwałach strefy złożowej przewidzianych do zafiltrowania przewiduje się poszerzenie otworu.
 5. Dla odcinka otworu pod butem rur 6 5/8" należy wykonać pełen zakres badań geofizycznych, w razie potrzeby zabudować dodatkową kolumnę rur okładzinowych oraz zainstalować kolumnę filtrową.
 6. Po zabudowie kolumny filtrowej należy wykonać pompowanie oczyszczające i pomiarowe.

Ten wariant rekonstrukcji otworu to koszt ok. 5 000 000 - 6 500 000 zł.

7. W przypadku złego stanu technicznego orurowania otworu należy wykonać jego częściową likwidację poprzez zacementowanie i wykonanie bocznego otworu kierunkowego udostępniającego na nowo strefę złożową. W wybranych interwałach serii złożowej przewiduje się poszerzenie otworu.
8. Dla nowego odcinka otworu należy wykonać pełen zakres badań geofizycznych, a w razie potrzeby zabudować dodatkową kolumnę rur okładzinowych oraz zainstalować kolumnę filtrową.
9. Po zabudowie nowej kolumny filtrowej należy wykonać pompowanie oczyszczające i pomiarowe.

Ten zakres prac rekonstrukcyjnych otworu to koszt ok. 8 000 000 – 8 500 000 zł.

Całkowity koszt rekonstrukcji otworu wyniesie ok. 13 000 000 – 15 000 000 zł.

Potencjalne parametry wód z otworu dla wykorzystania w ciepłownictwie:

Nazwa otworu	Potencjalny poziom zbiornikowy	Potencjalna temperatura złożowa [°]	Potencjalna mineralizacja [g/dm ³]	Potencjalna wydajność [m ³ /h]
Iwiczna IG-1	J1	50-51	80-87	120-130

Otwór Łódź EC II-3

Stan otworu po zakończeniu prac w 2005 roku.

Otwór ma głębokość całkowitą 940,0 m. Został zlikwidowany przez wykonanie korków cementowych w następujących interwałach: 922,5 – 747,0 m, 115,0 – 92,0 m, 46,0 – 2,6 m. Oprócz korków cementowych otwór został także zlikwidowany compactonitem w przedziale głębokości: 116,5 – 115,0 m, 52,0 – 46,0 m.

Ostatnią kolumną rur, które wyprowadzone zostały do wierzchu są rury 14" sięgają one do głębokości 795,0 m i posadowione zostały w utworach kredy górnej.

Przyczyną likwidacji otworu wiertniczego była rezygnacja właściciela (Elektrociepłownia EC – 2 w Łodzi) z eksploatacji otworu z uwagi na wysokie koszty konserwacji studni i rurociągów tłocznych.

Zarurowanie otworu:

Konstrukcja otworu (zarurowanie)			
Zarurowanie	Średnica rur	Głębokość	Charakterystyka
Rury stalowe	18"	0,0 – 103,7 m	cementowane do wierzchu
Rury stalowe	16"	0,0 – 110,9 m	brak danych
Rury stalowe	14"	0,0 – 795,0 m	korek łożowy o nieznannej długości od buta rur
Otwór bosy	Otwór bosy	795,0 – 940,0 m	-

Proponowane zabiegi:

1. Zakłada się, że wylot otworu uda się zlokalizować i udostępnić do prac rekonstrukcyjnych.
2. Po mobilizacji sprzętu, przygotowaniu placu wiertni i montażu urządzenia należy przystąpić do zwiercenia korków cementowych na całej długości do głębokości ok. 940,0 m a na odcinku od 773,5 m do 922,5 m należy sfrezować pozostały w otworze filtr o średnicy 8". Proponuje się poszerzenie otworu do głębokości 922,5 m i zapuszczenie kolumny rur. Kolumnę należy sperforować w interwale 820,0 – 920,0 m. Otwór poniżej 922,5 m zlikwidować korkiem cementowym. W otworze Łódź EC II-3 do ujęcia przewidziany został poziom kredy dolnej.
3. Dla nowej kolumny rur należy wykonać pełen zakres badań geofizycznych, w razie potrzeby zabudować dodatkową kolumnę filtrową (kreda dolna).
4. Po perforacji należy wykonać (w razie potrzeby) kwasowanie otworu, a następnie przeprowadzić pompowanie oczyszczające i pomiarowe. Przed i po kwasowaniu zaleca się wykonanie pomiarów sondą Production Logging.

Ten wariant rekonstrukcji otworu to koszt ok. 4 500 000 – 5 500 000 zł.

5. W przypadku złego stanu technicznego orurowania otworu lub braku możliwości sfrezowania pozostałego w otworze filtra należy wykonać jego częściową likwidację poprzez zacementowanie i wykonanie bocznego otworu kierunkowego udostępniającego na nowo strefę złożową.
6. Dla nowego odcinka otworu należy wykonać pełen zakres badań geofizycznych, a w razie potrzeby zabudować dodatkową kolumnę rur okładzinowych oraz zainstalować kolumnę filtrową.
7. Po zabudowie nowej kolumny filtrowej należy wykonać pompowanie oczyszczające i pomiarowe.

Ten zakres prac rekonstrukcyjnych otworu to koszt ok. 5 500 000 – 6 500 000 zł.

8. W przypadku piaszczenia otworu konieczna będzie zabudowa kolumny filtrowej.

Koszt prac wzrośnie o ok. 400 000 – 500 000 zł.

Całkowity koszt rekonstrukcji otworu wyniesie ok. 10 400 000 – 12 500 000 zł.

Potencjalne parametry wód z otworu dla wykorzystania w ciepłownictwie:

Nazwa otworu	Potencjalny poziom zbiornikowy	Potencjalna temperatura złożowa [°C]*	Potencjalna mineralizacja [g/dm ³]**	Potencjalna wydajność [m ³ /h]***
Łódź EC II-3	K1	27	1	50,2

* na podstawie badań modelowych przeprowadzonych przez autorów raportu „Ocena potencjału energetycznego i surowcowego wód termalnych w miastach powyżej 50 tys. mieszkańców, posiadających sieć ciepłowniczą, zlokalizowanych na Niżu Polskim wraz z analizą geosrodowiskowych oraz ekonomicznych uwarunkowań ich zagospodarowania”

** według W. Górecki, Atlas zasobów geotermalnych formacji mezozoicznych na niżu Polskim, Kraków: Akademia Górniczo-Hutnicza, 2006.

*** na podstawie obliczeń wykonanych przez autorów raportu „Ocena potencjału energetycznego i surowcowego wód termalnych w miastach powyżej 50 tys. mieszkańców, posiadających sieć ciepłowniczą, zlokalizowanych na Niżu Polskim wraz z analizą geosrodowiskowych oraz ekonomicznych uwarunkowań ich zagospodarowania”

Otwór Rzeki IG-1

Stan otworu po zakończeniu prac w 1980 r.

Otwór posiada głębokość całkowitą 2200,0 m. Został zlikwidowany poprzez cementowanie w interwale 1431,0 – 2200,0 m. Ostatnią kolumną rur, które wyprowadzone zostały do wierzchu, są rury 6 5/8”.

Proponowane zabiegi:

1. Zakłada się, że uda się zlokalizować i udostępnić do prac rekonstrukcyjnych wylot otworu.
2. Po udostępnieniu otworu należy sprawdzić jego drożność do głębokości 1431,0 m.
3. W otworze Rzeki IG-1 do ujęcia przewidziany został poziom triasu środkowego (stwierdzony w interwale 966,05 – 1005,8 m) w związku z czym w interwale 1020,0 – 1431,0 m otwór może zostać zlikwidowany przez zacementowanie.
4. Jeśli otwór okaże się drożny należy wykonać badania diagnostyczne wstępne:
 - średnicomierz wieloramienny MIT-60,
 - defektoskopia elektromagnetyczna EMDS,
 - cementomierz RBT lub CBL.
5. Jeśli stan otworu będzie zadowalający należy przystąpić do perforacji rur 6 5/8”.
6. Po perforacji należy wykonać (w razie potrzeby) kwasowanie otworu, a następnie przeprowadzić pompowanie oczyszczające i pomiarowe. Przed i po kwasowaniu zaleca się wykonanie pomiarów sondą Production Logging.

Ten wariant rekonstrukcji otworu to koszt ok. 3 000 000 - 3 500 000 zł.

7. W przypadku piaszczenia otworu konieczna będzie zabudowa kolumny filtrowej.

Koszt prac wzrośnie o ok. 300 000 – 400 000 zł.

8. W przypadku złego stanu technicznego orurowania otworu należy wykonać jego częściową likwidację poprzez zacementowanie i wykonanie bocznego otworu kierunkowego udostępniającego na nowo strefę złożową.
9. Dla nowego odcinka otworu należy wykonać pełen zakres badań geofizycznych, w razie potrzeby zabudować dodatkową kolumnę rur okładzinowych oraz zainstalować kolumnę filtrową.
10. Po zabudowie nowej kolumny filtrowej należy wykonać pompowanie oczyszczające i pomiarowe.

Ten zakres prac rekonstrukcyjnych otworu to koszt ok. 6 000 000 – 7 000 000 zł.

Całkowity koszt rekonstrukcji otworu wyniesie ok. 9 300 000 – 10 900 000 zł.

Potencjalne parametry wód z otworu dla wykorzystania w ciepłownictwie:

Nazwa otworu	Potencjalny poziom zbiornikowy	Potencjalna temperatura złożowa [°C]*	Potencjalna mineralizacja [g/dm ³]*	Potencjalna wydajność [m ³ /h]*
Rzeki IG-1	T2	38	22	13,8

* na podstawie na podstawie dokumentacji wynikowej otworu parametrycznego Rzeki IG-1 (Warszawa 1971, Deczkowski, Gajewska, Bojarski, Rybicki)

Otwór Bełchatów 9

Stan otworu po zakończeniu prac w 1966 roku.

Otwór ma głębokość całkowitą 2206,0 m. Został zlikwidowany przez wykonanie korków cementowych w następujących głębokościach: 2103,0 – 2065,0 m, 2010,0 – 1990,0 m, 1935,0 – 1839,0 m, 1844,0 – 1755,0 m, 1730,0 – 1545,0 m, 1687,0 – 1493,0 m, 1575,0 – 1493,0 m, 1420,0 – 1357,0 m, 1068,0 – 1001,0 m, 830,0 – 765,0 m, 276,0 – 190,0 m, 20,0 – 0,0 m.

Ostatnią kolumną rur, które wyprowadzone zostały do wierzchu są rury 6 5/8" sięgają one do głębokości 1500,0 m i posadowione zostały w utworach jury środkowej. W miejscu zlikwidowanego otworu została zacementowana tabliczka z symbolem otworu.

Zarurowanie otworu:

Konstrukcja otworu (zarurowanie)			
Zarurowanie	Średnica rur	Głębokość	Charakterystyka
Rury stalowe	9 5/8"	0,0 – 350 m	cementowane do wierzchu
Rury stalowe	6 5/8"	0,0 – 1500 m	cementowane od buta rur do głębokości ok. 658 m od wierzchu
Rury stalowe	4 1/2"	1070,0 – 2184,5 m	cementowane od buta rur do głębokości ok. 1470 m od wierzchu (wyciągnięte po urwaniu na

			głębokości 1070 m)
Otwór bosy	Otwór bosy	2184,5 – 2206,0 m	-

Proponowane zabiegi:

1. Zakłada się, że wylot otworu uda się zlokalizować i udostępnić do prac rekonstrukcyjnych.
2. Po mobilizacji sprzętu, przygotowaniu placu wiertni i montażu urządzenia należy przystąpić do zwiercenia korków cementowych do głębokości 1070,0 m i podjąć próbę wyciągnięcia pozostałych po urwaniu na tej głębokości rur o średnicy 4 1/2".
3. W przypadku niepowodzenia należy pozostałe w otworze rury sfrezować oraz poszerzyć i zarurować otwór do głębokości 1865 m.
4. W celu udostępnienia wskazanego poziomu należy kolumnę rur perforować w interwale 1655,0 do 1865,0 m. Przewiduje się, że łączna długość perforacji nie przekroczy 150,0 m.
5. Następnie należy wykonać wstępne badania diagnostyczne:
 - średnicomierz wieloramienny MIT-60,
 - defektoskopia elektromagnetyczna EMDS,
 - cementomierz RBT lub CBL.
6. W przypadku pozytywnej oceny stanu orurowania zarówno starej jak i nowej części po perforacji należy wykonać (w razie potrzeby) kwasowanie otworu, a następnie przeprowadzić pompowanie oczyszczające i pomiarowe. Przed i po kwasowaniu zaleca się wykonanie pomiarów sondą Production Logging.

Ten wariant rekonstrukcji otworu to koszt ok. 4 500 000 – 5 500 000 zł.

7. W przypadku piaszczenia otworu konieczna będzie zabudowa kolumny filtrowej.

Koszt prac wzrośnie o ok. 500 000 – 600 000 zł

8. W przypadku złego stanu technicznego orurowania otworu należy wykonać jego częściową likwidację poprzez zacementowanie i wykonanie bocznego otworu kierunkowego udostępniającego na nowo strefę złożową. W wybranych interwałach serii złożowej przewiduje się poszerzenie otworu.
9. Dla nowego odcinka otworu należy wykonać pełen zakres badań geofizycznych, a w razie potrzeby zabudować dodatkową kolumnę rur okładzinowych oraz zainstalować kolumnę filtrową.
10. Po zabudowie nowej kolumny filtrowej należy wykonać pompowanie oczyszczające i pomiarowe.

Ten zakres prac rekonstrukcyjnych otworu to koszt ok. 10 500 000 – 11 500 000 zł.

Całkowity koszt rekonstrukcji otworu wyniesie ok. 15 500 000 – 17 600 000 zł.

Potencjalne parametry wód z otworu dla wykorzystania w ciepłownictwie:

Nazwa otworu	Potencjalny poziom zbiornikowy	Potencjalna temperatura złożowa [°C]*	Potencjalna mineralizacja [g/dm ³]**	Potencjalna wydajność [m ³ /h]***
Bełchatów 9	J1	56	15	133,8

* na podstawie badań modelowych przeprowadzonych przez autorów raportu „Ocena potencjału energetycznego i surowcowego wód termalnych w miastach powyżej 50 tys. mieszkańców, posiadających sieć ciepłowniczą, zlokalizowanych na Niżu Polskim wraz z analizą geośrodowiskowych oraz ekonomicznych uwarunkowań ich zagospodarowania”

** według W. Górecki, Atlas zasobów geotermalnych formacji mezozoicznych na niżu Polskim, Kraków: Akademia Górniczo-Hutnicza, 2006.

*** na podstawie obliczeń wykonanych przez autorów raportu „Ocena potencjału energetycznego i surowcowego wód termalnych w miastach powyżej 50 tys. mieszkańców, posiadających sieć ciepłowniczą, zlokalizowanych na Niżu Polskim wraz z analizą geośrodowiskowych oraz ekonomicznych uwarunkowań ich zagospodarowania”

5. Inwentaryzacja terenowa wraz z informacjami formalno – prawnymi wybranych odwiertów

Inwentaryzację terenową wykonano dla 4 wybranych otworów, charakteryzujących się potencjalnie najlepszymi parametrami złożowymi, najlepszą lokalizacją i najniższymi orientacyjnymi kosztami rekonstrukcji. Dodatkowo, dla otworu Iwiczna IG-1 inwentaryzację terenową wykonano w 2021 r., a jej wyniki zostały szczegółowo opisane przez Bujakowskiego [7].

Otwór Gorzów Wielkopolski IG-1

W trakcie wizji terenowej zlokalizowano wylot otworu Gorzów Wielkopolski IG-1. W stosunku do danych zawartych w bazie otworowej PIG-PIB lokalizacja wylotu otworu przesunięta jest o około 6 m w obrębie tej samej działki (rys. 9). Podczas wizji terenowej potwierdzono lokalizację otworu na terenie działki nr 99/4 obręb Ulim. Jego pomierzone w terenie współrzędne w układzie „PUWG 1992” są następujące:

X=542057,25

Y=244890,61



Rys. 9. Zweryfikowana podczas wizji terenowej lokalizacja otworu Gorzów Wielkopolski IG-1 na tle ortofotomapy z zaznaczonymi granicami działek ewidencyjnych

Wylot otworu znajduje się na terenie stanowiącym nieużytek porośnięty trawą oraz pojedynczymi drzewami. W najbliższym sąsiedztwie działki znajduje się przedszkole gminne oraz tereny zalesione, nieco dalej znajduje się obszar zabudowy wiejskiej. W oparciu o informacje od okolicznych mieszkańców ustalono, że na dzień dzisiejszy właścicielem działki jest Krajowy Ośrodek Wsparcia Rolnictwa (KOWR). Według pozyskanych informacji, na omawianym terenie planowana jest

budowa remizy strażackiej. Dojazd do działki stanowi droga gminna. Aktualny stan wylotu otworu przedstawiono poniżej (Rys. 10).



Rys. 10. Aktualny stan wylotu otworu Gorzów Wielkopolski IG-1 (fot. K Pióro)

Gostynin 8

W trakcie wizji terenowej zlokalizowano wylot otworu Gostynin 8 na działce nr 77. Lokalizacja w bazie otworowej PIG-PIB jest przesunięta względem rzeczywistej o około 80 metrów na wschód. Rzeczywistą lokalizację otworu przedstawiono na Rys. 11. Pomierzone w terenie współrzędne w układzie „PUWG 1992” wynoszą:

X: 510699,49

Y: 549904,87



Rys. 11. Zweryfikowana podczas wizji terenowej lokalizacja otworu Gostynin 8 na tle ortofotomapy z zaznaczonymi granicami działek ewidencyjnych

Wylot otworu zlokalizowany jest na nieużytku porośniętym trawą, krzakami oraz młodymi drzewami (samosiejki), na którym znajdują się miejsca nielegalnego składowania odpadów. Tereny sąsiednie stanowią działki podobnego typu oraz niewielkie kompleksy leśne. W dalszej odległości znajdują się pojedyncze domy zabudowy wiejskiej oraz budynek usługowy (zajazd). Dojazd do działki stanowi droga gminna. Według informacji zdobytych podczas wywiadu terenowego, działka najprawdopodobniej stanowi własność prywatną. Na dzień dzisiejszy wylot otworu zanurzony jest pod wodą wydobywającą się z otworu. Jest to ciecz o barwie ciemnordzawej z tęczowymi nalotami na powierzchni. Wskazuje to na bardzo wysokie zawartości żelaza w wypływającej wodzie oraz prawdopodobnie obecność śladów węglowodorów. Woda nie posiada zapachu oraz nie zaobserwowano parowania. Obecnie rozlewisko wokół wylotu otworu ma około 1-1,5m średnicy. Niewielka średnica (ok. 6 cm) rury wylotowej przy powierzchni sugeruje, że elementem widocznym, przez który wydobywa się woda jest huczek. Z przeprowadzonego wywiadu wynika, że otwór jest nieszczelny praktycznie od jego likwidacji, jakkolwiek ilość wypływającej wody w ostatnim czasie się

zwiększyła. Otwór po wizji terenowej został wycofany z listy otworów proponowanych do renowacji ze względu na zbyt duże prawdopodobieństwo bardzo silnej korozji kolumny rur. Aktualny stan strefy wylotowej otworu przedstawiono na Rys. 12.



Rys. 12. Aktualny stan wylotu otworu Gostynin 8 (fot. K Pióro)

Otwór Grudziądz – 2

W trakcie wizji terenowej udało się zlokalizować miejsce wykonania otworu. Otwór znajduje się na działce nr 266/3 obręb Węgrowo. Pomierzone w terenie współrzędne otworu w układzie „PUWG 1992” są następujące:

X: 620688,53

Y: 487483,85



Rys. 13. Zweryfikowana podczas wizji terenowej lokalizacja otworu Grudziądz - 2 na tle ortofotomapy z zaznaczonymi granicami działek ewidencyjnych

W oparciu o dane uzyskane podczas wizji terenowej ustalono, że wskazana działka jest własnością prywatną. Obecnie teren na jakim znajduje się wylot otworu jest polem ornym. Działka graniczy z działkami o takim samym charakterze. W dalszej odległości znajduje się rzadka zabudowa jednorodzinna. Dojazd do działki stanowi droga polna. Rzeczywista lokalizacja wylotu otworu jest przesunięta o około 60 metrów na południowy - wschód od lokalizacji wskazanej w bazie otworowej PIG-PIB (Rys. 13.). Stan wylotu otworu przedstawiono na zdjęciach (Rys. 14.).



Rys. 14. Aktualny stan wylotu otworu Grudziądz – 2 (fot. A Rysak)

Otwór ŁÓDŹ EC II-3

W trakcie wizji terenowej zlokalizowano miejsce wykonania otworu. Otwór znajduje się na działce nr 101, obręb 0023. Pomierzone w terenie współrzędne otworu w układzie „PUWG 1992” są następujące:

X: 427891,49

Y: 528690,47



Rys. 15. Zweryfikowana podczas wizji terenowej lokalizacja otworu Łódź EC II-3 na tle ortofotomapy z zaznaczonymi granicami działek ewidencyjnych

W oparciu o informacje uzyskane od Elektrociepłowni Veolia Łódź oraz okolicznych mieszkańców ustalono, że obecnie działka jest własnością prywatną. Jest to teren nieużytku porośnięty trawą, krzakami i młodymi drzewami. Na działce znajduje się pozostałość po budynku elektrociepłowni z czasów funkcjonowania otworu w sieci, obecnie w bardzo złym stanie technicznym. Dojazd do działki od strony ciekłu Jasień jest obecnie zagrodzony. Pozostały dojazd stanowi również droga prywatna należąca do innego właściciela. Wylot otworu w stosunku do danych z bazy otworowej PIG-PIB jest przesunięty o 6,5 m w obrębie tej samej działki. Rzeczywistą lokalizację działki przedstawiono na Rys. 15. Stan wylotu otworu zobrazowano na zdjęciach (Rys. 16.).



Rys. 16. Aktualny stan wylotu otworu Łódź EC II-3 (fot. K Pióro)

6. Spis wykorzystanych materiałów

- [1] *Ustawa z dnia 9 czerwca 2011 r. – Prawo geologiczne i górnicze (Dz. U. 2024 r., poz. 1290, t.j.), 2024.*
- [2] *Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 20 grudnia 2011 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących projektów robót geologicznych, w tym robót, których wykonanie wymaga uzyskania koncesji (Dz. U. z 2023 r. poz. 155).*
- [3] *Ustawa z dnia 9 czerwca 2011 r. – Prawo geologiczne i górnicze (Dz.U. 2023 poz. 633 z późn. zm.).*
- [4] *Rozporządzenie Rady Ministrów z 10 września 2019 r. w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko (Dz. U. 2019, poz. 1839), 2019.*
- [5] *Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2016 r. w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i dokumentacji geologiczno- inżynierskiej (Dz. U. 2016, poz. 2033), 2016.*
- [6] *Obwieszczenie Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 24 listopada 2024 r. w sprawie stawek opłat na rok 2025 z zakresu przepisów Prawa geologicznego i górniczego (M. P. 2024, poz. 995), 2024.*
- [7] W. Bujakowski, Analiza techniczna i ekonomiczna możliwości wykorzystania istniejących („starych”) otworów wiertniczych do celów eksploatacji wód termalnych w rejonie Niżu Polskiego, Warszawa: Państwowy Instytut Geologiczny - Państwowy Instytut Badawczy, 2021.
- [8] J. T. Finger i D. A. Blankenship, Handbook of best practices for geothermal drilling. Sandia Report, Stany Zjednoczone: Sandia National Laboratories, 2012.
- [9] M. Wilt, E. Um, C. Weiss, D. Vasco, P. Petrov, G. Newman i Y. Wu, „Wellbore integrity assessment with casing-based advanced sensing,” w *43rd Workshop on Geothermal Reservoir Engineering*, Kalifornia, 2018.
- [10] H. P. Lohne, J. A. Aasen, E. Randeberg i H. J. Skadsem, „Reliability-Based Casing Design for Geothermal Wells,” w *European Geothermal Congress, czerwiec 2019*, Den Haag, Holandia, 2019.
- [11] T. Górka i M. Rasała, „Ocena stanu technicznego otworów geotermalnych przy wykorzystywaniu geofizycznych technik defektoskopii elektromagnetycznej EMDS,” *Technika Poszukiwań Geologicznych, Geotermia, Zrównoważony Rozwój*, nr 2, pp. 245-249, 2018.
- [12] J. Jello i T. Baser, „Repurposing Abandoned Oil and Gas Wells for Geothermal Application,” w *Energy Symposium: MIT A+B*, Cambridge, USA, 5-8 lipiec 2022, 2022.
- [13] L. Zawisza, J. Macuda, W. Gądek i J. Nowak, „Wykorzystanie testu Production Logging dla określenia stref dopływu wody do studni wielkośrednicowych,” *Górnictwo i Geoinżynieria*, nr 31(2), pp. 617-626, 2007.

- [14] Y. Palabiyik, O. I. Tureyen, M. Onur i M. Deniz, „A study on pressure and temperature behaviors of geothermal wells in single-phase liquid reservoirs,” w *38th Workshop on Geothermal Reservoir Engineering*, Kalifornia, 2013.
- [15] F. Schölderle, M. Lipus, D. Pfrang, T. Reinsch, S. Haberer, F. Einsiedl i K. Zosseder, „Monitoring cold water injections for reservoir characterization using a permanent fiber optic installation in a geothermal production well in the Southern German Molasse Basin,” *Geothermal Energy*, nr 9, pp. 1-36, 2021.
- [16] B. Bielec i H. G., „Pompowanie testowe w dokumentowaniu zasobów wód termalnych,” *Technika Poszukiwań Geologicznych. Geotermia. Zrównoważony Rozwój*, pp. 1-2, 2011.
- [17] J. Solon, J. Borzyszkowski, M. Bidasik, A. Richling, K. Badora, J. Balon, T. Brzezińska-Wójcik, Ł. Chabudziński, R. Dobrowolski, I. Grzegorzczak, M. Jodłowski, M. Kistowski, R. Kot, P. Krąż, J. Lechnio, A. Macias, A. Majchrowska, E. Marlinowska i P. Migoń, „Physico-geographical mesoregions of Poland: Verification and adjustment of boundaries on the basis of contemporary spatial data,” *Geographia Polonica*, tom 91, pp. 143-170. 10.7163/GPol.0115, 2018.
- [18] J. Pomykała, *Karta otworu: Gorzów Wielkopolski I.G.-1*, Warszawa: Inw. 54429 Arch. CAG PIG, 1961.
- [19] K. Dyczak-Calikowska i J. Pomykała, *Wyniki wiercenia Gorzów Wielkopolski IG-1*, Warszawa: Inw. 54429 Arch. CAG PIG, 1964.
- [20] F.-O. (Red.), *Profile głębokich otworów wiertniczych Państwowego Instytutu Geologicznego. Zeszyt 141: Gorzów Wielkopolski IG-1*, 2014.
- [21] D. Bednarek i T. Maćkowiak, *Dokumentacja wynikowa otworu poszukiwawczego Gostynin-8*, Warszawa: Inw. 129624 Arch. CAG PIG, 1985.
- [22] D. Bednarek i W. Nocoń, *Dokumentacja wynikowa odwiertu poszukiwawczego Grudziądz – 2*, Warszawa: Inw. 131402 Arch. CAG PIG, 1988.
- [23] J. Taube, *Karta otworu: IWICZNA*, Warszawa: P.R.G., 1958.
- [24] B. Cichoń i A. Bentkowski, *Dokumentacja hydrogeologiczna zasobów eksploatacyjnych ujęcia wód termalnych (podziemnych) z utworów kredy dolnej na terenie EC-2 w Łodzi (otwór studzienny nr 3), lokalizacja Łódź, ul. Odrzańska*, Warszawa: Inw. 3176/2002 Arch. CAG PIG, 2002.
- [25] M. Szadkowska i A. Bentkowski, *Dokumentacja geologiczna zlikwidowanego otworu studziennego nr 3 ujmującego wody podziemne z utworów kredy dolnej zlokalizowanego w Łodzi przy ul. Odrzańskiej*, Warszawa: Inw. 3804/2006 Arch. CAG PIG, 2005.
- [26] L. Bojarski, Z. Deczkowski, J. Gajewska, M. Rybicki i E. Rek, *Dokumentacja wynikowa otworu parametrycznego Rzeki IG-1*, Kraków: Państwowy Instytut Geologiczny, Oddział Karpacki, 1971.

[27] *Karta otworu: Bełchatów 9*, Warszawa: Kat. 84895 Arch. CAG PIG.

[28] T. Wandas, A. Złonkiewicz, J. Tomasiak, K. Mrozek i M. Płonczyńska, *Dokumentacja wyników otworów geologiczno-strukturalnych Bełchatów-8, Bełchatów-9, Bełchatów-10, Bełchatów-11*, Warszawa: Inw. 89838 Arch. CAG PIG, 1968.

7. Spis fotografii

Rys. 1. Mapa obszaru Niżu Polskiego [15] z lokalizacją wytypowanych we wstępnej selekcji miast wraz z umiejscowieniem 6 "starych" poddanych analizie technicznej otworów oraz otworu Iwiczna IG-1.	11
Rys. 2. Lokalizacja otworu Gorzów Wielkopolski IG-1 (wg bazy PIG-PIB) na tle mapy topograficznej oraz ortofotomapy z zaznaczonymi granicami działek ewidencyjnych	14
Rys. 3. Lokalizacja otworu Gostynin 8 (wg bazy PIG-PIB) na tle mapy topograficznej oraz ortofotomapy z zaznaczonymi granicami działek ewidencyjnych	17
Rys. 4. Lokalizacja otworu Grudziądz 2 (wg bazy PIG-PIB) na tle mapy topograficznej oraz ortofotomapy z zaznaczonymi granicami działek ewidencyjnych	19
Rys. 5. Lokalizacja otworu Iwiczna IG-1 (wg bazy PIG-PIB) na tle mapy topograficznej oraz ortofotomapy z zaznaczonymi granicami działek ewidencyjnych.....	21
Rys. 6. Lokalizacja Łódź EC II-3 (wg bazy PIG-PIB) na tle mapy topograficznej oraz ortofotomapy z zaznaczonymi granicami działek ewidencyjnych.....	23
Rys. 7. Lokalizacja Łódź EC II-3 (wg bazy PIG-PIB) na tle mapy topograficznej oraz ortofotomapy z zaznaczonymi granicami działek ewidencyjnych	25
Rys. 8. Lokalizacja otworu Bełchatów 9 (wg bazy PIG-PIB) na tle mapy topograficznej oraz ortofotomapy z zaznaczonymi granicami działek ewidencyjnych	28
Rys. 9. Zweryfikowana podczas wizji terenowej lokalizacja otworu Gorzów Wielkopolski IG-1 na tle ortofotomapy z zaznaczonymi granicami działek ewidencyjnych	41
Rys. 10. Aktualny stan wylotu otworu Gorzów Wielkopolski IG-1 (fot. K Pióro).....	42
Rys. 11. Zweryfikowana podczas wizji terenowej lokalizacja otworu Gostynin 8 na tle ortofotomapy z zaznaczonymi granicami działek ewidencyjnych	43
Rys. 12. Aktualny stan wylotu otworu Gostynin 8 (fot. K Pióro)	44
Rys. 13. Zweryfikowana podczas wizji terenowej lokalizacja otworu Grudziądz - 2 na tle ortofotomapy z zaznaczonymi granicami działek ewidencyjnych	45
Rys. 14. Aktualny stan wylotu otworu Grudziądz – 2 (fot. A Rysak).....	46
Rys. 15. Zweryfikowana podczas wizji terenowej lokalizacja otworu Łódź EC II-3 na tle ortofotomapy z zaznaczonymi granicami działek ewidencyjnych.....	47
Rys. 16. Aktualny stan wylotu otworu Łódź EC II-3 (fot. K Pióro).....	48

