7. Gmina Ustroń

7.1. Wprowadzenie - stan rozpoznania

Ustroń to obecnie jedyne miasto w Beskidzie Śląskim posiadające status uzdrowiska. Leczy się tu choroby narządu ruchu, układu krążenia, dróg oddechowych i obwodowego układu nerwowego. Miasto jest malowniczo położone w dolinie rzeki Wisły, u stóp Czantorii Wielkiej i Małej, Równicy i Lipowskiego Gronia.

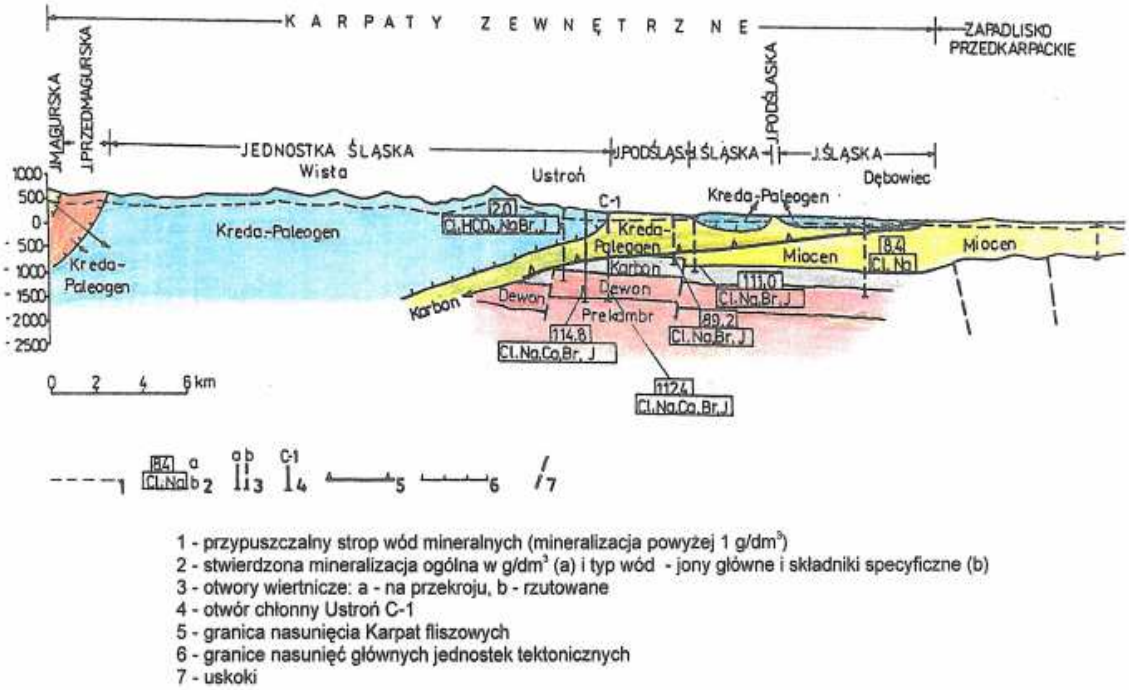
Wody podziemne w rejonie Ustronia występują w utworach czwartorzędowych, fliszowych, mioceńskich oraz górno karbońskich i dolno karbońsko-dewońskich. Obszar gminy położony jest w zachodniej części szczelinowo - porowego, fliszowego Głównego Zbiornika Wód Podziemnych nr 348 Godula - Beskid Śląski, który został wyodrębniony w Masywie Karpackim, jednostce godulskiej (Kleczkowski, red. 1990). Szacunkowe zasoby dyspozycyjne GZWP Godula wynoszą 8,5 tys. m^3/d, a średnia głębokość ujęć 60 m (Kleczkowski, red. 1990).

W rejonie Ustronia, w latach 1962 do 1992, wykonano 6 otworów wiertniczych: Ustroń-1, Hermanice - Nierodzim H-I, Ustroń-2, Ustroń-3, Ustroń-3A oraz C-I (otwór chłonny). Wyniki przeprowadzonych prac wykazały, iż budowa geologiczna analizowanego rejonu jest zmienna i skomplikowana. Stąd warunki zawodnienia głębokich struktur skalnych są bardzo zmienne w profilu pionowym. Zrealizowane dotychczas prace wiertnicze zlokalizowane były po prawej stronie Wisły na terenie osiedli: Zawodzie Górne, Zawodzie Dolne i Skalicy (Sokołowski 2001). Zestawienie wybranych danych otworowych uzyskanych w trakcie realizacji prac geologicznych zestawiono w tabeli 7.1.1. Szczegółowy opis warunków geologicznych i hydrogeologicznych analizowanego rejonu przedstawiono w rozdziale 7.3. W rozdziale 7.7 zestawiono informacje dotyczące wykonanych dotychczas odwiertów.

Poglądowy przekrój hydrogeochemiczny analizowanego rejonu przedstawiono na ryc. 7.1.1.

Tabela 7.1.1. *Zestawienie* wybranych danych *otworowych uzyskanych w trakcie realizacji prac geologicznych: H-I, Ustroń-2, Ustroń-3, Ustroń-3A, C-1 (wg Sokołowski 2001)*

Nazwa odwiertu	Wydajność m^3/d	Poziom wodonośny	Typ wody i temperatura (T)
U 2		warstwy cieszyńskie	0,2% woda Cl-HCO_3-Na, Br, J T = ?
U 3	144	dewon górny i środkowy (1350 m p.p.t)	8,4% woda Cl-Na-Ca, Br, Fe, Sr T = 46°C
U 3A		dewon górny i środkowy (828 m p.p.t.)	12,7% woda Cl-Na, Ca, Br, Fe, Sr T = 22°C
H-1	30,24	dewon górny i środkowy	8,9% woda Cl-Na-Ca, Br, J, Fe T = ?
C-1		dewon	11,24% woda Cl-Na-Ca, Br, J, Fe, Sr



Ryc. 7.1.1. Schematyczny przekrój hydrogeochemiczny pomiędzy Wisłą a Dębowcem (wg Sokołowski 2001)

7.2. Charakterystyka terenu inwestycji w aspekcie jego wykorzystania jako obszaru działalności górniczej

W rozdziale 1.8 przedstawiono procedury formalno-prawne związane z poszukiwaniem, rozpoznaniem oraz eksploatacją wód podziemnych zaliczonych do termalnych i leczniczych. Poniżej opisano możliwości Gminy Ustroń, związane z uzyskaniem koncesji oraz możliwości prowadzenia eksploatacji wód w proponowanej lokalizacji.

Zgodnie z danymi uzyskanymi w Starostwie Powiatowym w Cieszynie w chwili obecnej działki objęte proponowanym obszarem prac geologicznych są własnością Gminy Ustroń.

W Gminie Ustroń, we wskazanej lokalizacji, mamy do czynienia z wodami chlorkowo-sodowo-wapniowymi bromkowymi jodkowymi, które to wody *Zarządzeniem Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej* z dnia 31 stycznia 1979 r. w sprawie uznania wód mineralnych i peloidów za lecznicze (M.P. z dnia 10 marca 1979 r Nr 6 poz. 48 z późn. zmian.) zostały uznane za lecznicze i zgodnie z Rozdziałem 3 Art.16.ust.3 pkt.2 *Ustawy z dna 04 lutego 1994r. Prawo geologiczne i górnicze* (Dz.U. z 2005 r. Nr 228 poz. 1947 tekst jednolity) i *Rozporządzeniem Rady Ministrów* z 14 lutego 2006 r. w sprawie złóż wód podziemnych zaliczanych do solanek, wód leczniczych i termalnych oraz złóż kopalin leczniczych, a także zaliczenia kopalin pospolitych z określonych złóż lub jednostek geologicznych do kopalin podstawowych (DZ.U. z 2006 r. Nr 32 poz. 220 z późn. zm.) udzielenie koncesji na wydobywanie wód leczniczych wymaga uzgodnienia z ministrem właściwym do spraw zdrowia.

Projektowana inwestycja zlokalizowana zostanie na terenie działki ew. nr 434/3 w miejscowości Ustroń. Przedmiotowa działka stanowi własność Gminy Ustroń.

Teren nieruchomości gruntowej nr 434/3, jest niezabudowany i niezagospodarowany. Od strony zachodniej przylega do niego działka o nr ew. 434/6, od północy przylega droga publiczna oznaczona jako dz. ew. 431/1 (ul. Stawowa), a od strony wschodniej dz. ew. 434/5. Od strony południowej przylega działka ew. nr 434/4.

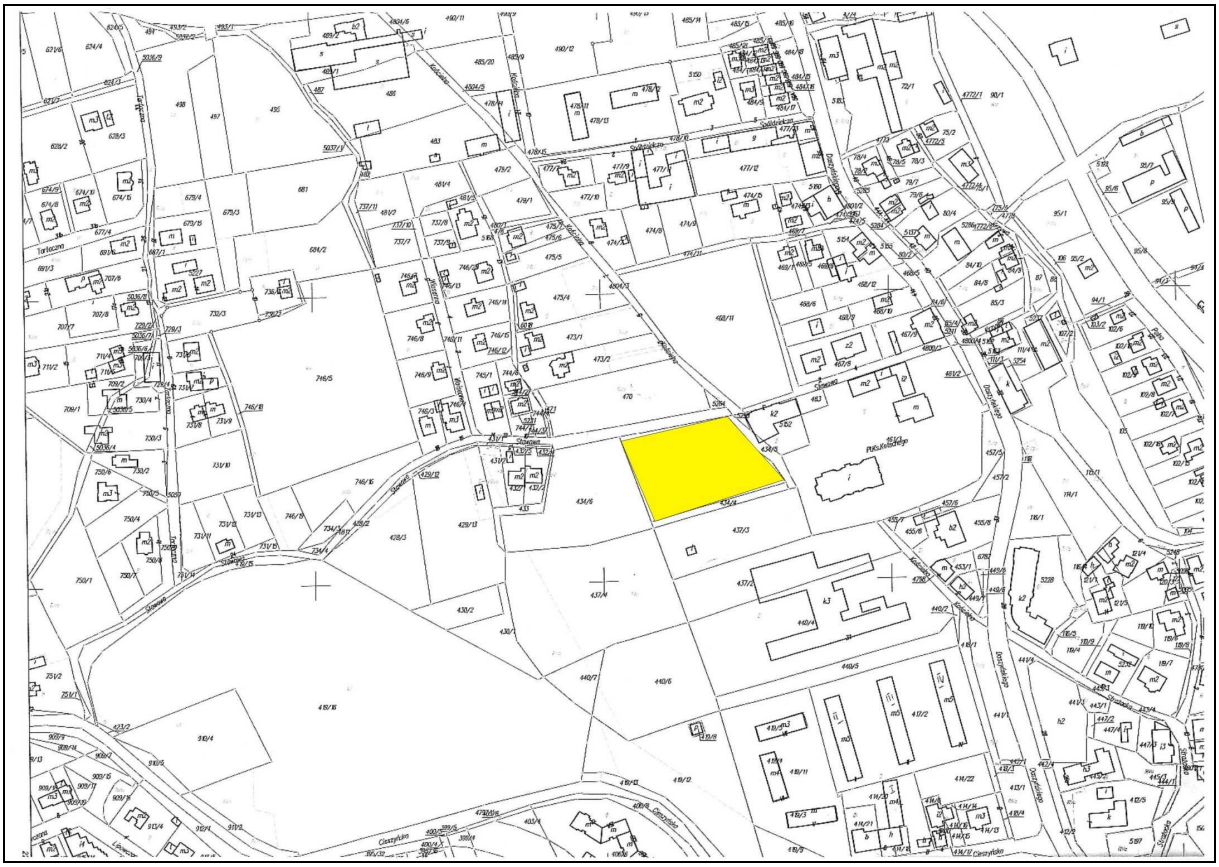
Zgodnie z Miejscowym planem zagospodarowania przestrzennego w granicach administracyjnych Gminy Ustroń (Uchwała Nr XXXI/269/2005 Rady Miasta Ustroń z dnia 07.04.2005 r.) teren objęty proponowanym obszarem prac geologicznych oznaczony jest jako:

U, UO gdzie przeznaczenie podstawowe dla tych terenów ustala się jako tereny związane z funkcją usługową, drobnymi obiektami produkcyjnymi oraz tereny edukacji.

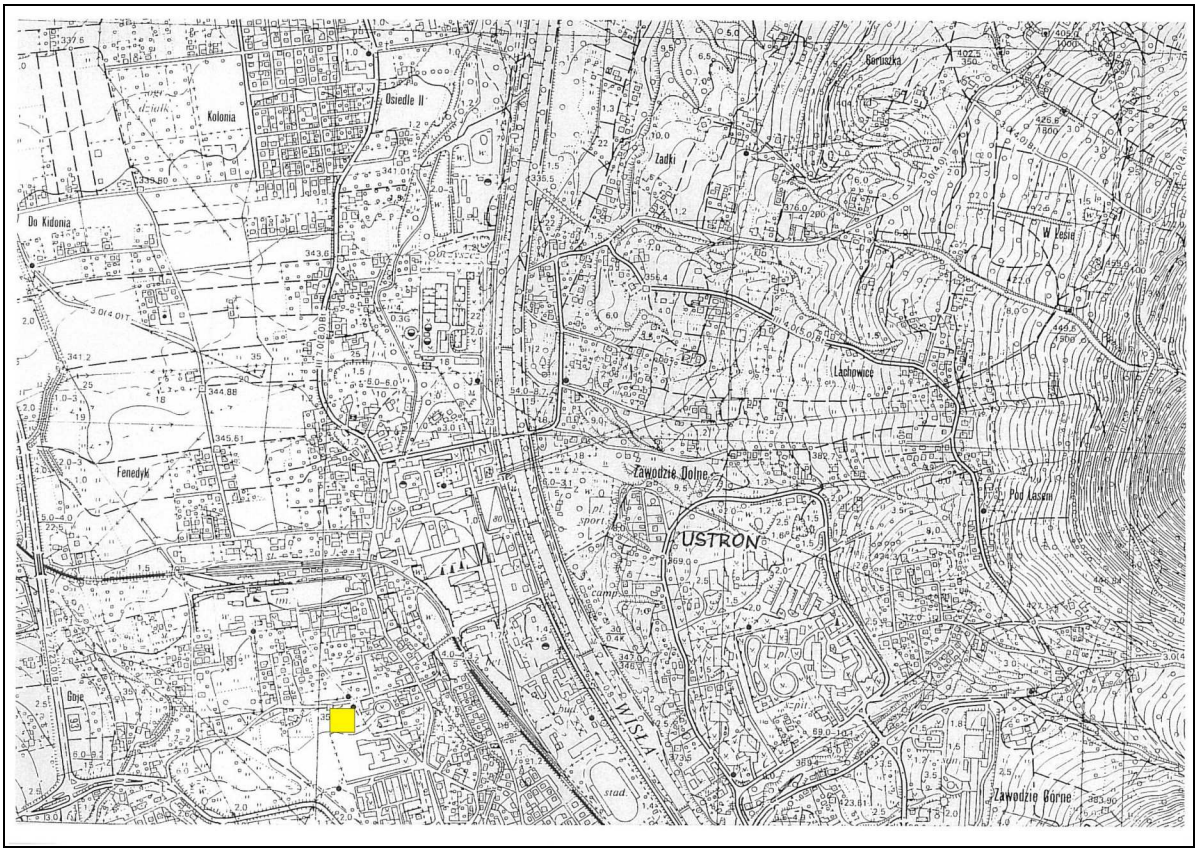
Projektowana inwestycja mająca na celu poszukiwanie i rozpoznanie zasobów wód termalnych z utworów dewonu w Ustroniu przewiduje wykonanie otworu geotermalnego. Założony cel prac

zrealizowany zostanie poprzez wykonanie pionowego otworu badawczo-poszukiwawczego Ustroń GT-1, do głębokości 1750,0 m p.p.t (± 10%).

Lokalizację obszaru projektowanych prac geologicznych przedstawiono na mapie ewidencyjnej (ryc. 7.2.1) oraz na mapie topograficznej (ryc. 7.2.2).



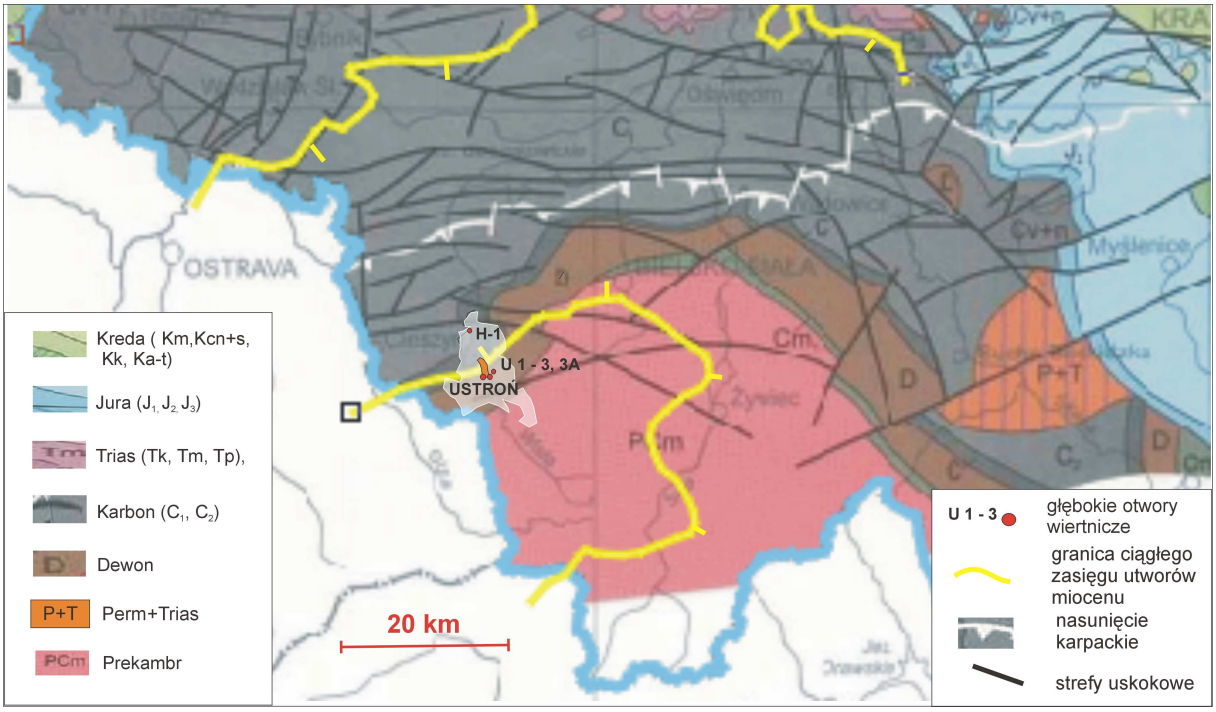
Ryc. 7.2.1. Lokalizacja obszaru planowanej inwestycji na mapie ewidencyjnej



Ryc. 7.2.2. Lokalizacja obszaru planowanej inwestycji na mapie topograficznej

Na terenie działek wytypowanych jako potencjalny teren przyszłej inwestycji zakłada się możliwość dostępu do sieciowego gazu ziemnego oraz sieci energii elektrycznej.

7.3. Analiza uwarunkowań geologicznych dotyczących możliwości pozyskania wód podziemnych: termalnych, leczniczych bądź pitnych



Ryc. 7.3.1. Położenie gminy na tle rozmieszczenia zbiorników wód podziemnych i głębokich otworów (mapa podkładowa: Mapa geologiczna Polski bez utworów kenozoiku, w skali 1:1 000 000, wg R.Dadlez, S.Marek, J.Pokorski, PIG, Warszawa 2000) (Dadlez 2008).

Powierzchnia podtrzeciorzędowa gminy wraz z zasięgiem utworów fliszu i miocenu pokazana została na ryc. 7.3.1. Gmina znajduje się w strefie utworów fliszowych budujących dwie duże jednostki strukturalne: płaszczowinę śląską (cieszyńską) i płaszczowinę podśląską. Na terenie gminy na niewielkim obszarze w formie okna tektonicznego, spod płaszczowiny śląskiej wychodzą na powierzchnię podczwartorzędową, utwory głębiej zalegającej, płaszczowiny podśląskiej (Ryłko 1998).

Płaszczowinę śląską budują utwory jednostek litostratygraficznych: dolnych i górnych łupków cieszyńskich, wapieni cieszyńskich, warstw grodziskich, łupków wierzowskich, warstw lgockich, godulskich, menilitowych i krośnieńskich. Wiekowo, najstarsze stratygraficznie łupki cieszyńskie i wapienie cieszyńskie należą do utworów sedymentowanych w górnej jurze i najniższej dolnej kredzie, a utwory wyżej leżące reprezentują kredę dolną i górną. Najmłodsze osady (warstwy menilitowe i krośnieńskie) powstały w oligocenie (trzeciorzęd). Pod względem litologicznym są to typowo fliszowe zestawy łupków, iłołupków, wapieni, margli i piaskowców drobnoziarnistych (Ryłko 1998).

Płaszczowinę podśląską, o charakterze porwakowym, znaną na tym obszarze przede wszystkim na podstawie prac wiertniczych budują jednostki litostratygraficzne: łupki i margle pstre oraz

łupki menilitowe. Wiekowo reprezentują depozycję z okresu górnej kredy i trzeciorzędu. Litologicznie są to głównie iłołupki, odcinkami przeławicone się z drobnoziarnistymi piaskowcami.

Na utworach fliszowych, szczególnie w dolinach Wisły i innych mniejszych cieków, ale także w dolnych partiach stoków występują utwory czwartorzędowe. W obrębie swojej szerokiej doliny, Wisła buduje dwa tarasy: dolny, holoceński taras zalewowy wznoszący się 2-5 m ponad koryto i wyższy taras erozyjno-akumulacyjny sięgający około 25-30 metrów ponad taras zalewowy.

Miąższość pokrywy fliszowej jest stosunkowo niewielka i sięga około 1000 m. W północnej części miasta pomiędzy utworami fliszowymi a starszym podłożem pojawiają się utwory trzeciorzędowe (mioceńskie), kontynuujące się w kierunku zapadliska przedkarpackiego, gdzie ich miąższość sięga kilkaset metrów. W rejonie Ustronia największą miąższość - 94,0 m, osiągają one w otworze H-I. Wykształcone są głównie jako iłołupki z wkładkami piaskowców. Najniższą część stanowią piaskowce i zlepieńce.

Profil skał paleozoicznego podłoża składa się z utworów karbonu i dewonu. Utwory karbońskie są dwudzielne. W dwóch otworach wiertniczych (C-1 i U-1) stwierdzono występowanie piaskowców, mułowców i łupków ilastych reprezentujących karbon górny. Ich maksymalna miąższość w otworze C-1 wynosi 218,0 m. We wszystkich otworach występuje natomiast karbon dolny (piętro wizen) wykształcony jako łupki ilaste, piaskowce i mułowce. Pod utworami karbońskimi zalega seria węglanów reprezentujących piętra dewonu środkowego i górnego. Ich miąższość wynosi od 469,0 m do 550,0 m. Paleozoiczna seria osadowa spoczywa na prekambryjskich skałach krystalicznych, reprezentowanych głównie przez gnejsy.

W rejonie samej miejscowości Ustroń dokonano w latach 1962-1992 dość dokładnego rozpoznania warunków hydrogeologicznych. Zmienna i skomplikowana budowa geologiczna sprawia jednak, że warunki zawodnienia głębokich struktur skalnych zmieniają się na krótkich odcinkach. Gmina Ustroń położona jest na terenie Karpat fliszowych, w ramach których występują podziemne zbiorniki wodne: mioceński, górno karboński i dolno karbońsko-dewoński. Występujące na tym obszarze utwory fliszowe i mioceńskie uważane są za nieperspektywiczne do eksploatacji (Heliasz, Skrzypczak 2007). Badania hydrogeologiczne wykonane zostały w szczególności w otworach eksploatacyjnych: U-I, U-3 i U-3A oraz w otworze chłonnym C-I. Ich celem było stwierdzenie występowania wód leczniczych oraz geotermalnych. Wykazano, iż horyzonty wodonośne w obrębie utworów fliszowych maja charakter szczelinowy, są mało wydajne i prawdopodobnie o ograniczonym zasięgu. Zawodnione są głównie utwory węglanowe **dolnego karbonu i dewonu.** Wykazują one zmienne parametry zbiornikowe, na ogół są słabo zawodnione. Wydajności wody, stwierdzone na głębokości 1100-1665 m były niewielkie i wynosiły 0,010-2,20 m^3/h, przeciętnie osiągając 0,5-0,6 m^3 /h, jak w otworze Ustroń 3-A. Maksymalny dopływ uzyskano w otworze U-3 z głębokości 1550-1650 m; wynosił on 6,0 m^3/h.

Horyzont wodonośny ma charakter naporowy. Nawiercony w otworze U-3A poziom wodonośny na głębokości 1320 m stabilizuje się na głębokości 199,15 m. Wodom często towarzyszyły słabe emanacje gazowe i ślady zielonej ropy.

Wody w utworach węglanowych cechują się wysoką mineralizacją. Na głębokości 1108-1316 m wynosi ona 65-81 g/l, a na głębokości 1550-1665 m, 126-135 g/l. Są to solanki Cl-Na-Ca, często z podwyższoną zawartością jonów Br i J.

Porowatość utworów węglanowych określona w badaniach laboratoryjnych jest zmienna i na ogół bardzo niska. W otworze U-l określono ją dla utworów zalegających w interwale 1141,3-1314,4 na 0-15%; przeciętnie wynosi 1-3%, za wyjątkiem kilkumetrowych przewarstwień utworów o porowatości większej, rzędu 13-15%.

Temperatura wód na głębokości 1275-1350 m sięga 43-46°C, jednak na wypływie wynosi jedynie 23° C (otwór U-3), gdyż pompowanie tej, dość małej, ilości wody powoduje straty temperatury rzędu 20°C (Heliasz, Skrzypczak 2007).

W rejonie Ustronia stwierdzono również znikome zawodnienie utworów górnego karbonu; w otworze U-l uzyskano dopływy 4-70 l/h (0,004-0,070 m^3/h). Wodonośne są również piaskowce zalegające w spągu miocenu, znane z otworu H-1. Ze względu na niewielką miąższość nie zostały one rozpoznane badaniami hydrogeologicznymi.

7.4. Określenie przewidywanych parametrów energetycznych ujęcia otworowego rozpoznanych zbiorników wodonośnych

Najbardziej perspektywiczny w aspekcie wykorzystania jest zbiornik **dewoński**, który kontynuuje się na terenie gminy od rejonu Trineca w Czechach poprzez Bielsko do Andrychowa i dalej na SE (ryc. 7.3.1). Nie jest wykluczone, że wydajności z tego zbiornika w strefie spękań mogą osiągać wartości znacznie powyżej 10 m^3/h. Przy wydajności uzyskanej w otworze U-3 ok. 6,0 m^3/h, położenie zwierciadła było na 130 m p.p.t., a depresja wynosiła 5,0 m (Chowaniec i inni 2001). Mineralizacja ogólna wynosiła około 139 g/l, a wodę określono jako wodę leczniczą, chlorkowo-sodowo-wapniową, bromkową, jodkową. Woda eksploatowana z interwału 1320 – 1736 m posiadała na wypływie temperaturę 21°C przy temperaturze złożowej 53°C (Chowaniec i inni 2001).

Przy założonej wydajności wód ze zbiornika dewońskiego na poziomie 10 m^3/h można ocenić zasoby (potencjał energetyczny) zbiornika dewońskiego.

Jak wyżej wprowadzono tu definicję potencjału teoretycznego i technicznego.

Potencjał teoretyczny

Q = 10 m^3/h (zakładana wydajność)

t = 35°C (zakładana średnia temperatura na wypływie)

P_t = 0,4 MW

W_t = 12 TJ/rok

Potencjał techniczny

P_{tech} = 0,36 MW

W_{tech} = 3,4 TJ/rok

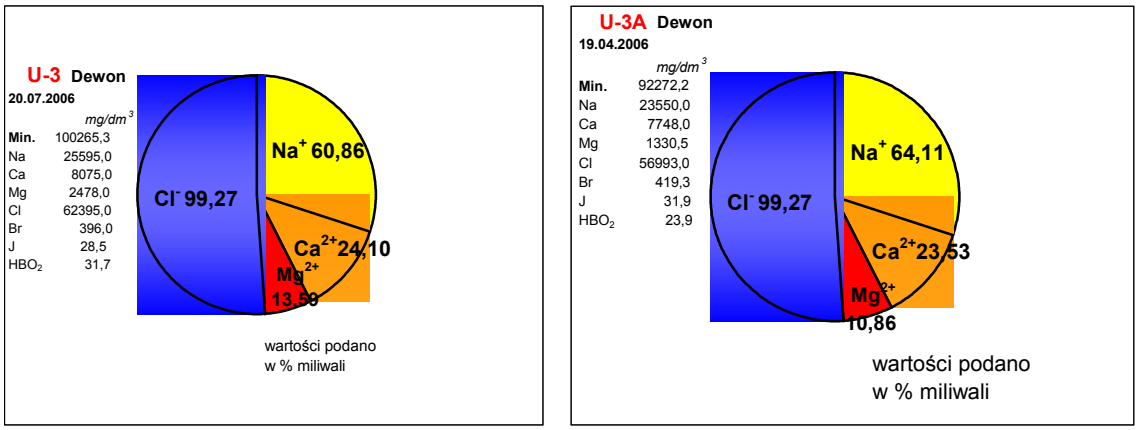
Oceniając parametry hydroenergetyczne i fizykochemiczne zbiornika dewońskiego widać, że jest on predestynowany do wykorzystania głównie w balneorekreacji, przy czym najbardziej korzystne parametry hydrogeologiczne występują w północnej części gminy, gdzie zbiornik ten posiada największe miąższości.

7.5. Określenie przewidywanych własności hydrochemicznych wód w aspekcie ich cech balneoterapeutycznych

Zgodnie z rozporządzeniem Rady Ministrów z dnia 14 lutego 2006 r. w sprawie złóż wód podziemnych zaliczonych do solanek, wód leczniczych i termalnych oraz złóż innych kopalin leczniczych, a także zaliczenia kopalin pospolitych z określonych złóż lub jednostek geologicznych do kopalin podstawowych (Dz. U. nr 32, poz. 220 z późn. zm.) do złóż wód leczniczych zaliczone zostały wody z miejscowości Ustroń. Dla złoża solanek utworzony został w 1976 r. decyzją Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej obszar górniczy „Ustroń" o powierzchni 5,4 km^2, obejmujący znaczną część dzielnicy uzdrowiskowej Zawodzie. Zasoby eksploatacyjne solanki w wysokości 2,2 m^3/h ustalone zostały w dodatku do dokumentacji hydrogeologicznej, zatwierdzonej decyzją Ministra Ochrony Środowiska Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z dnia 06.06.1997 r. (Białas, Waligóra, 2007).

Wydobycie solanki rozpoczęto w listopadzie 1994 r. odwiertem U-3A, z przeznaczeniem do kąpieli wannowych. W roku następnym – po oddaniu do użytkowania basenów rehabilitacyjnych – do eksploatacji włączony został bliźniaczy odwiert U-3. Solanka z poszczególnych odwiertów różni się mineralizacją, która wynosi od 100 do 110 g/dm^3 z odwiertu U-3 oraz od 110 do 130 g/dm^3 z odwiertu U-3A. Wody cechuje podwyższona zawartość jodu, żelaza, strontu, bromu (ryc. 7.5.1, tabele 7.5.1, 7.5.2).

Z solanek eksploatowanych w Ustroniu, na separatorach oddzielany jest metan. Wykładnik gazowy wynosi odpowiednio, dla odwiertu U-3 - 0,226 Nm^3/m^3 i dla U-3A - 0,163 Nm^3/m^3.



Ryc. 7.5.1. Diagramy kołowe składu chemicznego wód dewońskich (wg Białas, Waligóra, 2007).

Wody lecznicze wykorzystywane są do celów balneoterapeutycznych i rekreacyjnych. Kąpiele solankowe są jednym z ważniejszych elementów lecznictwa uzdrowiskowego, szczególnie rehabilitacji ruchowej. Ze względu na zawartość w solance jodu i bromu hale z nieckami basenowymi mają specyficzny mikroklimat leczniczy szczególnie cenny dla osób z dolegliwościami dróg oddechowych. Środowisko wodne rozlegle i korzystnie wpływa na organizm człowieka. Baseny Zakładu Przyrodoleczniczego napełniane solanką o stężeniu ok. 30 – 40 g/dm^3 są miejscem ćwiczeń kinezyterapeutycznych. Gimnastyka w wodzie pozwala na wykonywanie ćwiczeń w odciążeniu, wpływa korzystnie na układ ruchu, krążenia i oddechowy. Kąpiele solankowe zmniejszają pobudliwość nerwów czuciowych i ruchowych, zwiększają ukrwienie skóry, normalizują ciśnienie krwi.

Kąpiel w wodach solankowych, powoduje przenikanie do organizmu chlorku sodu i jego częściowe odkładanie w warstwie rogowej naskórka oraz częściowe przenikanie do krwi. Regularne kąpiele solankowe powodują utworzenie na skórze „płaszcza solnego", który odpowiedzialny jest za działanie osmotyczne i chemiczne wody mineralnej. Działanie soli powoduje rozszerzenie naczyń włosowatych i poprawę ukrwienia skóry (Ponikowska (red.), 1995). Wskazane są w szczególności w reumatoidalnym zapaleniu stawów, chorobie zwyrodnieniowej stawów, w stanach pourazowych kości i stawów, przewlekłych chorobach dróg oddechowych, chorobach niedokrwiennych kończyn dolnych.

***Tabela 7.5.1**. Zestawienie wyników analizy fizyko-chemicznej opróbowania wód z otworu U-3 (wg Dokumentacji określającej warunki hydrogeologiczne w związku z wtłaczaniem solanek do górotworu odwiertem C-1 w Ustroniu. PBG, 2005). Data poboru próbki wody 16.06.2005 r.*

Temperatura		19,7	
Odczyn wody		pH = 6,24	
Kationy			
Jon	**symbol**	**mg/dm³**	**% mval**
Sodowy	Na^+	24 900	63,19
Potasowy	K^+	485	0,72
Litowy	Li^+	5,8	0,05
Amonowy	NH_4^+	18,5	0,06
Wapniowy	Ca^{2+}	8 272,5	24,08
Magnezowy	Mg^{2+}	2 352,7	11,3
Barowy	Ba^{2+}	0,73	0,0
Strontowy	Sr^{2+}	425	0,57
Żelazowy	Fe^{2+}	15,99	0,03
Manganowy	Mn^{2+}	0,44	0,0
Suma kationów:		**36476,66**	**100,00**
Aniony			
Chlorkowy	Cl^-	60 270	99,2
Bromkowy	Br^-	304,5	0,22
Jodkowy	J^-	16,88	0,01
Siarczanowy	SO_4^{2-}	376,9	0,46
Wodorowęglanowy	HCO_3^-	112,88	0,11
Węglanowy	CO_3^{2-}	-	-
Azotynowy	NO_2^-	0,007	0,0
Azotanowy	NO_3^-	-	-
Suma anionów:		**61081,167**	**100,00**
Suma składników stałych			**97 598,057 mg/dm³**

Kąpiel w solance jodkowo – bromkowej ma niezwykle kojące i relaksujące działanie. Silny masaż wodno–powietrzny zbawiennie działa nie tylko na przewlekłe zwyrodnieniowe choroby stawów, ale również korzystnie wpływa na narząd ruchu, narządy wewnętrzne, rozluźnienie mięśni, drogi oddechowe, skórę. Poprawia krążenie krwi, uspokaja i pomaga w walce ze stresem.

Tabela 7.5.2. *Zestawienie wyników analizy fizyko-chemicznej opróbowania wód z otworu U-3A (wg Dokumentacji określającej warunki hydrogeologiczne w związku z wtłaczaniem solanek do górotworu odwiertem C-1 w Ustroniu. PBG, 2005). Data poboru próbki wody 08.06.2005 r.*

Temperatura		19,9	
Odczyn wody		pH = 6,5	
Kationy			
Jon	**symbol**	**mg/dm³**	**% mval**
Sodowy	Na^+	32 000	63,91
Potasowy	K^+	733	0,86
Litowy	Li^+	8,8	0,06
Amonowy	NH_4^+	41,33	0,11
Wapniowy	Ca^{2+}	10 228	11,17
Magnezowy	Mg^{2+}	2 956	11,17
Barowy	Ba^{2+}	<0,1	
Strontowy	Sr^{2+}	415	0,43
Żelazowy	Fe^{2+}	12,87	0,02
Manganowy	Mn^{2+}	0,57	0,0
Suma kationów:		**46 395,57**	**100,00**
Aniony			
Chlorkowy	Cl^-	76 578	99,29
Bromkowy	Br^-	402,3	0,23
Jodkowy	J^-	14,77	0,01
Siarczanowy	SO_4^{2-}	422,2	0,4
Wodorowęglanowy	HCO_3^-	90	0,07
Węglanowy	CO_3^{2-}	-	-
Azotynowy	NO_2^-	0,00	0,0
Azotanowy	NO_3^-	-	-
Suma anionów:		**77 507,27**	**100,00**
Suma składników stałych			**123 939,54 mg/dm³**

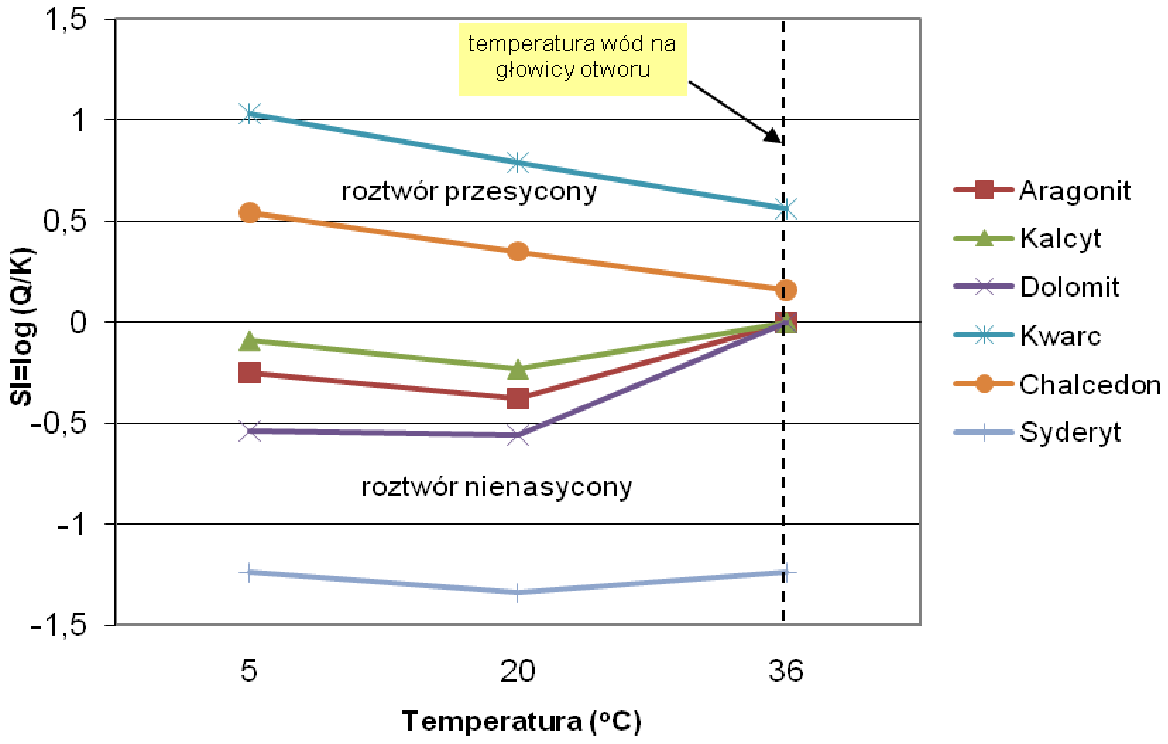
Przedstawiona charakterystyka warunków hydrogeochemicznych w miejscowości Ustroń wskazuje, iż istnieje możliwość nawiercenia horyzontów z wodami leczniczymi w obrębie utworów dewonu. Mineralizację wód szacuje się na ok. 140 g/dm³, a wielkość dopływu – ok. 10 m³/h. Solanki termalne posiadać będą walory lecznicze związane z obecnością jonów jodu. Z uwagi na przewidywana bardzo wysoką mineralizację, ich wykorzystanie do celów leczniczych lub rekreacyjnych będzie możliwe po rozcieńczeniu wody. Nie można również wykluczyć konieczności ich odgazowania w przypadku gdy będą nawiercone zostaną wody z metanem

7.6. Prognoza wytrącania substancji mineralnych w systemie i instalacji geotermalnej

Prognozę stanu termodynamicznego wód termalnych w miejscowości Ustroń opracowano na podstawie wyników składu fizyko-chemicznego wody z odwiertu U3A, zlokalizowanego w miejscowości

Ustroń (tabela 7.6.1). Jest to solanka 12,4% Cl-Na, J, Fe.

Ocena stopnia nasycenia wód względem minerałów węglanowych: aragonitu, kalcytu, dolomitu i syderytu wykazała, że w zamodelowanych warunkach (temperatura na głowicy otworu 36°C), wody termalne pozyskane z utworów dewonu znajdują się w stanie równowagi lub bliskim dla stanu równowagi (ryc. 7.6.1).



Ryc. 7.6.1. Otwór U3A (dewon). Stan nasycenia wód formami mineralnymi w funkcji temperatury. SI – wskaźnik nasycenia roztworu, Q – iloczyn jonowy rzeczywistych stężeń składników wody mogących wchodzić z danym minerałem w reakcję rozpuszczania/wytrącania. K – stała równowagi.

Wraz z obniżaniem temparatury w związku ze schłodzeniem wód istnieje możliwość wytrącania z wód krzemionki, zwłaszcza w formie kwarcu (SiO_2).

W przypadku form siarczanowych badania przeprowadzono w odniesieniu do anhydrytu i gipsu. Stwierdzono niedosycenie wód minerałami siarczanowymi, czyli brak wskazań do ich wytrącania z sytemu w analizowanych warunkach fizyko-chemicznych.

Potencjał redukcyjno-utleniający i odczyn pH roztworu decyduje o formie migracji żelaza w wodach. Wody zawierające żelazo trójwartościowe są nietrwałe w warunkach redukcyjnych, a zawierające żelazo dwuwartościowe – w warunkach utleniających. Obliczenia przeprowadzone przy założeniu istnienia warunków redukcyjnych i dwuwartościowej formy występowania żelaza w wodzie (zgodnie z analizą wody) wykazały, iż w założonych warunkach termodynamicznych nie będzie

zachodziło zjawisko wytrącania z roztworu hematytu, getytu i syderytu. Wytrącanie tlenków i wodorotlenków żelaza z wód będzie zachodziło przy obecności rozpuszczonego tlenu w wodzie lub przy udziale bakterii. Wytrącanie z wód tlenków i wodorotlenków żelaza wpływa na występowanie korozji i kolmatacji w systemie i instalacji geotermalnej.

Przedstawiona prognoza możliwości wytrącania substancji mineralnych w systemie i instalacji geotermalnej ma charakter bardzo orientacyjny. Weryfikacją tych informacji będą wyniki badań wykonane na podstawie analizy fizyko-chemicznej wód z odwiertu przeznaczonego do eksploatacji. Skład fizykochemiczny wód wraz z oceną agresywności korozyjnej oraz możliwości wytrącania osadów jest ważnym zagadnieniem, który winien być rozpoznany na etapie poprzedzającym prace związane z projektowaniem przyszłego systemu.

7.7. Zestawienie istniejących odwiertów wraz z analizą i oceną technicznych możliwości ich wykorzystania w planowanych przedsięwzięciach geotermalnych

Na terenie miasta Ustronia i w jego najbliższych okolicach wykonano 6 otworów wiertniczych. Są to otwory: Ustroń-1, Ustroń-2, Ustroń-3, Ustroń-3A, C-1 i H-I w Hermanicach-Nierodzimiu (Ryc.6.3.1), przewiercające osady fliszowe i docierające do utworów paleozoicznego podłoża, a w wypadku otworów U-3 i U-3A także skał krystalicznych prekambru. Celem tych wierceń, wykonanych w latach od 1962 do 1992, było określenie występowania wód mineralnych w seriach fliszowych Karpat oraz utworach podłoża paleozoicznego i krystalicznego

Ustroń-1 (rok wykonania 1962)

Z utworów dewonu górnego i środkowego uzyskano niewielki przypływ około 0,065 m^3/h wody typu chlorkowo-sodowo-wapniowego o mineralizacji około 80 g/dcm^3.

Również w utworach karbońskich i płaszczowinie podśląskiej uzyskano małe przypływy solanek rzędu 4-70 l/h, o znacznej zawartości bromu.

Na głębokości 31,0-38,8 m - ślady zielonej ropy; na głębokości 113,9-121,5 m - ślady zielonej ropy, silny zapach bitumiczny; na głębokości 170,6-177,9 m - bardzo wyraźne ślady ropy; na głębokości 188,8-195,0 m i 221,3-228,0 m ze spękań rdzenia wydobywa się ropa z gazem; na głębokości 931,8 m nastąpiło słabe zgazowanie płuczki; od głębokości 1242,5 m do spodu miejscami w rdzeniach zapach siarkowodoru. Ze względu na małe przypływy solanki otwór zlikwidowano.

Ustroń-2 (rok wykonania 1971)

W czasie wiercenia stwierdzono ślady ropy oraz wodę (0,2% Cl-$HC0_3$-Na, Br, J- horyzont warstwy cieszyńskiej). Otwór oddano do eksploatacji Zarządowi Inwestycji Budowy Dzielnicy Leczniczo-Rehabilitacyjnej w Ustroniu - Zawodziu.

Ustroń-3 (rok wykonania 1972)

Z horyzontu dewonu górnego i środkowego uzyskano 8,4% solankę Cl-Na-Ca; Br, J, Fe, Sr o wydajności 6,0 m^3/h i temperaturze 23°C (temp. złożowa 53°C). Na głębokości 1275,0 m temperatura wynosiła 43,25°C, potem obniżała się do 38°C, po czym znowu nastąpił silny wzrost temperatury do 46°C na głębokości 1350,0 m (ryc. 7.7.1)

Stwierdzono również ślady ropy naftowej. Otwór oddano do eksploatacji Zarządowi Inwestycji Budowy Dzielnicy Leczniczo-Rehabilitacyjnej w Ustroniu - Zawodziu.

Ustroń-3A (rok wykonania)

Na głębokości od 150 m do 828 m nawiercono poziomy wodonośne. Z horyzontu dewonu górnego i środkowego uzyskano 12,7% solankę Cl-Na-Ca; Br, J, Fe, Sr. Na głębokości 850,0 m uzyskano temperaturę 22°C. Otwór oddano do eksploatacji Zarządowi Inwestycji Budowy Dzielnicy Leczniczo-Rehabilitacyjnej w Ustroniu - Zawodziu.

Otwór chłonny C1 (rok wykonania 1992)

Badania chłonności dewońskiego poziomu wodonośnego w otworze C-I wykonano po dowierceniu go do końcowej głębokości, tzn. do 1700 m (ryc. 7.7.2).

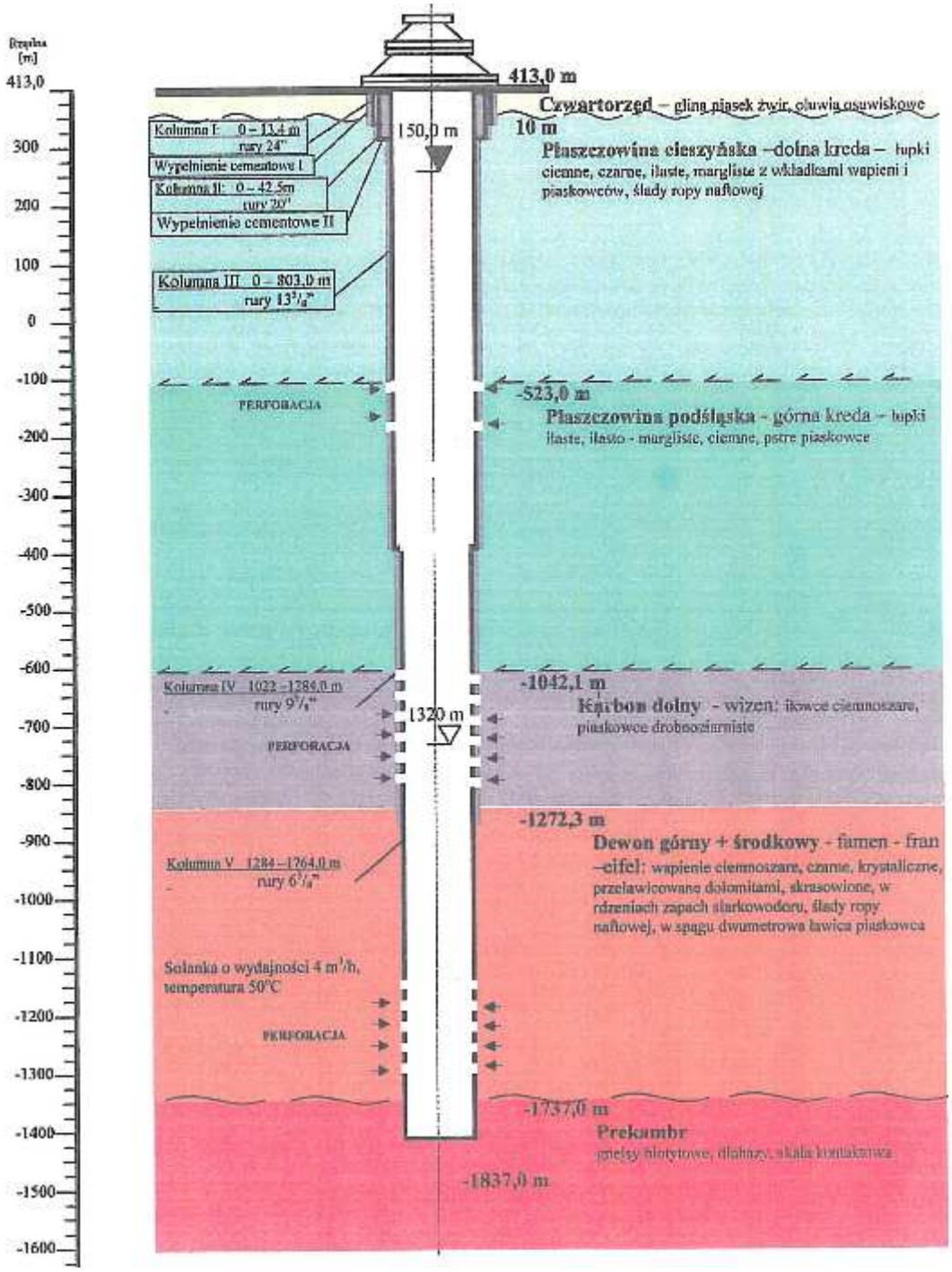
W pierwszej fazie badań chłonność wynosiła zaledwie 0.76 m^3/h, a współczynnik filtracji - $4,32*10^{-9}$ m/s. W związku z uzyskaniem niskich parametrów hydrogeologicznych w otworze przeprowadzono kwasowanie wraz ze szczelinowaniem. Zabieg kwasowania doprowadził do wzrostu chłonności do 129,0 m^3/h przy ciśnieniu 20 bar na głowicy. Zwierciadło wody stabilizowało się na głębokości około 61 m p.p.t.

Woda dewońskiego piętra wodonośnego nawiercona w otworze C-I jest 11,24% solanką. Temperatura na spodzie odwiertu, po pięciodobowej stójce, wynosiła 55°C. Otwór przekazano Przedsiębiorstwu Państwowemu Uzdrowisko Ustroń-Jastrzębie.

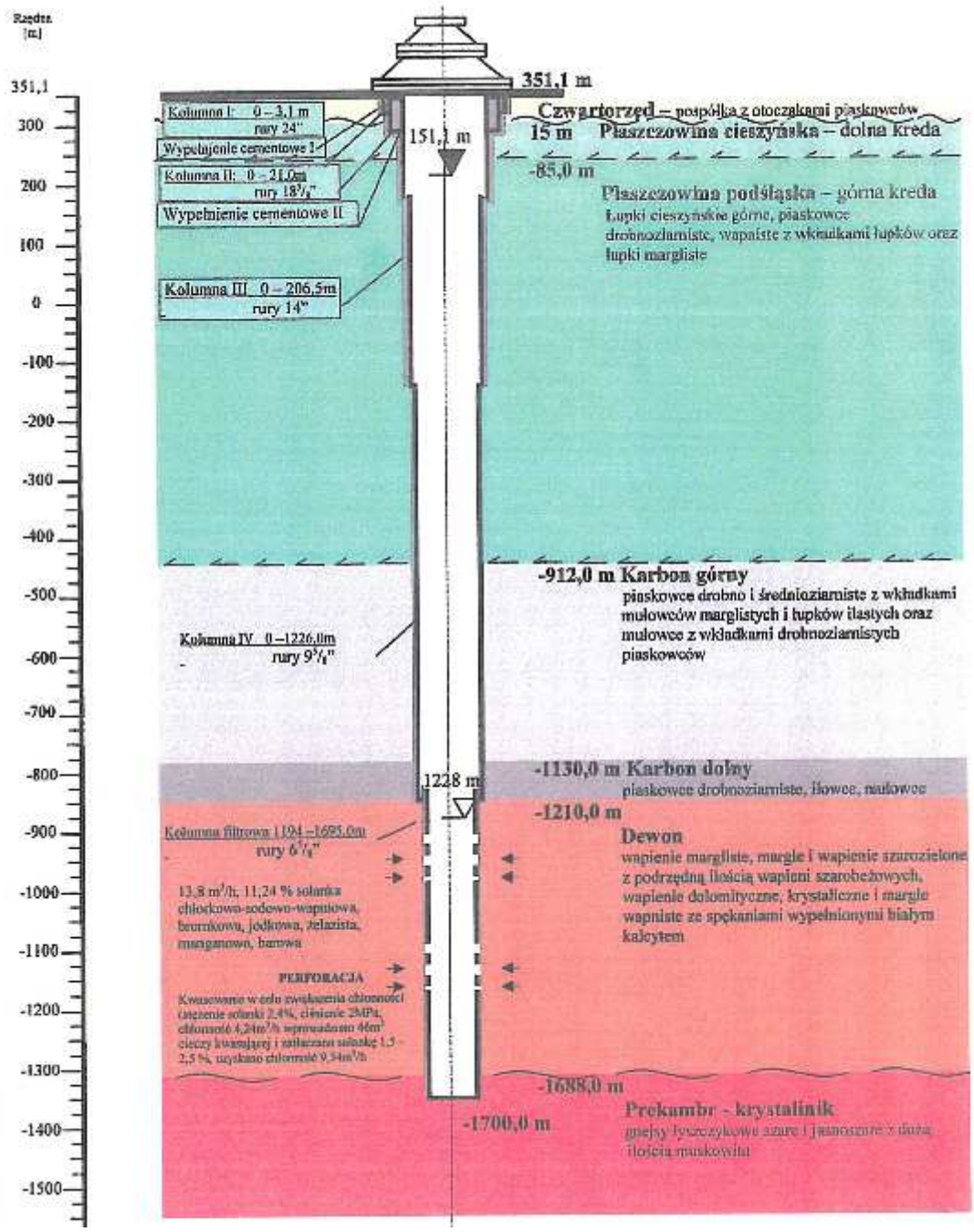
Hermanice - Nierodzim H-1(rok wykonania 1969)

Na głębokości od 150 m do 828 m nawiercono poziomy wodonośne o wydajności 1,26 m^3/h. Z głębokości 505 m została pobrana próba wody, z której wyseparowano gaz. Po analizie

stwierdzono że jest to gaz ziemny bezgazolinowy. Otwór oddano do eksploatacji Zarządowi Inwestycji Budowy Dzielnicy Leczniczo-Rehabilitacyjnej w Ustroniu - Zawodziu.



Ryc. 7.7.1. Konstrukcja i profil litostratygraficzny otworu U-3 (Sokołowski 2001)



Ryc. 7.7.2. Konstrukcja i profil litostratygraficzny otworu C-1 (Sokołowski 2001)

7.8. Wstępne wskazanie zakresu prac rekonstrukcyjnych istniejących odwiertów

Istniejące odwierty na terenie gminy są bądź wykorzystane przez uzdrowisko (U-3, U-3A, C-1), bądź zbyt oddalone od planowanej inwestycji (H-1, U-1, U-2) lub też wiercone w zbyt odległym okresie czasu. Z tych względów nie można ich rozpatrywać w aspekcie potencjalnej rekonstrukcji.

7.9. Wstępna karta nowego odwiertu

Projektowana inwestycja zlokalizowana zostanie na terenie działki ew. nr 434/3 w miejscowości Ustroń, gmina Ustroń, powiat cieszyński, województwo śląskie.

Przewiduje się następujący profil stratygraficzno-litologiczny otworu Ustroń GT-1 (do projektowanej głębokości 1750 m ± 10%):

0 – 10 m	Czwartorzęd - iły, gliny, piaski,
10 – 100 m	Kreda: jednostka cieszyńska-śląska: piaskowce, łupki, wapienie,
100 – 500 m	Kreda/Paleogen, jednostka podśląska: łupki, margle, piaskowce,
500 - 1200 m	Karbon: piaskowce, łupki, mułowce
1200 - 1750 m	Dewon: wapienie

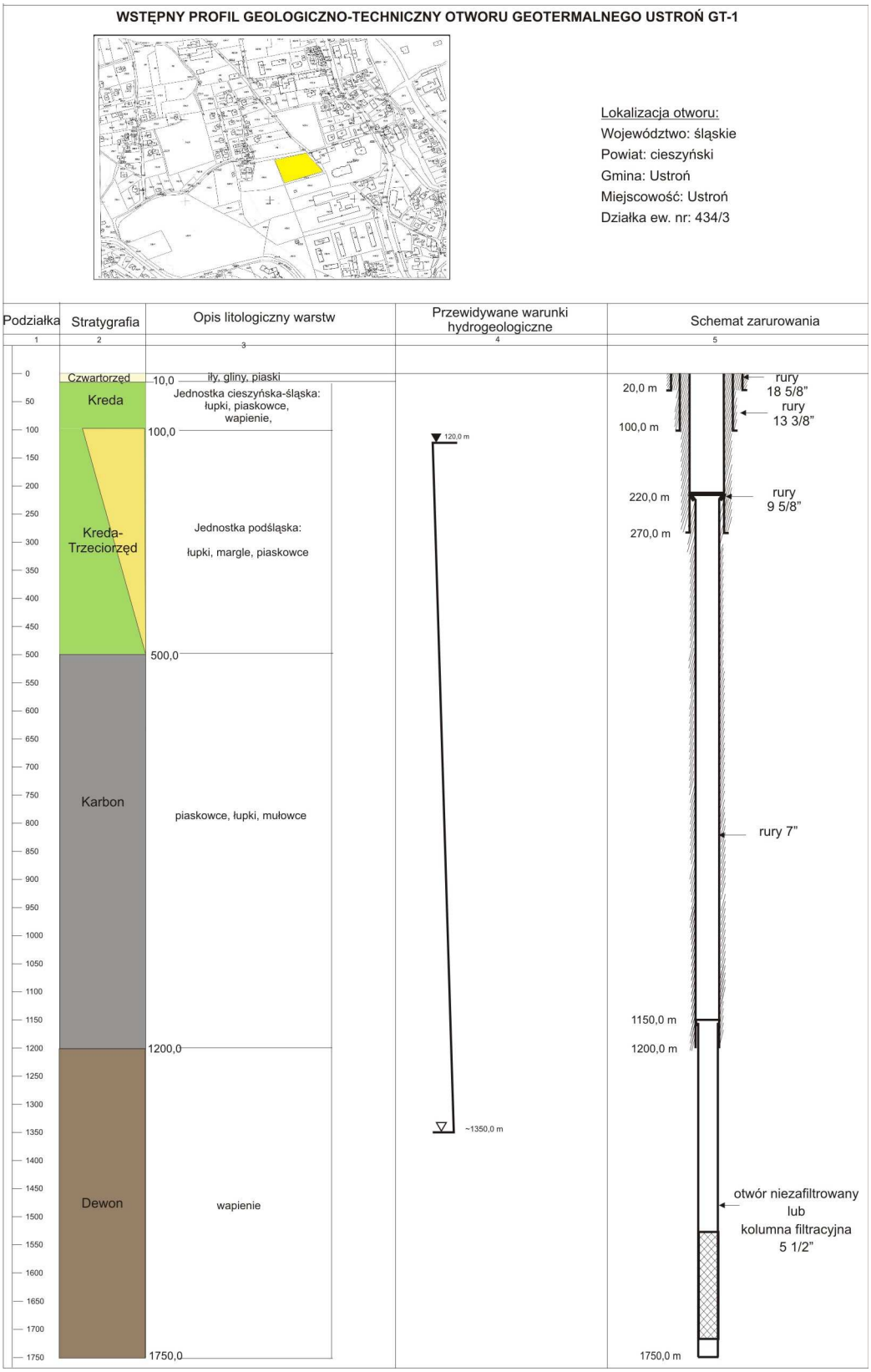
Przypuszczalny profil geologiczny może znacznie różnić się od rzeczywistego w zakresie miąższości poszczególnych jednostek i poziomów stratygraficznych, z uwagi na stwierdzoną bardzo skomplikowana tektonikę analizowanego rejonu.

Proponowana konstrukcja zarurowania odwiertu:

Głębokość końcowa otworu:	1750 m ± 10% .
rury okładzinowe 18 5/8”	w głębokości 0 – 20 m cdw*),
rury okładzinowe 13 3/8”	w głębokości 0 – 100 m cdw*) ,
rury okładzinowe 9 5/8”	w głębokości 0 – 270 cdw*),
rury okładzinowe 7”	w głębokości 220 – 1200 m cnz*),
kolumna filtracyjna 5 1/2”	w głębokości 1150 – 1750 m

*) cdw – cementowanie do wierzchu, cnz – cementowanie na zakładkę).

Wstępny profil geologiczno-techniczny odwiertu geotermalnego Ustroń GT-1 przedstawia Ryc. 7.9.1.



Ryc. 7.9.1. Wstępny profil geologiczno-techniczny odwiertu geotermalnego Ustroń GT-1

7.10. Ocena kosztów wykonania odwiertów nowych lub rekonstrukcji istniejących

Analiza dotycząca oceny kosztów wykonania nowych odwiertów i rekonstrukcji odwiertów istniejących została przeprowadzona w pkt. 1.4.

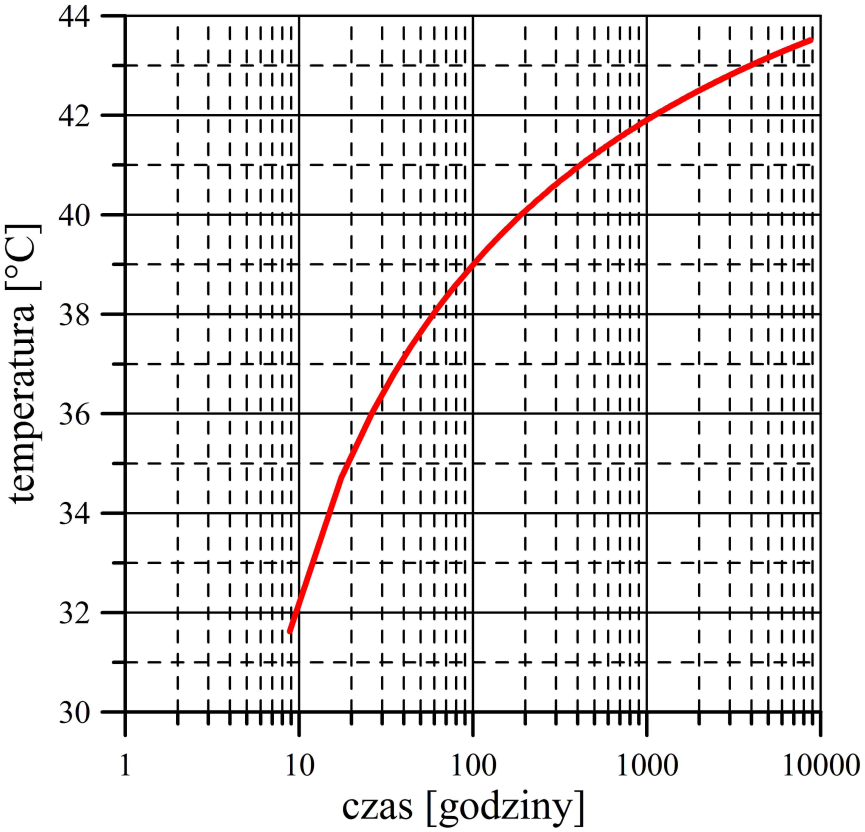
7.11. Określenie optymalnych kierunków wykorzystania dostępnych zasobów wód podziemnych z uwzględnieniem lokalnych warunków terenowych

W przypadku gminy Ustroń zbiornikiem, którego eksploatację proponuje się prowadzić jest zbiornik dewoński. Przewiduje się osiągnięcie dla analizowanej lokalizacji wydajności wód termalnych na poziomie 10 m^3/h. Temperatura złożowa wód, w przypadku analizowanej lokalizacji, oszacowana została na ok. 50°C. Horyzont leży w interwale głębokości od ok. 1300 do 1700 m ppt. Mineralizacja wody termalnej została oszacowana na ok. 140 g/litr. Poziom zwierciadła statycznego winien wynosić od ok. 60 do 120 m ppt, przy depresji jednostkowej 1 m/m^3/h.

Dla wybranego systemu zarurowania odwiertu (ryc. 7.9.1), przyjmując powyższe parametry złożowe oszacowane zostały zmiany temperatury wody termalnej na głowicy w czasie eksploatacji. Założono, że czas mierzony jest od rozpoczęcia eksploatacji wody ze strumieniem nominalnym (10 m^3/h), przy założeniu że utwory skalne sąsiadujące z odwiertem mają temperaturę naturalną - nie zaburzoną procesem wiercenia. Oszacowane zmiany temperatury wody termalnej na głowicy przedstawiono na ryc. 7.11.1.

Z ryc. 7.11.1 wynika, że temperatura głowicowa wody termalnej zmieniać się będzie w zakresie od ok. 32 do ok. 44°C. Pod warunkiem utrzymywania ciągłego przepływu wody termalnej z wydajnością 10 m^3/h. Każdemu przestojowi odwiertu towarzyszyć będzie spadek temperatury wody na głowicy po wznowieniu eksploatacji - tym samym rzeczywista zależność temperatury głowicowej od czasu będzie inna od przedstawionej na ryc. 7.11.1.

Eksploatacja wody termalnej będzie się wiązać z ciągłym jej pompowaniem, ze względu na to prawdopodobny jest scenariusz okresowego zatrzymywania eksploatacji - wtedy kiedy nie ma zapotrzebowania na wodę lub energię (lub zapotrzebowanie to jest znacznie zredukowane). Po analizie danych z wykresu ryc. 7.11.1, za celowe uznano przyjąć obliczeniową temperaturę wody termalnej na głowicy odwiertu na poziomie 36°C - temperatura wody po 30 godzinach eksploatacji.



Ryc. 7.11.1. Zmiany temperatury wody termalnej na głowicy projektowanego odwiertu eksploatacyjnego Ustroń GT-1 w funkcji czasu eksploatacji

Mając na uwadze dostępny strumień wody termalnej i jej głowicową temperaturę całkowitą moc cieplną możliwą do pozyskania z wody termalnej oszacować można na ok. 360 kW - zakładając zastosowanie pomp ciepła schładzających ją do 5°C.

Z uwagi na umiarkowaną temperaturę wody termalnej na głowicy i nieznaczny jej strumień oraz terenowe uwarunkowania lokalne sugeruje się jej wykorzystanie w celach balneo-rekreacyjnych.

Bazując na założeniach dotyczących zapotrzebowania na wodę technologiczną związaną z funkcjonowaniem basenów (rozdział 1.5) określona została maksymalna powierzchnia tafli wody, która może być użytkowana przy dysponowaniu dostępnym strumieniem wody termalnej (10 m^3/h). Maksymalną możliwą do utrzymania powierzchnię tafli wody dla niecek basenowych ustalono na ok. 6 tys m^2 (0,6 ha). Powierzchnia działek, na których przewiduje się realizację kompleksu jest znacząco większa od maksymalnej powierzchni niecek basenowych. Co pozwala teoretycznie myśleć o stworzeniu obiektu wykorzystującego maksymalną powierzchnię basenów termalnych.

7.12. Ogólna koncepcja przedsięwzięcia wykorzystującego dostępne zasoby wód podziemnych oraz szacunkowe koszty ich wykorzystania

Tabela 7.12.1. prezentuje najważniejsze parametry techniczne i ekonomiczne wszystkich analizowanych wariantów koncepcji przedsięwzięcia wykorzystującego zasoby wód podziemnych. Dokładny opis analizowanych wariantów zawiera rozdział 1.6:

- warianty 1 są wariantami odniesienia, zakładają one wykorzystanie jedynie paliw konwencjonalnych,
- warianty 2 zakładają dwuotworową eksploatację wód termalnych z nominalną przewidywaną dla danego złoża wydajnością,
- warianty 3 zakładają jednootworową eksploatację wód termalnych z wydajnością odpowiadającą zapotrzebowaniu na wodę niecek basenowych.

***Tabela 7.12.1**. Zestawienie najistotniejszych parametrów techniczno-ekonomicznych dla analizowanych wariantów wykorzystania wód podziemnych na wskazanym terenie dla gminy Ustroń*

Parametr \ Wariant nr	1a	1b	2a	2b	3a	3b
Całkowite nakłady inwestycyjne [tys zł]	2 069	1 017	15 212	13 820	8 748	7 588
w tym odwierty [tys zł]	0	0	10 132	10 132	5 066	5 066
Całkowite koszty funkcjonowania instalacji [tys zł/rok]	1 226	1 188	2 063	2 066	1 739	1 714
koszty stałe [tys zł/rok]	338	187	1 415	1 224	884	724
koszty zmienne [tys zł/rok]	888	1 001	648	842	855	990
Konsumpcja energii cieplnej [TJ/rok]	21,2	21,2	21,2	21,2	21,2	21,2
Konsumpcja konwencjonalnych nośników energii						
gaz ziemny GZ 50 [tys m^3/rok]	746	659	542	389	718	613
lekki olej opałowy [m^3/rok]	0	0	0	0	0	0
energia elektryczna [MWh/rok]	0	626	0	1 093	0	751
Całkowite koszty jednostkowe wytworzenia energii w odniesieniu do konsumowanej energii cieplnej [zł/GJ]	57,9	56,1	97,5	97,7	82,2	81,0

Osiągane parametry ekonomiczne dla wariantów wykorzystujących wody termalne, w odniesieniu do wariantów odniesienia (warianty 1), sugerują brak opłacalności realizacji inwestycji geotermalnych. Jednakże pamiętać należy, że wyciągnięte w ten sposób wnioski są niepełne. Nie

uwzględniają one bowiem wartości samej wody termalnej, której korzystne oddziaływanie na organizm człowieka nie zostało ujęte w powyższych obliczeniach. Aby w pełni ocenić opłacalność inwestycji należałoby wykonać dla przedsięwzięcia biznes plan, w którym część związana z zaspokojeniem potrzeb energetycznych jest jedynie elementem. Taki biznes plan winien zawierać analizę rynku, która oceniałaby na ile zastosowanie wód termalnych wpływa na frekwencję na basenach. Pokrycie dodatkowych nakładów inwestycyjnych oraz podwyższone koszty eksploatacji instalacji wykorzystującej wody termalne byłyby pokryte właśnie z ewentualnych zwiększonych przychodów związanych ze wzrostem frekwencji.

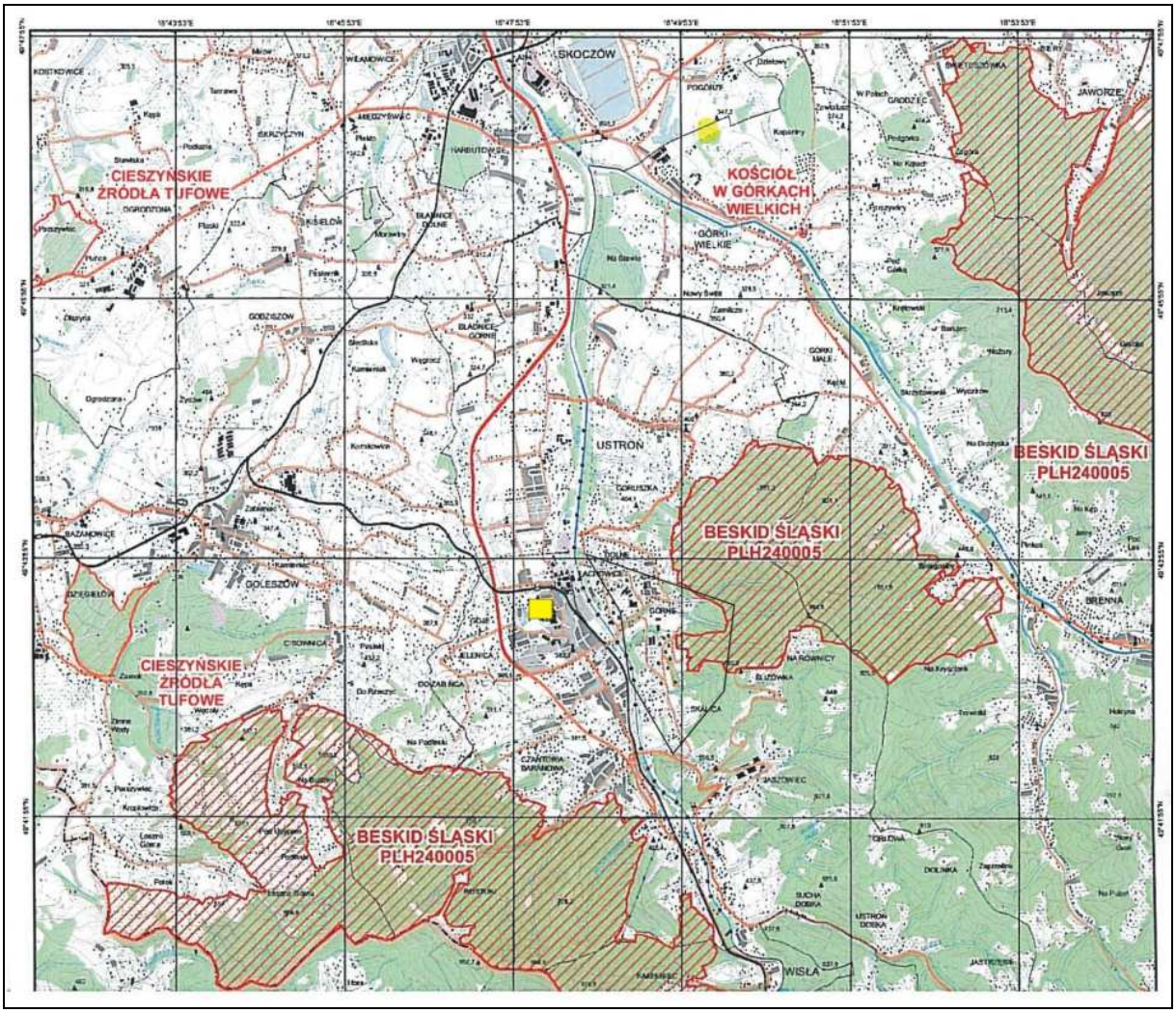
Analiza osiąganych parametrów techniczno-ekonomicznych jako wariant optymalny wskazuje wariant 3b (jednootworowe wykorzystanie wód termalnych ze strumieniem niezbędnym dla zabezpieczenia potrzeb na wodę świeżą dla niecek basenowych, bez wykorzystania modułów cieplno-prądowych). Wariant ten cechuje się najmniejszym, spośród analizowanych, wzrostem wymaganych nakładów inwestycyjnych i najmniejszym wzrostem całkowitych kosztów funkcjonowania - w stosunku do wariantów odniesienia (warianty 1).

7.13. Wstępna ocena uwarunkowań środowiskowych dotyczących możliwości wykorzystania gospodarczego dostępnych zasobów wód podziemnych

Jak wykazano na ryc. 7.13.1 obszar projektowanych prac geologicznych nie oddziaływuje na istniejący obszar Natura 2000. Jednakże z uwagi na typ i charakter miejscowości Ustroń – miejscowość uzdrowiskowa niezbędne staje się wykonanie raportu oddziaływania na środowisko.

Sporządzenie raportu oddziaływania na środowisko reguluje Ustawa z dnia 27.04.2001 r. Prawo ochrony środowiska (tekst jednolity Dz. U. z 2006 r. Nr 129, poz. 902 z późn. zm.) w celu uzyskania decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach dla projektowanej inwestycji - poszukiwanie i rozpoznanie zasobów wód termalnych.

Zakres opracowania obejmuje wymagania określone w art. 52 przewidziane dla przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko. W raporcie określony zostanie wpływ projektowanych prac geologicznych związanych z wykonaniem otworów geologicznych na środowisko naturalne, w szczególności na stan wód powierzchniowych i podziemnych, stan powietrza atmosferycznego, wpływ na kształtowanie się poziomu hałasu w środowisku, wpływ na rodzaje wytwarzanych odpadów oraz pozostałe komponenty środowiska, tj. faunę i florę. Zakres raportu obejmuje również wpływ projektowanej inwestycji na zdrowie ludzi oraz dobra kultury materialnej.



Ryc. 7.13.1. Położenie obszaru prac geologicznych w stosunku do obszaru Natura 2000