



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

państwowa służba geologiczna
państwowa służba hydrogeologiczna

Załącznik nr. 1

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

Opracował:

dr hab. inż. Wiesław Bujakowski – Profesor IGSMiE PAN

Warszawa, marzec 2021 r.

Spis treści

1. Procedury formalno – prawne wykorzystania istniejących odwiertów do celów geotermalnych.....	4
2. Metody stosowane w procesie rekonstrukcji i wskaźnikowe szacunki kosztów wykonania badań i zabiegów	7
3. Analiza technicznych i lokalizacyjnych warunków wskazanych odwiertów (9 odwiertów) dla przeprowadzenia zabiegu rekonstrukcji.....	14
4. Opracowanie zakresu koncepcji i kosztów rekonstrukcji dla wybranych odwiertów (do 5 odwiertów)	40
5. Inwentaryzacja terenowa wraz z informacjami formalno-prawnymi wybranych odwiertów	49
6. Spis wykorzystanych dokumentacji	66
7. Spis fotografii	67

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

Wykorzystanie archiwalnych otworów wiertniczych do celów geotermalnych wiąże się z przejściem pewnej procedury formalno-prawnej, która podobna jest do procedury związanej z wykonaniem nowego otworu geotermalnego. Organem administracji geologicznej właściwym w przypadku wód termalnych jest Marszałek Województwa.

W pierwszej kolejności należy opracować projekt robót geologicznych dla wykonania rekonstrukcji otworu. W projekcie należy wykazać się prawem do dysponowania gruntem, na którym położony jest otwór przewidziany do zaadoptowania na cele geotermalne, ponieważ w świetle obowiązujących przepisów prawa właścicielem otworu (jako infrastruktury technicznej) jest właściciel gruntu. W praktyce formą prawną może być np. własność terenu, umowa dzierżawy, użyczenie terenu lub jakakolwiek inna umowa cywilnoprawna przekazująca prawo do dysponowania gruntem. Wystarczające jest również pisemne oświadczenie właściciela gruntu, w którym wyraża zgodę na wejście w teren i wykonanie projektowanych robót geologicznych.

Inaczej przedstawia się sprawa informacji geologicznej, do której prawo przysługuje Skarbowi Państwa. Zgodnie z definicją przedstawioną w ustawie Prawo geologiczne i górnicze (tekst jednolity: Dz.U. 2020, poz. 1064): "informacją geologiczną – są dane i próbki geologiczne wraz z wynikami ich przetworzenia i interpretacji, w szczególności przedstawione w dokumentacjach geologicznych oraz zapisane na informatycznych nośnikach danych", natomiast "danymi geologicznymi – są wyniki bezpośrednich obserwacji i pomiarów uzyskanych w toku prowadzenia prac geologicznych". Zgodnie z powyższą definicją wszelkie dane uzyskane na etapie wiercenia oraz wytworzone na ich podstawie dokumentacje stanowią informację geologiczną. Aby więc prawidłowo opracować projekt rekonstrukcji danego otworu należy uzyskać dostęp do tej informacji i z niej skorzystać. Najpełniejsza informacja o konstrukcji otworu, przebiegu wiercenia i wynikach jego opróbowania zawarta jest w geologicznej dokumentacji wynikowej wiercenia. Na etapie prac projektowych dostęp do informacji geologicznej jest nieodpłatny. Formalnie jednak należy zwrócić się z wnioskiem o jej udostępnienie. Formularze wniosków dostępne są w Narodowym Archiwum Geologicznym (NAG)PIG-PIB oraz archiwach wojewódzkich.

Opracowany projekt robót geologicznych podlega zatwierdzeniu przez właściwego miejscowo Marszałka Województwa. Po uzyskaniu decyzji zatwierdzającej projekt, a przed przystąpieniem do robót wiertniczych, należy jeszcze spełnić dodatkowe wymogi formalne. Należy do nich opracowanie i zatwierdzenie planu ruchu zakładu górniczego wykonującego roboty geologiczne. Zazwyczaj plan ruchu w imieniu Inwestora sporządza wykonawca

wiercenia. Wspomniany dokument podlega zatwierdzeniu przez organ nadzoru górniczego, którym w tym przypadku jest Dyrektor Okręgowego Urzędu Górniczego. W szczególnych przypadkach, wynikających z zapisu §3, ust. 1, pkt. 44 rozporządzenia Rady Ministrów z dnia 10 września 2019 r. w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko (Dz. U. 2019, poz. 1839), może być jeszcze konieczne uzyskanie decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach zgody na realizację przedsięwzięcia.

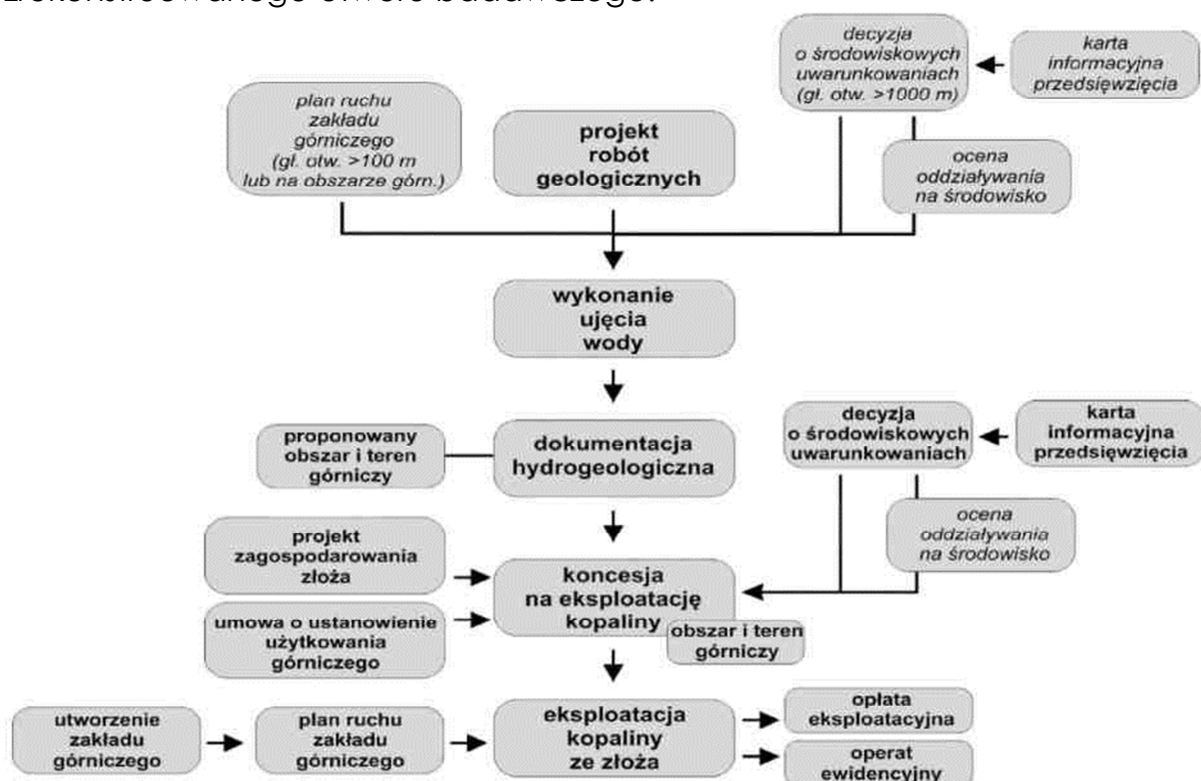
Po wykonaniu rekonstrukcji i przeprowadzeniu badań hydrogeologicznych, w przypadku ich pozytywnego rezultatu, opracować należy dokumentację hydrogeologiczną ustalającą zasoby eksploatacyjne wody termalnej. Podobnie jak projekt robót geologicznych również i dokumentacja podlega zatwierdzeniu przez Marszałka. Dokumentacja hydrogeologiczna obok ustalenia zasobów eksploatacyjnych otworu powinna zawierać również proponowane granice obszaru i terenu górniczego. Na etapie sporządzania dokumentacji należy wykazać się prawem do informacji geologicznej dotyczącej rekonstruowanego otworu. W tym przypadku korzystanie z informacji jest już za wynagrodzeniem. W związku z powyższym należy sporządzić wycenę informacji geologicznej z jakiej korzystano przy realizacji przedsięwzięcia. Wycenę, o której mowa mogą wykonywać osoby posiadające kwalifikacje do wykonywania dozoru i kierowania pracami geologicznymi stwierdzone w kategorii odpowiadającej rodzajowi wycenianej informacji geologicznej (w przypadku wód termalnych w kategorii IV). Wycena stanowi załącznik do wniosku o korzystanie z informacji geologicznej za wynagrodzeniem. Finalnie podpisywana jest umowa na korzystanie z informacji geologicznej. Aktualnie dla umów zawartych do dnia 31.12.2020 r. wartość wycenionej informacji podlega obniżeniu o 99%.

Ostatnim krokiem formalnym na drodze do rozpoczęcia eksploatacji wód termalnych jest uzyskanie koncesji na wydobywanie kopaliny jaką jest woda termalna. Koncesji udziela Marszałek na wniosek podmiotu o nią się ubiegającego. Poza dokumentami dotyczącymi samego podmiotu ubiegającego się o koncesję załącznikami do wniosku są:

- projekt zagospodarowania złoża (tzw. PZZ),
- decyzja o środowiskowych uwarunkowaniach zgody na realizację przedsięwzięcia polegającego na wydobywaniu kopaliny (wody termalnej),
- mapa obszaru i terenu górniczego.

Po uzyskaniu koncesji i utworzeniu zakładu górniczego można przystąpić do eksploatacji wody termalnej. Kierownik ruchu zakładu górniczego co roku opracowuje tzw. operat ewidencyjny, na którego podstawie wylicza się opłatę eksploatacyjną za wydobytą kopalinę. W świetle aktualnie obowiązujących przepisów dla wody termalnej stosuje się zerową opłatę eksploatacyjną.

Na poniższym diagramie przedstawiono schematycznie procedurę formalno-prawną uzyskania zezwolenia na eksploatację wody termalnej ze zrekonstruowanego otworu badawczego.



Rys. 1. Procedura formalno-prawna uzyskania koncesji na wydobywanie wody termalnej.

2. Metody stosowane w procesie rekonstrukcji i wskaźnikowe szacunki kosztów wykonania badań i zabiegów

Praktycznie wszystkie wstępnie wytypowane odwierty nie były ukierunkowane na rozpoznanie i ujęcie wód termalnych. Z tego względu mają one zwykle konstrukcję, a szczególnie zarurowanie uniemożliwiające ich prostą adaptację do celów geotermalnych.

Rekonstrukcja odwiertu obejmuje szereg czynności prowadzących do poprawy lub naprawy jego stanu technicznego konstrukcji wgłębnej i powierzchniowej przygotowując w ten sposób odwiert do pracy. W aspekcie geotermalnych potrzeb i celów, rekonstrukcja odwiertu może być realizowana w trzech obszarach tj.:

- odtworzenie obiektu zniszczonego lub zlikwidowanego,
- odnowienie istniejącego obiektu,
- naprawa całego lub części istniejącego obiektu.

Zgodnie z tym możemy wydzielić kompletną lub częściową rekonstrukcję takich obiektów, jak odwierty geologiczne.

Odwierty wykonywane pod nadzorem Państwowego Instytutu Geologicznego – Państwowego Instytutu Badawczego (PIG-PIB) to wiercenia o charakterze badawczo - rozpoznawczo - strukturalnym. Z tego powodu zwykle były wykonywane do większych głębokości, większymi średnicami i zazwyczaj były dużo bardziej szczegółowo opróbowane (zwłaszcza pod kątem hydrogeologicznym) w porównaniu do wierceń wykonywanych dla przemysłu naftowego. W tym kontekście odwierty PIG-PIB są bardziej przydatne dla projektowanego zagospodarowania, aczkolwiek zdarza się, że i odwierty naftowe mogą być poddane rekonstrukcji, czego przykładem jest projekt rekonstrukcji odwiertu naftowego Kompina 2 (Bujakowski i in., 2009).

W ostatnich kilkudziesięciu latach opracowano w Polsce kilkanaście projektów rekonstrukcji odwiertów w celu wykorzystania do pracy w systemie geotermalnym. Z tej grupy jedynie w kilku przypadkach przeprowadzono prace rekonstrukcyjne. Odwierty, w których je zrealizowano lub zaprojektowano, można podzielić na trzy grupy w zależności od skali i zakresu tych prac. Poniżej zestawiono wybrane lokalizacje rekonstrukcji:

Grupa I. Odwierty zlikwidowane, najczęściej poprzez strefową cementację wraz z likwidacją miejsca wiercenia i rekultywacją terenu:

- Mszczonów IG-1 (wykonany w 1977 r. - zrekonstruowany w 1999 r. pracuje w systemie geotermalnym Geotermii Mazowieckiej S.A.),
- Kompina 2 (wykonany w 1981 r. - z rekonstrukcją zaprojektowaną w 2009 r.)- do chwili obecnej nie została wykonana.

Grupa II. Odwierty niezlikwidowane z pozostawionymi elementami wyposażenia powierzchniowego, czasami z udokumentowanymi zasobami wód termalnych:

- odwiert Bańska IG-1 (wykonany w 1981 roku - zrekonstruowany i uruchomiony w 1993 r., pracuje w ramach systemu geotermalnego Geotermii Podhalańskiej S.A.),
- odwiert Poręba Wielka IG-1 (wykonany 1975 roku - zrekonstruowany w 2012 r., koncesja udzielona Gorczańskim Wodom Termalnym Sp. z o.o. - w fazie uruchamiania eksploatacji),
- odwierty Skierniewice GT-1 i Skierniewice GT-2 (wykonane odpowiednio w 1991 i 1997 roku - z projektem wykorzystania z 2011 roku i projektem rekonstrukcji z 2018 roku)- dotychczas nie są wykorzystywane,
- 3 odwierty w Uniejowie wykonane w 1978 roku (Uniejów IGH-1 z 1978 r.) oraz w latach 1990-1991 - uruchomione w 2001 roku (Uniejów PIG/AGH-2, Uniejów PIG/AGH-1).

Grupa III. Odwierty uszkodzone. Odwierty, które uległy zużyciu lub awarii w trakcie pracy w systemie dubletu eksploatacyjno-chłonnego lub w których znacząco obniżyły się parametry złożowe np.:

- Biały Dunajec PAN-1 (wykonany w 1990 roku - uruchomiony w 1993 roku naprawiany częściowo w 2011 roku; w 2014 roku wykonano kierunkowe pogłębienie),
- 4 odwierty w Pyrzycach (wykonane po 1992 roku - uruchomione w 1997 roku, później kilkakrotnie modyfikowane i uzdatniane),
- Stargard Szczeciński GT-2 (wykonany w 2005 roku - naprawiony w 2012 roku).

Dla każdego z wymienionych obiektów zakres prac rekonstrukcyjnych był inny. Z punktu widzenia tematyki niniejszego opracowania, w grę wchodzi dwie pierwsze grupy odwiertów.

W procesie rekonstrukcji otworów stosujemy szereg metod, które możemy podzielić zasadniczo na trzy grupy:

- metody wiertnicze,
- metody sprawdzające stan techniczny (diagnostyczne),
- metody potwierdzające skuteczność przeprowadzonych zabiegów i zmierzające do określenia parametrów złożowych (badawcze).

Niezależnie od tego czy mamy do czynienia z odwiertami zlikwidowanymi częściowo lub całkowicie czy z niezlikwidowanymi, które posiadają pozostawione wyposażenie powierzchniowe, praktycznie w każdym przypadku będziemy musieli posłużyć się metodami wiertniczymi, diagnostycznymi i badawczymi.

Do pierwszej z grup metod (metody wiertnicze) zaliczamy te prace, które wymagają zaangażowania urządzenia wiertniczego. W skład tych prac wchodzi między innymi: wiercenie, prace instrumentacyjne, zabiegi cementacyjne, intensyfikacja przepływu poprzez kwasowanie i/lub szczelinowanie, perforacja rur itp. Do grupy metod diagnostycznych zaliczyć należy przede wszystkim pomiary geofizyczne, mające na celu sprawdzenie stanu technicznego odwiertu (drożność otworu, stan orurowania i skuteczność zacementowania poszczególnych kolumn rur itp.). Metody diagnostyczne mogą być stosowane zarówno we wstępnym etapie rekonstrukcji, czyli przed zasadniczymi pracami wiertniczymi i wówczas mają charakter stwierdzający początkowy stan techniczny otworu, jak również mogą być wykonywane w trakcie lub po zakończeniu prac wiertniczych. Na tym etapie rekonstrukcji mają charakter sprawdzający skuteczność przeprowadzonych prac naprawczych czy renowacyjnych. Trzecia grupa metod to metody badawcze. Do tej grupy zaliczamy głównie badania hydrogeologiczne oraz pewną grupę pomiarów geofizycznych. Mogą one być wykonywane w trakcie prac rekonstrukcyjnych i na tym etapie mają zazwyczaj charakter rozpoznawczy. Stosowane są wówczas najczęściej opróbowania próbnikiem złoży, kontrolne pompowania przy pomocy "airliftu" lub pomiary sondą "Production Logging". Po zakończeniu prac wiertniczych i wstępnych badań rozpoznawczych wykonuje się zasadnicze badania hydrogeologiczne, których celem jest ostateczne potwierdzenie własności zbiornikowych udostępnionego interwału złożowego oraz szczegółowe określenie hydrogeologicznych parametrów złożowych. Do tej grupy badań należą testy hydrodynamiczne, próbne pompowania badawcze oraz próbna eksploatacja.

W przypadku rekonstrukcji otworów chłonnych lub geotermalnego dubletu otworów (otwór eksploatacyjny/otwór chłonny) wykonuje się również testy chłonności i pompowania eksploatacyjno-zatłaczające.

Kolejność oraz zakres poszczególnych rodzajów metod stosowanych przy rekonstrukcji otworów zależy w głównej mierze od stopnia likwidacji odwiertu, jego wieku, głębokości i aktualnego stanu technicznego. W przypadku otworów całkowicie lub częściowo zlikwidowanych w pierwszej kolejności wykonywane są prace wiertnicze mające na celu udostępnienie otworu do przeprowadzenia wstępnych prac diagnostycznych. Natomiast jeśli mamy do czynienia z otworem niezlikwidowanym, który posiada zagłowiczenie wówczas w pierwszej kolejności zazwyczaj wykonujemy prace diagnostyczne.

Do zakresu prac wiertniczych zalicza się:

- przygotowanie terenu i mobilizacja sprzętu:
 - o budowa dróg dojazdowych i placu manewrowego,
 - o budowa ziemnego zbiornika retencyjnego wraz z rurociągami zrzutowymi,
 - o przygotowanie zaplecza wiertni,

- o montaż i demontaż urządzenia wiertniczego,
 - o rekultywacja terenu;
- wiercenie:
 - o zwiercanie korków cementowych,
 - o wykonywanie ewentualnego otworu bocznego,
- rurowanie, jeśli jest wymagane;
- prace serwisowe, w tym m.in.:
 - o serwis rejestracji parametrów wiercenia,
 - o serwis płuczkowy,
 - o serwis cementacyjny,
 - o serwis intensyfikacyjny.

Do metod diagnostycznych zaliczyć należy przede wszystkim metody geofizyczne. W zależności od typu rekonstrukcji wykorzystywane będą różne metody pomiarowe. W przypadku realizacji prac, które nie wymagają pogłębienia otworu lub wykonywania kierunkowego otworu bocznego (pod pojęciem otworu bocznego/kierunkowego rozumie się otwór wiertniczy, odchylony w przestrzeni od kierunku pionowego i azymutalnego, na skutek zamierzonej ingerencji człowieka), czyli wtedy, kiedy nie będzie udostępniana nowa część złoża, wówczas zakres metod geofizycznych sprowadza się do sprawdzenia stanu technicznego istniejącego orurowania otworu. Przy tego rodzaju pracach najczęściej stosuje się następujące metody pomiarowe:

- średnicomierz wieloramienny (w celu określenia ewentualnych odkształceń kolumny rur okładzinowych, nieszczelności złączy, narośli lub ubytków korozyjnych, uszkodzeń powstałych w trakcie wiercenia itp.), np. MIT 60, MIT 40, MIT 24,
- defektoskopia elektromagnetyczna (EMDS) pozwalająca na określenie grubości ścianki rur okładzinowych,
- cementomierz akustyczny (CBL lub RBT) pozwalający na określenie stanu płaszcza cementowego poszczególnych kolumn rur okładzinowych.

W przypadku wykonywania dodatkowego wiercenia i udostępnienia nowej części zbiornika wód termalnych wykonuje się zazwyczaj standardowy zestaw pomiarów geofizycznych jak w przypadku nowych wierceń, których celem jest:

- określenie profilu litologiczno-stratygraficznego przewiercanych skał,
- wydzielenie stref o własnościach zbiornikowych oraz ilościowa ocena parametrów fizycznych i zbiornikowych tych stref,
- określenie charakterystyki termicznej poszczególnych poziomów zbiornikowych,
- określenie temperatury i ciśnienia złożowego wody termalnej,
- określenie rozkładu ciśnienia i gradientu ciśnienia w strefie złożowej,

- określenie indeksu produkcyjności w strefie złożowej,
- ocena stanu strefy przyodwiertowej.

Aby zrealizować powyższe cele stosuje się m.in. następujące metody pomiarowe:

- 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,
- profilowanie średnicy otworu FIAC,
- profilowanie temperatury, ciśnienia i oporności płuczki BHPT,
- profilowanie krzywizny otworu WOT,
- skaner elektryczny XRMI,
- dipolowa sonda akustyczna WSTT.

Jeżeli rekonstrukcja otworu wymaga zabudowy dodatkowej kolumny rur stosuje się wymienione już wcześniej pomiary cementomierzem i średnicomierzem.

Po udostępnieniu złoża wód termalnych (czy to poprzez perforację rur okładzinowych czy też w wyniku pogłębienia lub wykonania dodatkowego otworu bocznego) w celu zbadania jego parametrów zbiornikowych, określenia stref doływu wody termalnej i zbadania strefy przyodwiertowej wykonuje się pomiary zestawem sond Production Logging.

Ostatni zestaw metod stosowanych przy pracach rekonstrukcyjnych to metody badawcze, potwierdzające skuteczność przeprowadzonych zabiegów rekonstrukcyjnych i zmierzające do określenia parametrów hydrogeologicznych otworu i warstwy wodonośnej. Są to przede wszystkim pompowania badawcze, czyli standardowe badania hydrogeologiczne wykonywane przy określaniu zasobów wód, w tym również termalnych. Są to:

- pompowania oczyszczające - mające na celu oczyszczenie otworu z pozostałości płuczki wiertniczej, udrożnienie stref doływu i określenie wstępnych parametrów początkowych do przeprowadzenia zasadniczego pompowania pomiarowego,
- pompowania pomiarowe, które można podzielić na:
 - o testy hydrodynamiczne - krótkotrwałe (zazwyczaj kilkugodzinne) pompowania w warunkach nieustalonych, często stosowane w przypadku wód termalnych z uwagi na ich specyfikę (najczęściej wysoka temperatura i mineralizacja wód, stwarzająca problemy z utylizacją wypompowanej wody),

- o pompowania w warunkach quasi ustalonych - długotrwałe pompowania (zazwyczaj kilkudniowe), stosowane gdy ujęta woda ma przede wszystkim niską mineralizację oraz temperaturę umożliwiającą stosunkowo szybkie schłodzenie i odprowadzenie wypompowanej wody termalnej do wód powierzchniowych,
- pompowania eksploatacyjno-zatłaczające - możliwe do wykonania w przypadku dubletu otworów geotermalnych (otwór eksploatacyjny i otwór chłonny).

Zakres prac związane z rekonstrukcją otworu może być bardzo zróżnicowany w zależności od stanu otworu, jaki ma być poddany rekonstrukcji. Wiąże się to bezpośrednio z kosztami prac, które również mogą być bardzo zróżnicowane. Niemniej jednak w poniższej tabeli (tab.1) podjęto próbę podania orientacyjnych kosztów metod stosowanych w procesie rekonstrukcji otworów wiertniczych. W tabeli zachowano podział na wcześniej wydzielone trzy grupy metod, tj. metody wiertnicze, diagnostyczne i badawcze.

W każdym z rodzaju metod mamy do czynienia z kosztami jednostkowymi uzależnionymi od głębokości wiercenia lub długości interwału wykonywania zabiegów specjalnych czy też długości odcinków pomiarowych oraz kosztami stałymi związanymi np. z mobilizacją grup pomiarowych, montażem i demontażem urządzenia wiertniczego, przygotowaniem zaplecza wiertni, czy rekultywacją terenu. Zwłaszcza w przypadku pomiarów geofizycznych czy też zabiegów wykonywanych przez specjalistyczne grupy serwisowe, niejednokrotnie zdarza się, iż koszt samego pomiaru jest niższy niż koszty stałe związane z mobilizacją ludzi oraz transportem materiałów, urządzeń i sprzętu pomiarowego. W przedstawionych w tabeli 1 orientacyjnych kosztach prac wiertniczych uwzględnione zostały koszty materiałów i orurowania.

Tabela 1. Szacunkowe koszty metod stosowanych przy rekonstrukcji otworów (na podstawie rozeznania rynku i własnych doświadczeń).

Rodzaj prac	Szacunkowe koszty netto [zł]
Metody wiertnicze	
- Mobilizacja, przygotowanie placu wiertni, transport i montaż urządzenia i zaplecza budowy. - Demontaż i transport powrotny urządzenia. - Utylizacja odpadów, rekultywacja. - Budowa ziemnego zbiornika retencyjnego.	700 000 – 2 000 000 w zależności od wielkości urządzenia
Wiercenie otworu (dotyczy rekonstrukcji polegającej na wykonaniu kierunkowego otworu bocznego), w tym rdzeniowanie oraz serwis kierunkowy i serwis rejestracji	4 000 – 5 000/1 mb w zależności od głębokości
Inne prace wiertnicze i instrumentacyjne	50 000 – 75 000/doba pracy urządzenia
Perforacja rur okładzinowych perforatorem rurowym w celu udostępnienia strefy złożowej	ok. 5 000/1 mb
Kwasowanie otworu (w zależności od głębokości i interwału przewidzianego do kwasowania)	250 000 – 500 000
Zabudowa rur okładzinowych, w tym koszt rur (w zależności od średnicy rur i rodzaju stali)	300 – 800/1 mb
Zabudowa kolumny filtrowej (w zależności od rodzaju filtra, głębokości zabudowy i długości)	250 000 – 750 000
Metody diagnostyczne	
Badania geofizyczne sprawdzające stan techniczny istniejącego orurowania otworu: - średnicomierz wieloramienny MIT-60 - defektoskopia elektromagnetyczna EMDS - cementomierz RBT lub CBL	150 000 – 300 000 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 - profilowanie średnicy otworu FIAC - profilowanie temperatury, ciśnienia i oporności płuczki BHPT - profilowanie krzywizny otworu WOT - skaner elektryczny XRMI - dipolowa sonda akustyczna WSTT - cementomierz RBT lub CBL	400 000 – 800 000 w zależności od długości odcinka pomiarowego
Metody badawcze	
Pomiar sondą Production Logging	50 000 – 100 000 w zależności od długości odcinka pomiarowego
Rurowy próbnik złoża (koszt pojedynczego pomiaru wraz interpretacją)	50 000 – 70 000
Pompowanie oczyszczające (air lift)	50 000 – 100 000
Pompowanie badawcze (testy hydrodynamiczne) wraz z badaniami laboratoryjnymi próbek wody	150 000 – 300 000
Próbną eksploatacja lub pompowanie eksploatacyjno-zatłaczające (długotrwałe)	10 000 – 20 000/dobę

3. Analiza technicznych i lokalizacyjnych warunków wskazanych odwiertów (9 odwiertów) dla przeprowadzenia zabiegu rekonstrukcji

Autorzy opracowania po analizie archiwalnych danych otworowych zgromadzonych w dostępnych bazach danych PIG-PIB, wstępnie wytypowali do dalszej bardziej szczegółowej analizy 9 odwiertów. Głównymi kryteriami wyboru odwiertów, poza potencjalnymi własnościami zbiornikowymi przewiercanych horyzontów, było również położenie w niedalekiej odległości (do 5 km) od miejscowości, które mogłyby stanowić potencjalne źródło odbioru wytwarzanej na bazie tych otworów energii geotermalnej, oraz kompletność archiwalnych dokumentacji wykonanych prac. 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 2, 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.

Tabela 2. Ogólna charakterystyka otworów wytypowanych wstępnie do rekonstrukcji

Nazwa otworu	Potencjalny poziom zbiornikowy	Potencjalna temperatura złożowa* [°]	Potencjalna mineralizacja [g/dm ³]*	Potencjalna wydajność [m ³ /h]*
Dobrow IGH-1	K1	80	86	114
Iwiczna IG-1	J1	50-51	80-87	120-130
Pobiedziska IGH-1	K1	26-28	1-2	56-76
	J1	59	49	77
Września IG-1	J1	46	56	129
Czachówek 1	K1	34	22	135
Malbork IG-1	J1	29	40	300
Pastętk IG-1	J1	27	27	300
Ślesin IGH-1	K1	73	84	300
Środa IG-3	J1	33	13	77

- - parametry przewidywane po wykonaniu rekonstrukcji

	główna grupa otworów
	grupa otworów rezerwowych
	pozostałe otwory

Otwór Dobrów IGH-1

Otwór Dobrów IGH-1 wykonany został w latach 1979 – 1980. Położony jest w miejscowości Powiercie, gmina Koło, powiat kolski, województwo wielkopolskie. W odległości nie przekraczającej 5 km od otworu znajduje się miejscowość Koło. Według informacji zawartej w bazie danych otworowych PIG-PIB zlokalizowany został w obrębie działki nr 133/6, obręb 0018 Powiercie Wieś. Jego współrzędne w układzie "PUWG 1992" są następujące:

X: 479 711,933

Y: 477 357,832

- Rzędna terenu w miejscu wiercenia wynosi ok. 95 m n.p.m.
- Głębokość otworu wynosi 2805,7 m

Parametry złożowe:

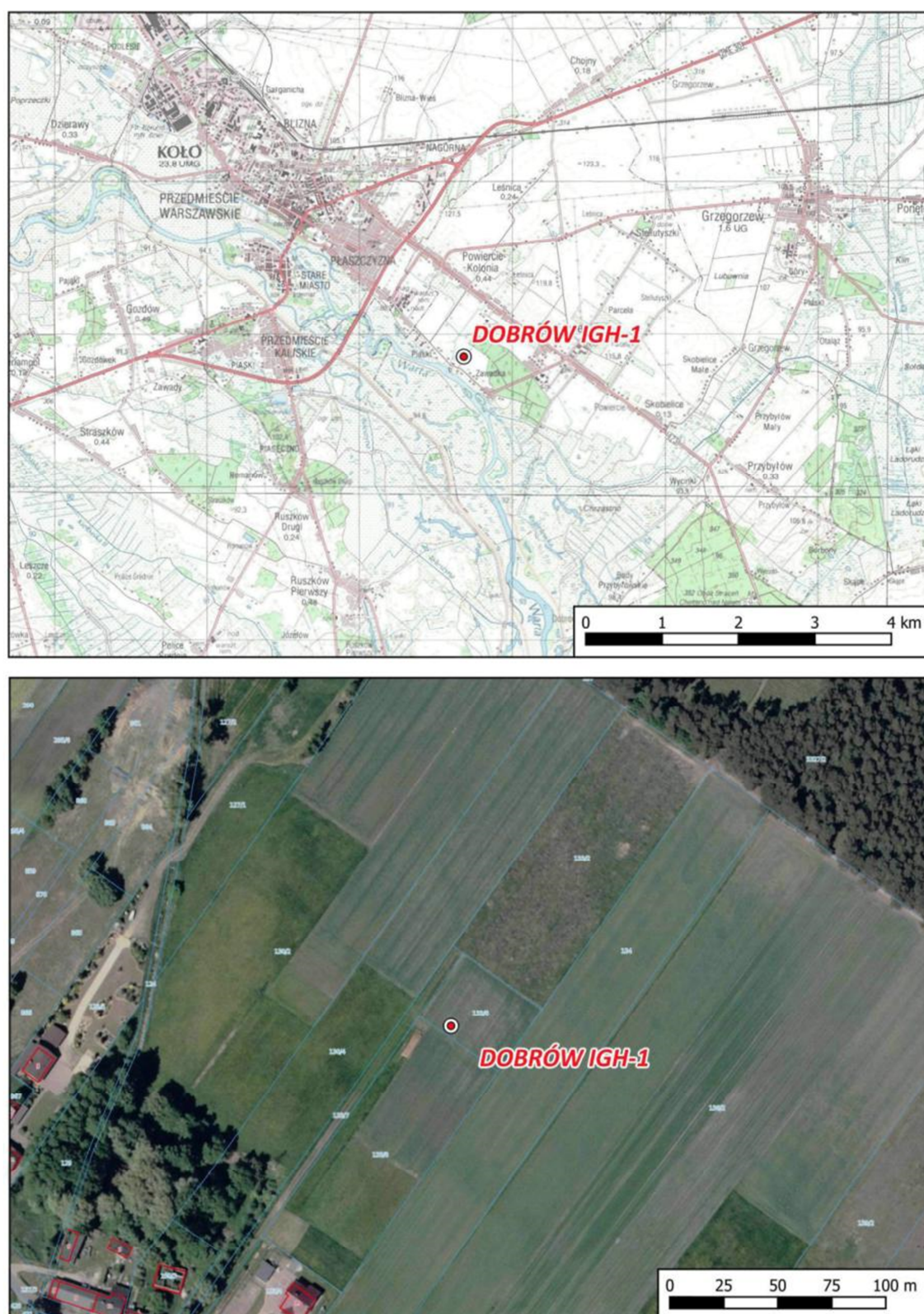
- ujęty poziom zbiornikowy: kreda dolna,
- wydajność: 60 m³/h,
- depresja: 12 m,
- temperatura w złożu: 86°C,
- temperatura na wypływie: 65°C,
- mineralizacja: 88,9 – 96,2 g/dm³,
- typ chemiczny wody: 9,6% Cl – Na, J, Br, B
- współczynnik filtracji: 0,89 m/d = 1,03 · 10⁻⁵ m/s

Konstrukcja otworu (zarurowanie)			
Zarurowanie	Średnica rur	Głębokość	Charakterystyka
Rury stalowe	13 3/8"	0,0 - 366,0 m	cementowane do wierzchu,
Rury stalowe	9 5/8"	0,0 - 1300,0 m	cementowane do wierzchu,
Rury stalowe	6 5/8"	1150,0 - 2438,0 m	cementowane na zakładkę,
Kolumna filtrowa	4 1/2"	2400,0 – 2640,0 m	perforacja w interwale 2438 – 2580 m
Otwór bosy	Otwór bosy	2400,0 – 2640,0 m	otwór zlikwidowany poprzez zacementowanie

Uproszczony profil stratygraficzny

czwartorzęd – trzeciorzęd	0,0 – 21,0 m
kreda górna	21,0 – 2435,0 m,
kreda dolna	2435,0 – 2655,5 m,
jura górna (nieprzewiercona)	2655,5 – 2805,7 m.

Otwór Dobrów IGH-1 posiada zatwierdzone zasoby wody termalnej z utworów kredy dolnej w ilości 60 m³/h przy depresji 12 m i temperaturze na wypływie 65°C (Płochniewski, Stachowiak, 1981).



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

Otwór Iwiczna IG-1

Otwór Iwiczna IG-1 wykonany został w latach 1958 – 1959. Położony jest w miejscowości Stara Iwiczna, gmina Lesznowola (gm. wiejska), powiat piaseczyński, województwo mazowieckie. W odległości nie przekraczającej 5 km od otworu znajduje się miejscowość Lesznowola 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 m n.p.m.

Głębokość otworu wynosi 1700 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 - 262,27 m	cementowane do wierzchu,
Rury stalowe	9 $\frac{5}{8}$ ''	0,0 - 895,10 m	cementowane do wierzchu,
Rury stalowe	6 $\frac{5}{8}$ ''	0,0 – 1403,0 m	cementowane do wierzchu,
Otwór bosy	Otwór bosy	1403,0 – 1700,0 m	

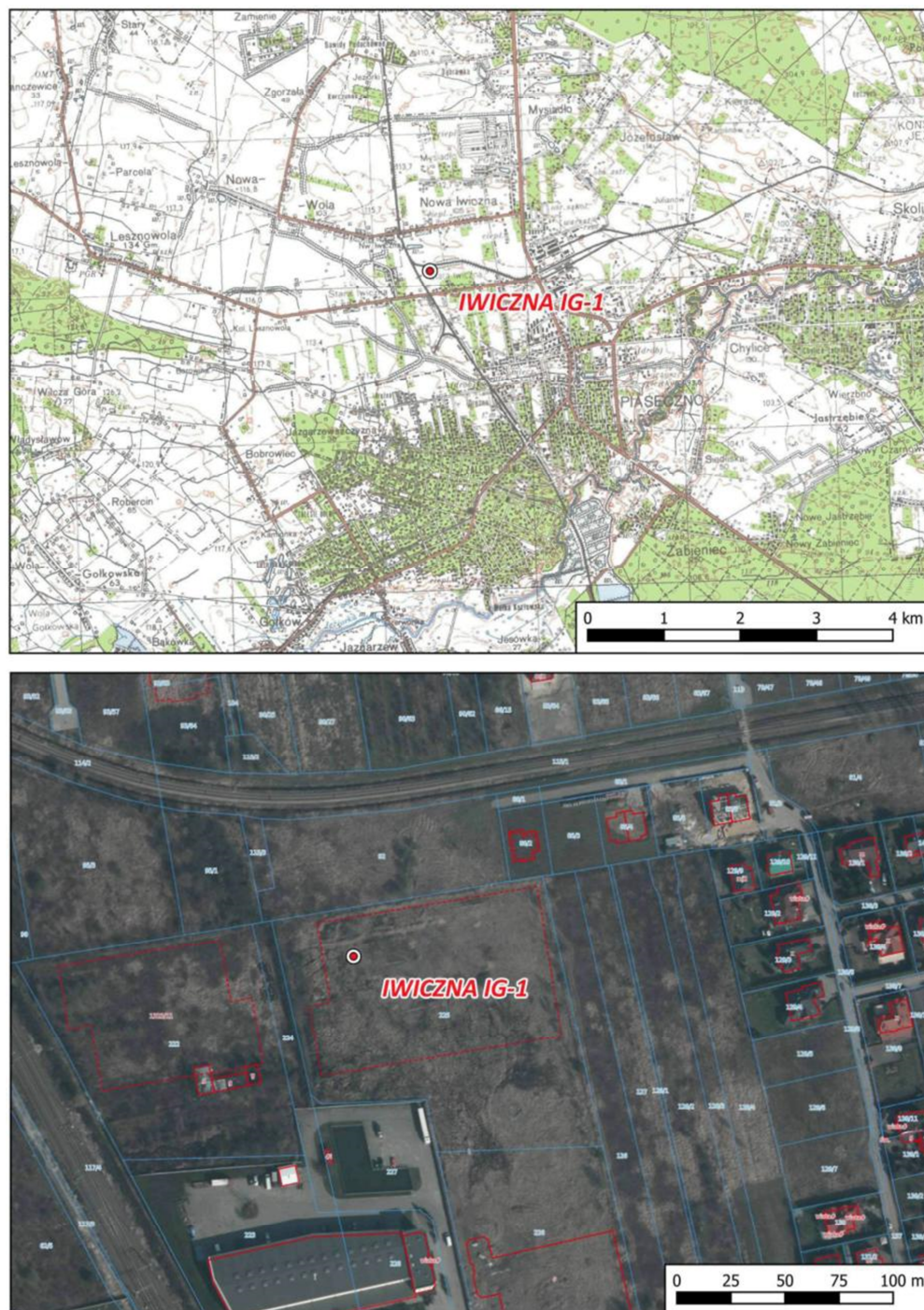
Uproszczony profil stratygraficzny

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 (Taube J., 1958). Stwierdzono brak w archiwum następujących pozycji:

- Pepel A., 1958 - Sprawozdanie z pomiaru prędkości średnich na otworze Iwiczna [od 0 do 875 m].
- Tarnowski H., 1959 - Sprawozdanie z pomiaru prędkości średnich na otworze Iwiczna [od 600 do 1475 m].



Rys. 3. Lokalizacja otworu Iwiczna IG-1 (wg bazy PIG-PIB) na tle mapy topograficznej oraz ortofotomapy z zaznaczonymi granicami działek ewidencyjnych

Otwór Pobiedziska IGH-1

Otwór Pobiedziska IGH-1 wykonany został w latach 1983 – 1984. Położony jest w miejscowości Pobiedziska, gmina Pobiedziska, powiat poznański, województwo wielkopolskie. W odległości nie przekraczającej 5 km od otworu znajduje się miejscowość Murowana Goślina i Pobiedziska. Według informacji zawartej w bazie danych otworowych PI-G-PIB zlokalizowany został w obrębie działki nr 21/3, obręb 0001 Pobiedziska. Jego współrzędne w układzie "PUWG 1992" są następujące:

X: 515 344,089

Y: 382 849,851

- Rzędna terenu w miejscu wiercenia wynosi ok. 105 m n.p.m.
- Głębokość otworu: 1575,0 m

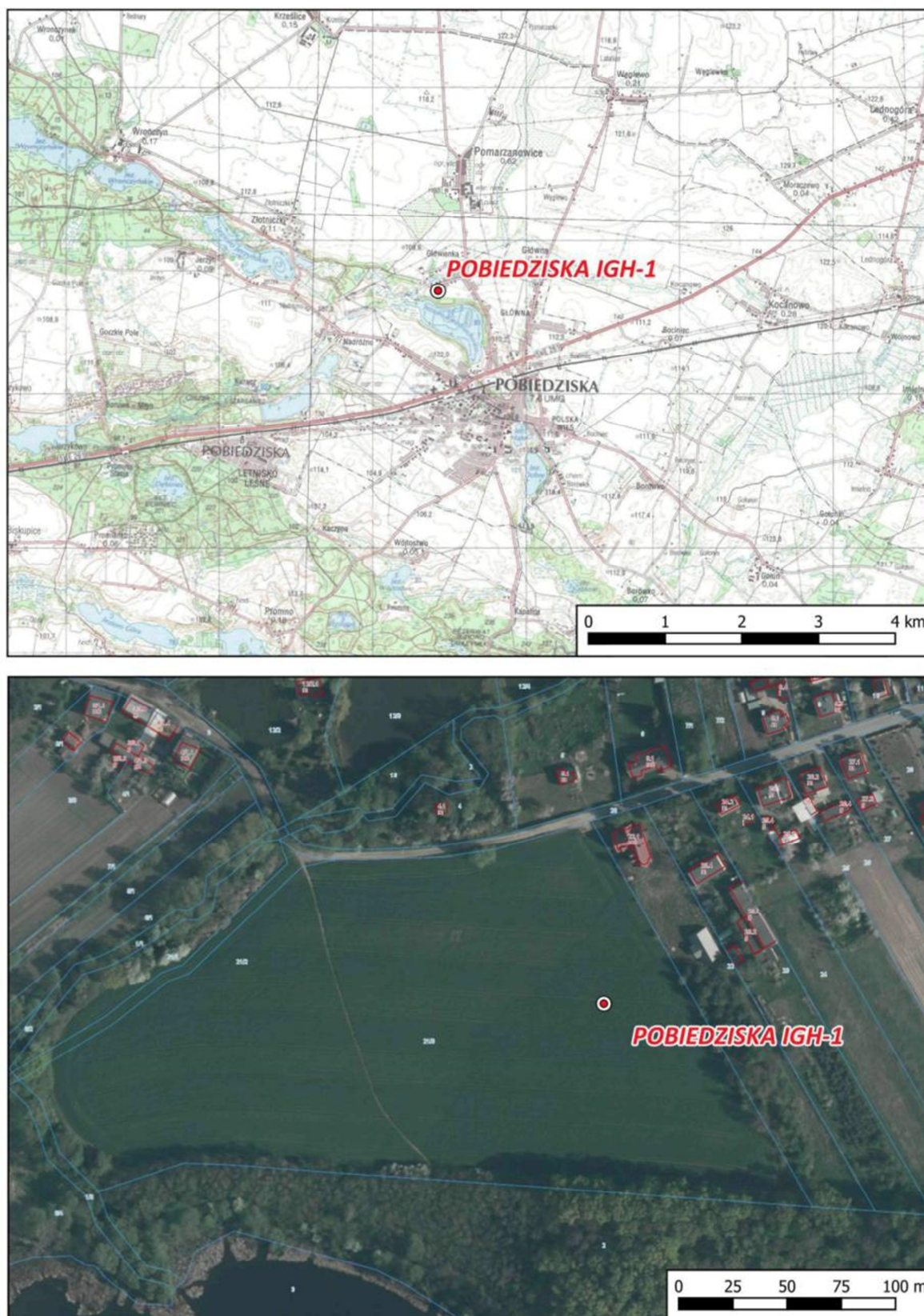
Parametry złożowe (z pomiarów geofizycznych):

- horyzonty wodonośne wydzielono w utworach jury dolnej w interwałach:
 - o 1360,8 – 1395,0 m,
 - o 1485,0 – 1532,0 m,
 - o 1561,2 – 1575,0 m,
- porowatość średnia:
 - o w interwale 1360,8 – 1395,0 m: 28%
 - o w interwale 1485,0 – 1532,0 m: 25%
 - o w interwale 1561,2 – 1575,0 m: 29%
- obliczona średnia mineralizacja:
 - o w interwale 1360,8 – 1395,0 m: 12 g/dm³
 - o w interwale 1485,0 – 1532,0 m: 20 g/dm³
 - o w interwale 1561,2 – 1575,0 m: 70 g/dm³
- maksymalna temperatura w złożu: 58 °C

Konstrukcja otworu (zarurowanie)			
Zarurowanie	Średnica rur	Głębokość	Charakterystyka
Rury stalowe	9 5/8''	0,0 - 430,0 m	cementowane do wierzchu,
Rury stalowe	6 5/8''	254,0 - 1353,0 m	cementowane na zakładkę,
Otwór bosy	Otwór bosy	1353,0 – 1575,0 m	brak danych

Uproszczony profil stratygraficzny

czwartorzęd – trzeciorzęd	0,0 – 137,6 m,
kreda górna	137,6 – 553,8 m,
kreda dolna	553,8 – 644,0 m,
jura górna	644,0 – 1147,0 m,
jura środkowa	1147,0 – 1337,0 m,
jura dolna (nieprzewiercona)	1337,0 – 1575,0 m.



Rys. 4. Lokalizacja otworu Pobiedziska IGH-1 (wg bazy PIG-PIB) na tle mapy topograficznej oraz ortofotomapy z zaznaczonymi granicami działek ewidencyjnych

Dla otworu Pobiedziska IGH-1 brak informacji o sporządzonej dokumentacji otworowej. Nie znaleziono również informacji odnośnie opracowanej dokumentacji hydrogeologicznej, co sugerowałby symbol otworu (IGH-1). W toku analizy materiałów archiwalnych w NAG skorzystano jedynie z opracowania pn: Zbiorcze opracowanie badań geofizycznych odwiertu POBIEDZISKA IGH-1 (Kmetko J., 1984). Stwierdzono brak w archiwum następującej pozycji:

- Karta otworu Pobiedziska IGH-1.

Otwór Września IG-1

Otwór Września IG-1 wykonany został w latach 1974 -1976. Położony jest w miejscowości Psary Małe, gmina Września, powiat wrzeński, województwo wielkopolskie. W odległości nie przekraczającej 5 km od otworu znajduje się miejscowość Września. Według informacji zawartej w bazie danych otworowych PIG-PIB zlokalizowany został w obrębie działki nr 125/1, obręb 0334 Psary Wielkie. Jego współrzędne w układzie "PUWG 1992" są następujące:

X: 498 555,569

Y: 398 574,104

- Rzędna terenu w miejscu wiercenia wynosi ok. 110 m n.p.m..
- Głębokość otworu: 5904,2 m

Parametry złożowe:

- pomiar temperatury:

Głębokość [m]	Wynik pomiaru termometrem [°C]	Wynik pomiaru po 10 dniowej stójce [°C]
908	27	40,2
1985	55	78,7
2705	-	105,0
2730	101	-
3158	122	-
5350	171	-

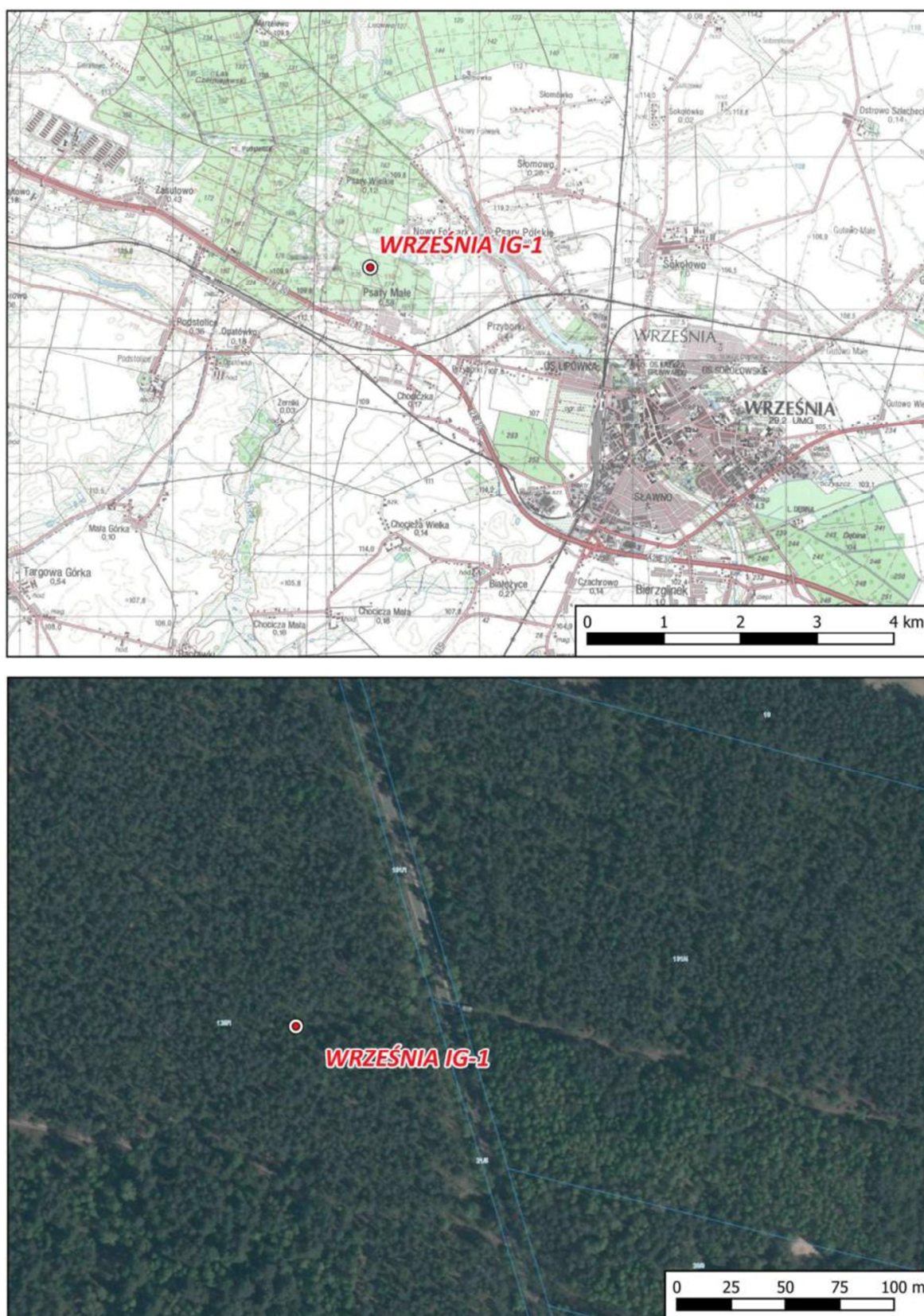
- w trakcie wiercenia opróbowanie otworu
 - o próbnikiem zapuszczonym na kablu (czas badania 10 minut na każdej głębokości):
 - 988 m (J1 – p-ce) ciśn. 65 at, 7 l płynu Cl = 5,8 g/l,
 - 1140 m (J1 – p-ce) ciśn. 70 at, 8 l płynu (płuczka),
 - 1310 m (J1 – p-ce) ciśn. 75 at, 7 l płynu (filtrat – woda złożowa) Cl = 17,2 g/l,
 - 1825 m (T3 – p-c trzcinowy) ciśnienie 75 at, 7 l płynu (j.w.) Cl = 25 g/l,

- 1855 m (T3 – p-c trzcinowy) ciśn. 90 at, 6 l płynu (j.w.),
- 2679 m (T1 – p-c) ciśn. 0 at, 1,5 l płuczki,
- 2684 m (T1) ciśn. 0 at, 2 l płuczki,
- 2775 m (T1) ciśn. 0 at, 2 l płuczki,
- o próbnikiem rurowym opróbowano łącznie cechsztyński wapien podstawowy i górną część czerwonego spągowca:
 - w interwale 4019,0 – 4069,2 m (P1 –2) stwierdzono słaby przyływ gazu palnego,
- po ukończeniu wiercenia opróbowano:
 - o interwał 3220,0 – 5904,2 m poprzez zapięcie próbника w rurach 7" – stwierdzono samowypływ solanki o ciśnieniu głowicowym 165 at,
 - o interwał 3220 – 3230 m w miejscu przetarcia rur poprzez zapięcie próbника w rurach 7" powyżej tego interwału – uzyskano okresowy samowypływ solanki głowicy do 307,5 at,
 - o opróbowano poprzez perforację rur utwory środkowego pstręgo piaskowca w interwałach 2732 – 2750 m i 2762 – 2776 m i zapięcie próbника. Nie uzyskano przyływu.
 - o opróbowano poprzez perforację rur utwory jury dolnej w interwałach 1307 – 1323 m i 1332 – 1337 m i szcerpywanie łyżką wiertniczą. Stwierdzono przyływ solanki o zwierciadle statycznym na głębokości 61 m i wydajności 1,5 m³/h przy depresji 20 m. Temperatura solanki w czasie szcerpywania: 22oC. Mineralizacja: 63,2 g/l. Typ chemiczny: solanka 6,3% Cl-Na, Br, J.

Konstrukcja otworu (zarurowanie)			
Zarurowanie	Średnica rur	Głębokość	Charakterystyka
Rury stalowe	24''	0,0 - 4,1 m	cementowane do wierzchu,
Rury stalowe	20''	0,0 - 72,7 m	cementowane do wierzchu,
Rury stalowe	13 3/8''	0,0 - 911,7 m	cementowane do wierzchu,
Rury stalowe	9 5/8''	0,0 – 3228,3 m	Zacementowano z różną skutecznością od 980 m do 3138 m
Rury stalowe	7''	0,0 – 3962,5 m	Zacementowano z różną skutecznością od 2160 m do spodu
Otwór bosy	Otwór bosy	3962,5 – 5904,2 m	

Uproszczony profil stratygraficzny

czwartorzęd	0,0 – 50,0 m
trzeciorzęd	50,0 – 82,0 m,
kreda górna	82,0 – 132,5 m,
kreda dolna	132,5 – 210,0 m,
jura górna	210,0 – 875,0 m,
jura środkowa	875,0 – 980,0 m,
jura dolna	980,0 – 1339,0 m,
trias górny	1339,0 – 2102,5 m,
trias środkowy	2102,5 – 2376,5 m,
trias dolny	2376,5 – 3125,0 m,
perm górny	3125,0 – 4026,5 m,
perm dolny	4026,5 – 4889,5 m
karbon górny	4889,5 – 4930,0 m,
karbon dolny (nieprzewiercony)	4930,0 – 5904,2 m.



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

Otwór Czachówek 1

Otwór Czachówek 1 wykonany został w latach 1988–1989. Położony jest w miejscowości Bronisławów, gmina Prażmów, powiat piaseczyński, województwo mazowieckie. W odległości nie przekraczającej 5 km od otworu znajduje się miejscowość Góra Kalwaria. Według informacji zawartej w bazie danych otworowych PIG-PIB zlokalizowany został w obrębie działki nr 106, obręb 0003 Bronisławów. Jego współrzędne w układzie "PUWG 1992" są następujące:

X: 457 720,177

Y: 642 168,997

- Rzędna terenu w miejscu wiercenia wynosi ok. 117,5 m n.p.m.
- Głębokość otworu: 3712,0 m

Parametry złożowe:

W trakcie wiercenia otworu Czachówek 1 prób złożowych nie wykonywano. Po zakończeniu wiercenia przeprowadzono próby złożowe w kilku interwałach.

- Poziom w głębokości 3313 – 3325 m (karbon górny) – poziom otwarty pod rurami. Opróbowanie próbnikiem złoża: przypiływu nie uzyskano, nieustabilizowany wzrost ciśnienia do wartości 316,2 at. Niska przepuszczalność, brak własności zbiornikowych.
- Poziom w głębokości 2728 – 2764 m (perm - karbon górny) – poziom otwarty pod rurami. Opróbowanie próbnikiem złoża: przypiływ solanki 27,7% Cl-Na zanieczyszczonej płuczką w ilości 6,7 m³, strefa przyodwiertowa uszkodzona. Uzyskano:
 - o wydajność średnia: 9,8 m³/h,
 - o ciśnienie złożowe: 294,29 at,
 - o gradient ciśnienia: 1,06 at/10 m.
- Poziom w głębokości 1974 – 1983 m (trias górny - piaskowce) – poziom udostępniony przez perforację rur 9 5/8": przypiływu nie uzyskano, nieustabilizowany wzrost ciśnienia do wartości 140 at.
- Poziom w głębokości 1900 – 1910 m (jura dolna - piaskowce) – poziom udostępniony przez perforację rur 9 5/8". Uzyskano przypiływ solanki 9,4% Cl-Na:
 - o wydajność średnia: 3,96 m³/h,
 - o ciśnienie złożowe: 196,5 at,
 - o gradient ciśnienia: 1,03 at/10 m,
 - o temperatura 46°C,
 - o stabilizacja zwierciadła wody: 48 m p.p.t.

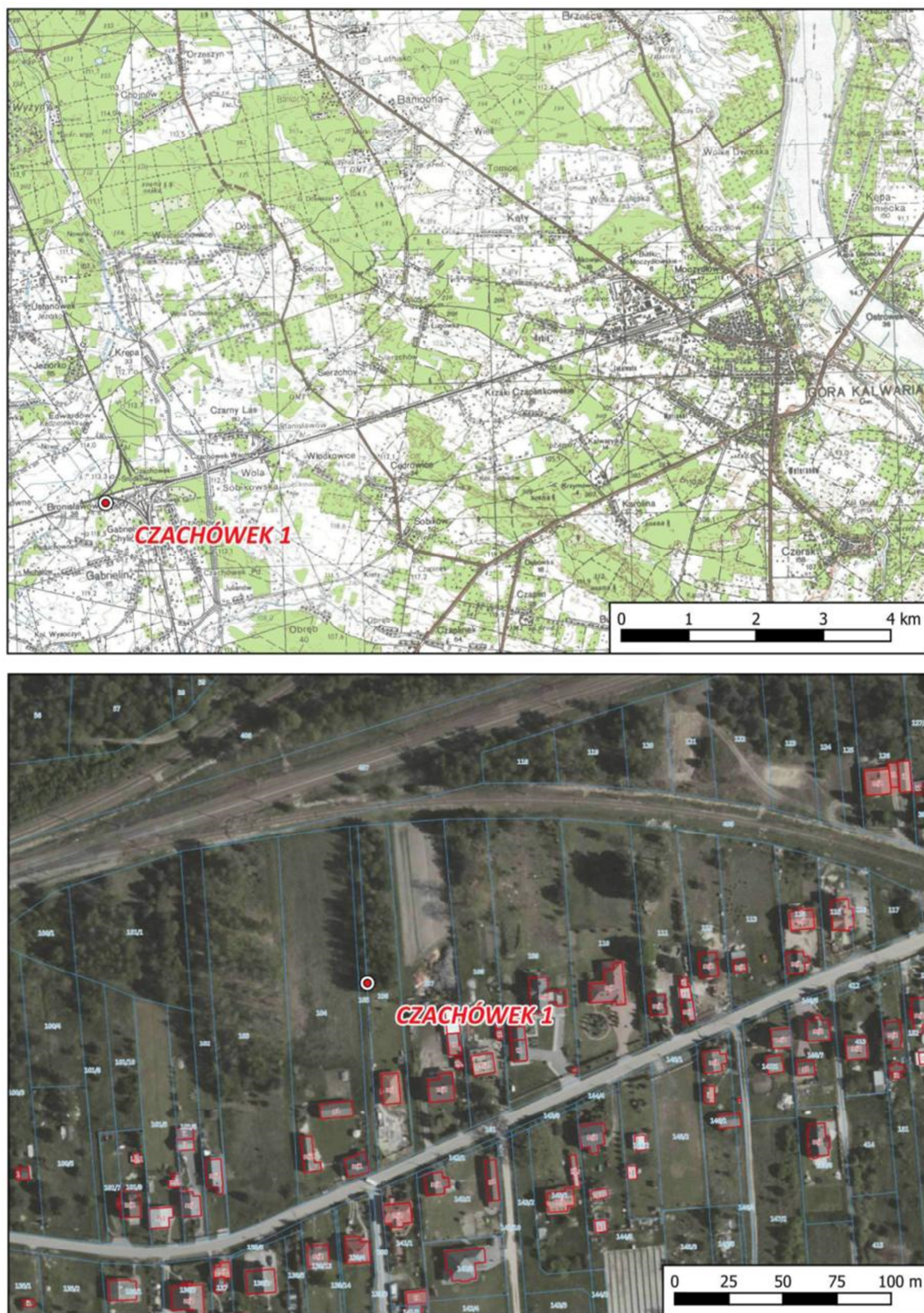
Konstrukcja otworu (zarzutowanie)			
Zarzutowanie	Średnica rur	Głębokość	Charakterystyka
Rury stalowe	13 $\frac{3}{8}$ "	0,0 - 300,0 m	cementowane do wierzchu,
Rury stalowe	9 $\frac{5}{8}$ "	0,0 - 2040,0 m	cementowane do wierzchu,
Otwór bosy	Otwór bosy	2040,0 – 3712,0 m	

Uproszczony profil stratygraficzny

czwartorzęd – trzeciorzęd	0,0 – 319,0 m,
kreda górna	319,0 – 1183,0 m,
kreda dolna	1183,0 – 1255,0 m,
jura górna	1255,0 – 1736,0 m,
jura środkowa	1736,0 – 1771,0 m,
jura dolna	1771,0 – 1927,5 m,
trias górny	1927,5 – 2212,5 m,
trias środkowy	2212,5 – 2292,5 m,
trias dolny	2292,5 – 2523,0 m,
perm górny	2523,0 – 2755,5 m,
perm dolny	2755,5 – 2756,5 m,
karbon górny	2756,5 – 3507,0 m,
sylur (nieprzewiercony)	3507,0 – 3712,0 m.

W toku analizy materiałów archiwalnych w NAG skorzystano z: Dokumentacji wynikowej otworu poszukiwawczego CZACHÓWEK 1 (Bednarek D., 1989). Stwierdzono brak w archiwum następującej pozycji:

- Karta otworu CZACHÓWEK 1.
- Michalec J., Jakiel B., 1990 - Opracowanie badań sejsmometrycznych otworu Czachówek-1, prędkości sejsmiczne, pionowe profilowanie sejsmiczne.



Rys. 6. Lokalizacja otworu Czachówek 1 (wg bazy PIG-PIB) na tle mapy topograficznej oraz ortofotomapy z zaznaczonymi granicami działek ewidencyjnych

Otwór Malbork IG-1

Otwór Malbork IG-1 wykonany został w latach 1987 - 1988. Położony jest w miejscowości Kamionka, gmina Malbork, powiat malborski, województwo pomorskie. W odległości nie przekraczającej 5 km od otworu znajduje się miejscowość Malbork. Według informacji zawartej w bazie danych otworowych PIG-PIB zlokalizowany został w obrębie działki nr 18/1, obręb 0005 Kamionka. Jego współrzędne w układzie "PUWG 1992" są następujące:

X: 688 957,611

Y: 503 510,253

- Rzędna terenu w miejscu wiercenia wynosi ok. 6 m n.p.m.
- Głębokość otworu: 3680,0 m

Parametry złożowe:

W trakcie wiercenia otworu Malbork IG-1 wykonano kilkakrotnie opróbowanie rurowym próbnikiem złoża. Próby złożowe wykonano w następujących interwałach:

- 3230 – 3252 m (kambr): przyływ gazu palnego i ok. 280 l ropy naftowej,
- 3230 – 3261 m (kambr): przyływ gazu palnego i ok. 280 l ropy naftowej,
- 3230 – 3261 m (kambr): przyływ gazu palnego i ok. 2200 l ropy naftowej,
- 3262 – 3274 m (kambr): brak przyływu,
- 3276 – 3314 m (kambr): brak przyływu,

Po zakończeniu wiercenia przeprowadzono próby złożowe w kilku interwałach.

- 3624 – 3680 m (kambr-proterozoik) próbnik złoża: brak przyływu,
- 3230 – 3260 m (kambr) próbnik złoża: przyływ 2 m³ ropy naftowej w czasie 50 h,

Wykonano szczelinowanie interwału 3230 – 3680 m pod butem rur 6 5/8". Nie uzyskano zadowalających wyników. Otwór zlikwidowano od spodu do 1210 m i przeprowadzono badanie poziomów mezozoiku.

- 1145 – 1175 m (trias dolny – piaskowiec) perforacja rur 6 5/8" i 9 5/8", rurowy próbnik złoża:
 - o przyływ wody zmineralizowanej o wydajności: 15,7 m³/h,
 - o ciśnienie złożowe: 118,3 at,
 - o ustabilizowane zwierciadło: 14 m p.p.t.
 - o typ chemiczny wody: 7,5% Cl-Na, J.

Poziom zlikwidowano przy pomocy korka aluminiowego na głębokości 930 m.

- 881 – 895 m (jura dolna i środkowa – piaskowiec) perforacja rur 6 5/8" i 9 5/8", samowypływ po perforacji:
 - o samowypływ wody zmineralizowanej o wydajności: 3,95 m³/h,
 - o ciśnienie złożowe (wyliczone): 97,13 at,
 - o ciśnienie głowicowe: 6,38 at,
 - o temperatura na samowypływie przy wydajności 3,95 m³/h: 15°C,

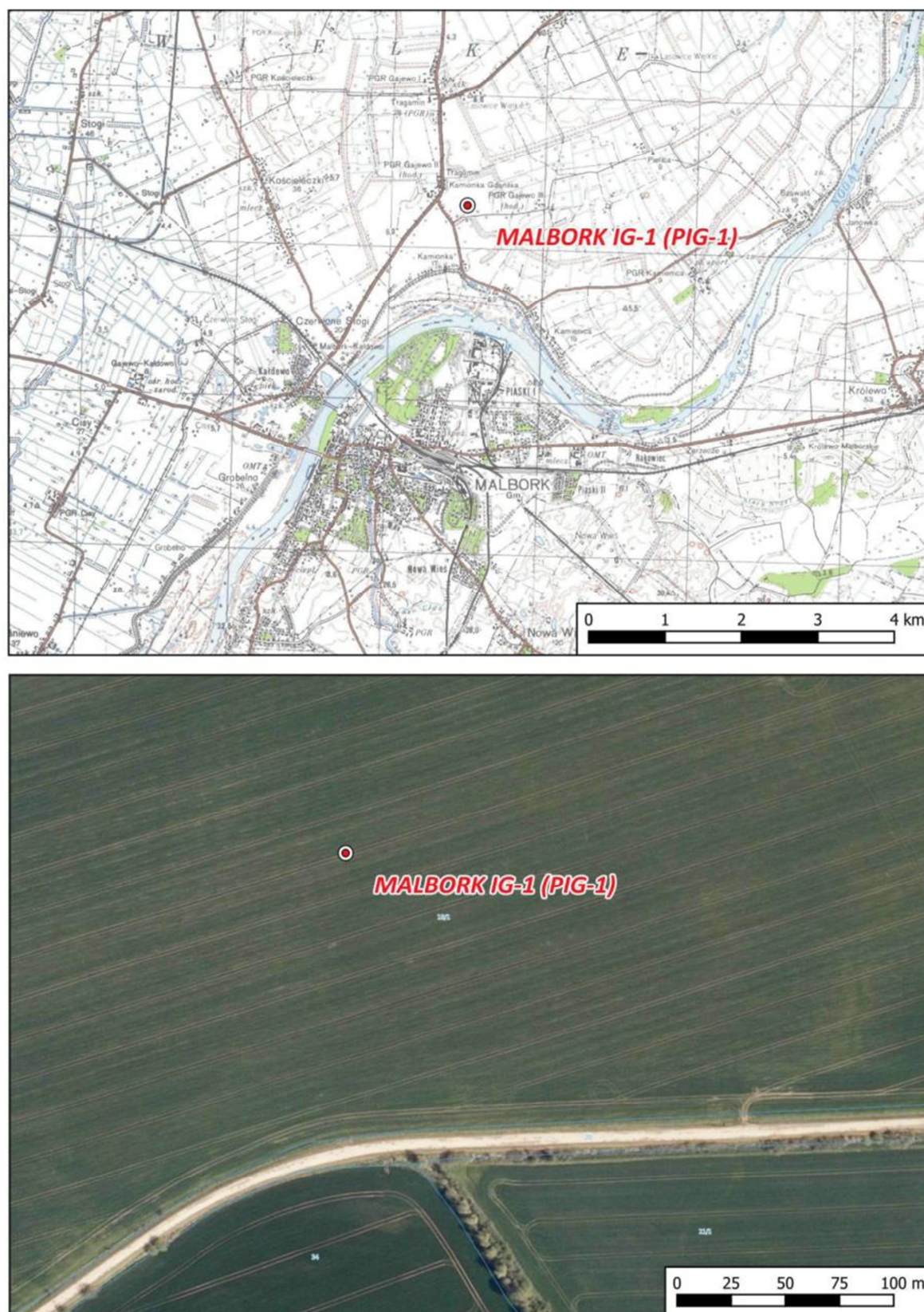
o typ chemiczny wody: 4,16% Cl-Na, J.

Poziom zlikwidowano przy pomocy korka aluminiowego na głębokości 930 m.

Konstrukcja otworu (zarurowanie)			
Zarurowanie	Średnica rur	Głębokość	Charakterystyka
Rury stalowe	20''	0,0 - 30,0 m	cementowane do wierzchu,
Rury stalowe	13 $\frac{3}{8}$ ''	0,0 - 250,0 m	cementowane do wierzchu,
Rury stalowe	9 $\frac{5}{8}$ ''	0,0 – 2060,0 m	cementowane do wierzchu,
Rury stalowe	6 $\frac{5}{8}$ ''	1897,0 - 3230,0 m	cementowane na zakładkę,
Otwór bosy	Otwór bosy	3230,0 – 3680,0 m	

Uproszczony profil stratygraficzny

czwartorzęd	czwartorzęd 0,0 – 35,0 m,
trzeciorzęd	trzeciorzęd 35,0 – 105,0 m,
kreda górna	kreda górna 105,0 – 603,0 m,
jura górna	jura górna 603,0 – 875,0 m,
jura środkowa	jura środkowa 875,0 – 894,0 m,
jura dolna	jura dolna 894,0 – 973,5 m,
trias górny	trias górny 973,5 – 1015,0 m,
trias środkowy	1015,0 – 1074,0 m,
trias środkowy - trias dolny	1074,0 – 1163,5 m,
trias dolny	1163,5 – 1580,5 m,
perm górny	1580,5 – 2000,5 m,
perm dolny	2000,5 – 2004,5 m,
sylur	2004,5 – 3187,5 m,
ordowik	3187,5 – 3234,0 m,
kambr	3234,0 – 3637,5 m,
kambr - wend	3237,5 – 3667,0 m,
proterozoik (nieprzewiercony)	3667,0 – 3680,0 m.



Rys. 7. Lokalizacja otworu Malbork IG-1 (wg bazy PIG-PIB) na tle mapy topograficznej oraz ortofotomapy z zaznaczonymi granicami działek ewidencyjnych

W toku analizy materiałów archiwalnych w NAG skorzystano z:

- Witkowski A. z zespołem, 1990 - Dokumentacja wynikowa otworu badawczego Malbork IG-1. PIG Warszawa.
- Dokumentacja geodezyjna otworu Malbork IG-1, woj. Elbląskie, 1989. Przedsiębiorstwo Geologiczne w Warszawie, Oddział Geodezji.
- Szczerbowska M., 1987 - Opracowanie badań odcinkowych. Odwiert: Malbork IG-1. Rejon: synekliza perybałtycka. Badany interwał: 0-1075 m. Geofizyka. Baza Geofizyki Wiertniczej. Pracownia Interpretacji w Toruniu.
- Dorcz M., 1987 - Opracowanie badań odcinkowych. Odwiert: Malbork IG-1. Rejon: synekliza perybałtycka. Badany interwał: 1025-1403 m. Geofizyka. Baza Geofizyki Wiertniczej. Pracownia Interpretacji w Toruniu.
- Dorcz M., 1987 - Opracowanie badań odcinkowych. Odwiert: Malbork IG-1. Rejon: synekliza perybałtycka. Badany interwał: 1353-2060 m. Geofizyka. Baza Geofizyki Wiertniczej. Pracownia Interpretacji w Toruniu.

Otwór Pastęk IG-1

Otwór Pastęk IG-1 wykonany został w latach 1958 - 1961. Położony jest w miejscowości Pastęk, gmina Pastęk, powiat elbląski, województwo warmińsko-mazurskie. W odległości nie przekraczającej 5 km od otworu znajduje się miejscowość Pastęk. Według informacji zawartej w bazie danych otworowych PIG-PIB zlokalizowany został w obrębie działki nr 1/1, obręb 0007 Pastęk. Jego współrzędne w układzie "PUWG 1992" są następujące:

X: 690 043,981

Y: 542 013,483

- Rzędna terenu w miejscu wiercenia wynosi ok. 15,7 m n.p.m.
- Głębokość otworu: 2858,4 m

Parametry złożowe:

W trakcie wiercenia otworu Pastęk IG-1 prowadzono systematyczne obserwacje płuczki wiertniczej pod kątem jej zgazowania, rozcieńczenia i zasolenia. Nie przeprowadzano w czasie wiercenia prób złożowych.

Pierwsze objawy zgazowania wystąpiły przy przewiercaniu utworów syluru na głębokości 2381,0 - 2418,6 m. Podobne objawy wystąpiły także na głębokości 2441,9 - 2452,5 m. Po 3-tygodniowej stójce przy przewiercaniu piaskowców kambru na głębokości 2816,2 m nastąpił samowypływ solanki ilości 7,2 m³/h.

Po niemal rocznym postoju przystąpiono do właściwych prób złożowych, likwidując wcześniej otwór w interwale 1730,0 - 2858,4 m poprzez zacementowanie. Po wykonaniu cementowania szcerpiano płuczkę do spodu, stwierdzono szczelność rur i korka cementowego, a następnie wypełniono otwór wodą i przystąpiono do opróbowania wytypowanych horyzontów poprzez perforację:

- 1723 – 1730 m (perm górny) perforacja rur 9 5/8", szcerpanie wody:
 - o brak przyływu po 72 h.

Poziom zlikwidowano poprzez wypełnienie otworu gęstą płuczką do poziomu 1180 m oraz wykonanie korka cementowego w interwale 1115 – 1180 m.

- 1100 – 1111 m (trias dolny) perforacja rur 9 5/8", samowypływ po perforacji:
 - o samowypływ solanki o wydajności: 10,8 m³/h,
 - o ciśnienie głowicowe: 2,0 at,
 - o typ chemiczny wody: 6,0% Cl-Na-Ca.

Poziom zlikwidowano poprzez wypełnienie otworu gęstą płuczką do poziomu 845 m oraz wykonanie korka cementowego w interwale 750 – 845 m,

- 765 – 775 m (jura górna) perforacja rur 9 5/8", samowypływ po perforacji:
 - o samowypływ solanki o wydajności: 0,64 m³/h,
 - o ciśnienie głowicowe: nie pomierzono z przyczyn technicznych,
 - o typ chemiczny wody: 4,3% Cl-Na-Ca.
- Poziom zlikwidowano poprzez wypełnienie otworu gęstą płuczką oraz wykonanie korka cementowego w interwale 0 – ok. 60 m.

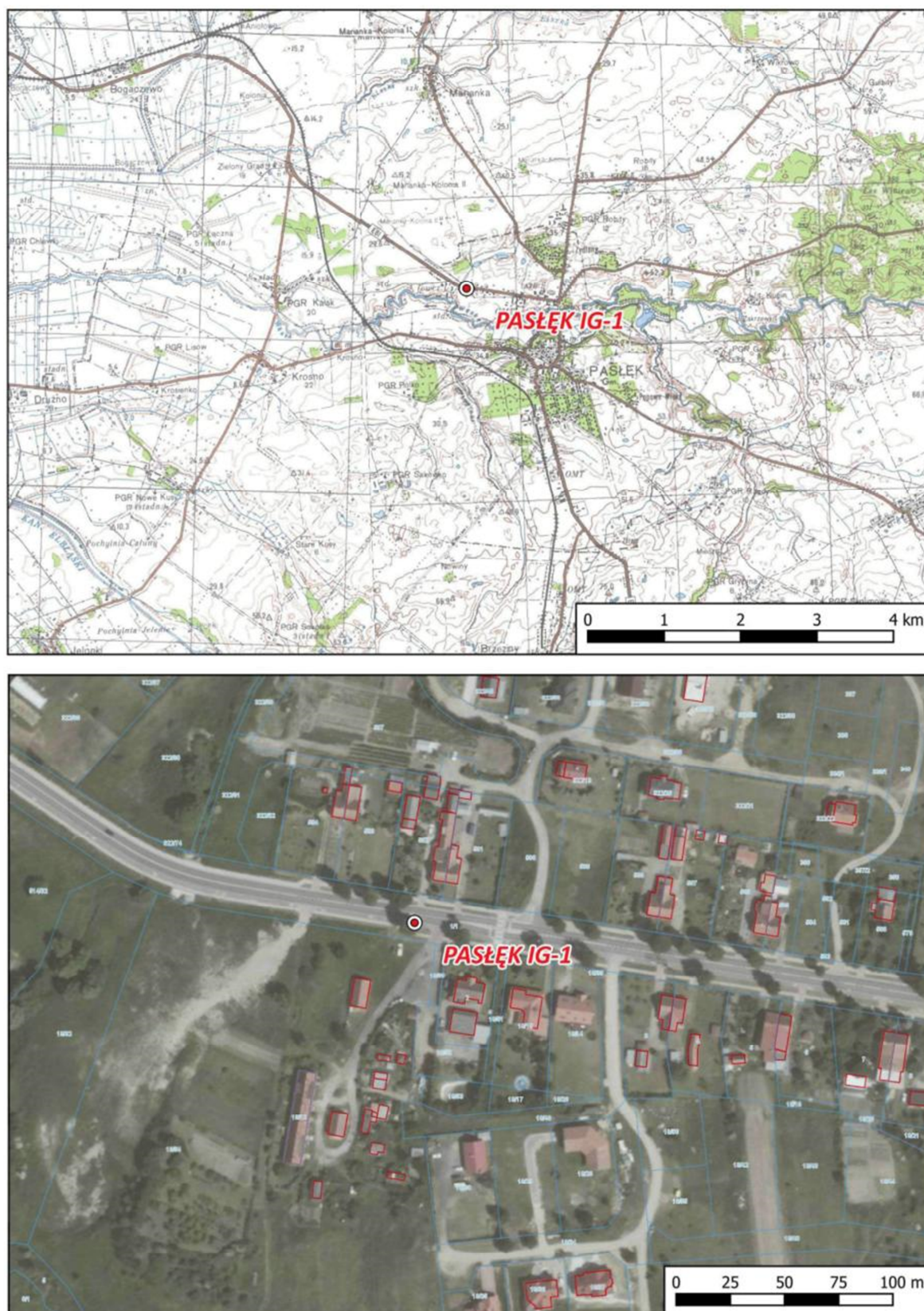
Konstrukcja otworu (zarurowanie)			
Zarurowanie	Średnica rur	Głębokość	Charakterystyka
Rury stalowe	24''	0,0 - 4,5 m	cementowane do wierzchu,
Rury stalowe	13 3/8''	0,0 - 581,0 m	cementowane do wierzchu,
Rury stalowe	9 5/8''	0,0 – 1764,2 m	cementowane do wierzchu,
Otwór bosy	Otwór bosy	1764,2 – 2858,4 m	Brak danych

Uproszczony profil stratygraficzny

czwartorzęd	0,0 – 185,0 m,
kreda górna	185,0 – 508,0 m,
kreda górna – dolna	508,0 – 589,0 m,
jura górna	589,9 – 835,0 m,
jura środkowa	835,0 – 861,0 m,
jura dolna	861, 0 – 1006,0 m,
trias górny	1006,0 – 1070,0 m,
trias środkowy	1070,0 – 1090, 0 m,
trias dolny	1090,0 – 1580,0 m,
perm górny	1580,0 – 1960,5 m,
perm dolny	1960,5 – 1966,5 m,
sylur górny	1966,5 – 2500,0 m,
sylur dolny	2500,0 – 2638,0 m,
ordowik górny	2638,0 – 2697,0 m,
ordowik środkowy	2697,0 – 2725,0 m,
ordowik dolny	2725,0 – 2738,0 m,
kambr górny	2738,0 – 2739,1 m,
kambr środkowy (nieprzewiercony)	2739,1 – 2858,4 m.

W toku analizy materiałów archiwalnych w NAG skorzystano z:

- Szyperko-Śliwczyńska A., (red. nauk.) 1973 - Profile głębokich otworów wiertniczych Instytutu Geologicznego - Zeszyt nr 9 - Pastęk IG-1, Warszawa, 1973.
- Ostenda A., 1957 - Dokumentacja geologiczna otworu: PASŁĘK IG-1, woj. olsztyńskie, pow. Pastęk. Instytut Geologiczny.



Rys. 8. Lokalizacja otworu Pasłek IG-1 (wg bazy PIG-PIB) na tle mapy topograficznej oraz ortofotomapy z zaznaczonymi granicami działek ewidencyjnych