STUDIUM STANU ROZPOZNANIA, MOŻLIWOŚCI WYSTĘPOWANIA I WYKORZYSTANIA WÓD PODZIEMNYCH ZALICZONYCH DO KOPALIN (termalnych) W REJONIE MIASTA WIELUNIA

wraz z określeniem uwarunkowań formalno-prawnych poszukiwania i eksploatacji wód oraz możliwości finansowania podziemnej części inwestycji (otworu wiertniczego)

Kierownik tematu:

mgr inż. Dorota Lasek-Woroszkiewicz

Dyrektor PIG-PIB

……

Kierownik Zespołu wód uznanych za kopaliny:

dr Mariusz Socha

Warszawa, kwiecień 2020 r.

Skład autorski:

mgr Izabella Gryszkiewicz
/upr. geol. nr IV-0431/

mgr inż. Dorota Lasek-Woroszkiewicz

dr Krzysztof Leszczyński

dr Mariusz Socha

mgr Jadwiga Stożek

mgr inż. Agnieszka Wrzosek

mgr Ewa Zapora
/upr. geol. nr V-1945/

Spis treści

Spis tabel 5

Spis rysunków 5

CZĘŚĆ I WSTĘP 7

1. Wprowadzenie 7

2. Informacje ogólne 7

2.1. Położenie administracyjne 8

2.2. Położenie geograficzne i geomorfologia 9

2.3. Hydrografia 9

2.4. Wybrane elementy środowiska przyrodniczego 10

CZĘŚĆ II CHARAKTERYSTYKA WARUNKÓW NATURALNYCH 13

3. Historia badań geologicznych 13

3.1. Charakterystyka archiwalnych otworów wiertniczych 17

4. Budowa geologiczna 24

4.1. Stratygrafia i litologia 24

4.2. Tektonika 35

4.3. Przewidywany profil stratygraficzno-litologiczny - 37

5. Warunki hydrogeologiczne 39

5.1. Wody podziemne zwykłe 39

5.2. Wody podziemne zaliczone do kopalin (wody termalne, lecznicze i solanki) 44

6. Warunki geotermiczne 53

7. Występowanie i zagospodarowanie wód leczniczych, termalnych i solanek w Polsce 56

CZĘŚĆ III. MOŻLIWOŚĆ ZAGOSPODAROWANIA WÓD PODZIEMNYCH ZALICZONYCH DO KOPALIN 63

8. Możliwości zagospodarowania wód termalnych i leczniczych w Wieluniu 63

8.1. Balneoterapia 64

8.2. Rekreacja 66

8.3. Ciepłownictwo 69

9. Ryzyko inwestycyjne 72

9.1. Geologiczne ryzyko inwestycyjne 73

9.2. Gospodarcze ryzyko inwestycyjne 75

10. Proces uzyskania statusu uzdrowiska/obszaru ochrony uzdrowiskowej 77

CZĘŚĆ IV. UWARUNKOWANIA FORMALNO-PRAWNE POSZUKIWANIA I EKSPLOATACJI WÓD PODZIEMNYCH ZALICZONYCH DO KOPALIN 81

11. Przepisy prawa geologicznego i górniczego w procesie inwestycyjnym ... 81

11.1. Poszukiwanie wód podziemnych zaliczonych do kopalin ... 81

11.2. Wykonanie otworu wiertniczego ... 82

11.3. Opracowanie dokumentacji hydrogeologicznej ... 83

11.4. Informacja geologiczna ... 85

11.5. Projekt zagospodarowania złoża ... 85

11.6. Uzyskanie koncesji na eksploatacje wód ... 85

11.7. Obszar i teren górniczy ... 87

11.8. Własność górnicza i użytkowanie górnicze ... 88

11.9. Plan ruchu zakładu górniczego ... 89

11.10. Dokumentacja mierniczo-geologiczna ... 90

11.11. Likwidacja zakładu górniczego ... 90

CZĘŚĆ V. FINANSOWANIE INWESTYCJI ... 92

12. Możliwości dofinansowania inwestycji ... 92

12.1. Budowa podziemnej części inwestycji ... 92

12.2. Budowa naziemnej części inwestycji ... 98

CZĘŚĆ VI. PODSUMOWANIE ... 100

13. Podsumowanie i wnioski ... 100

Spis wykorzystanych materiałów ... 102

Spis tabel

Tabela 1. Zestawienie podstawowych informacji o głębokich otworach wiertniczych w rejonie gminy Wieluń (źródło: www.geoportal.pgi.gov.pl/otwory) 16

Tabela 2. Podstawowe wartości statystyczne wybranych składników chemicznych wód podziemnych poziomu jury górnej (Górnik, 2010) 42

Tabela 3. Podstawowe wartości statystyczne wybranych składników chemicznych wód podziemnych poziomu jury środkowej (Górnik, 2010) 43

Tabela 4. Parametry poziomów wodonośnych wód termalnych w rejonie Wielunia (na podst.: Górecki red., 2006a) 52

Tabela 5. Parametry wybranych wód głębokich poziomów wodonośnych w rejonie Wielunia (na podst. Banku Danych Wód Podziemnych Zaliczonych do Kopalin) 52

Tabela 6. Kierunki lecznicze uzdrowisk wykorzystujących lecznicze wody chlorkowe..... 65

Tabela 7. Przydatność wód podziemnych w lecznictwie i rekreacji (a - Paczyński, Płochniewski, 1996; b - Górecki red., 2006a) 66

Tabela 8. Zestawienie informacji o geotermalnych ośrodkach rekreacyjnych wykorzystujących termalne wody chlorkowe (Felter i in., 2019)..... 66

Tabela 9. Zestawienie informacji o ciepłowniach geotermalnych w Polsce (wg stanu na 2018 r.; Felter i in., 2019) 70

Tabela 10. Parametry poziomów wodonośnych wód termalnych w rejonie Wielunia (na podst.: Górecki red., 2006a) 74

Tabela 11. Kryteria i ocena punktowa przedsięwzięć w celu poszukiwania i rozpoznawania wód termalnych planowanych do realizacji w ramach dofinansowania w programie priorytetowym NFOŚiGW pn. Udostępnianie wód termalnych w Polsce..... 94

Spis rysunków

Rysunek 1. Lokalizacja głębokich otworów wiertniczych w rejonie gminy Wieluń 16

Rysunek 2. Szkic lokalizacji głębokich otworów wiertniczych wykorzystanych do opracowania rozdziału Budowa geologiczna (podkład: Mapy Google) 24

Rysunek 3. Szkic lokalizacji głębokich otworów wiertniczych w rejonie Wielunia wraz z podstawową chronostratygrafią (źródło:CBDG, 1997, 2008) oraz geologią podkenozoiczną struktury tektonicznej Wielunia-Wierzchlasu (na podstawie Deczkowskiego 1977 i Dadleza i in.) 25

Rysunek 4. Lokalizacja Wielunia na tle mapy jednostek tektonicznych pod pokrywą permsko-mezozoiczną i kenozoiczną (wg Zelaźniewicza i in., 2011) 26

Rysunek 5. Fragment mapy geologicznej Polski bez utworów kenozoiku (wg Dadleza i in., 2000) 27

Rysunek 6. Fragmenty map ścięcia poziomego dla poziomów -3000 m p.p.m. i -2000 m p.p.m. w rejonie Wielunia (wg Kotańskiego red., 1997) 28

Rysunek 7. Przekrój litofacjalny utworów permu w rejonie Wieluń-Wierzchlas (wg Deczkowskiego, 1977, fig.6) 30

Rysunek 8. Fragment mapy tektonicznej kompleksu cechsztyńsko-mezozoicznego na Niżu Polskim (wg Dadleza red., 1998) *31*
Rysunek 9. Przekrój hydrogeologiczny III-III' przez rejon Wielunia (Górnik, 2000) *40*
Rysunek 10. Przekrój hydrogeologiczny I-I' przez rejon Wielunia (Górnik, 2010) *40*
Rysunek 11. Mapa temperatur w stropie dolnego triasu w rejonie Wielunia (Górecki red., 2006a) *48*
Rysunek 12. Mapa mineralizacji w stropie dolnego triasu w rejonie Wielunia (Górecki red., 2006a) *48*
Rysunek 13. Lokalizacja perspektywicznych obszarów wykorzystania wód termalnych do celów ciepłowniczych w obrębie zbiornika triasu dolnego (Hajto, 2008) *49*
Rysunek 14. Mapa jednostkowych zasobów dyspozycyjnych triasu dolnego w rejonie Wielunia (Górecki red., 2006a) *49*
Rysunek 15. Mapa temperatur w stropie permu w rejonie Wielunia (Górecki red., 2006a) *50*
Rysunek 16. Mapa mineralizacji w stropie permu w rejonie Wielunia (Górecki red., 2006a) *51*
Rysunek 17. Mapa gęstości strumienia cieplnego w Polsce (Szewczyk, Gientka, 2009) *54*
Rysunek 18. Mapa temperatury na głębokości 2000 m (Szewczyk, 2010) *55*
Rysunek 19. Mapa temperatury na głębokości 3000 m (Górecki, red. nauk. 2012) *55*
Rysunek 20. Dostępność ośrodków geotermalnych (Huculak, 2013) *68*
Rysunek 21. Schemat funkcjonowania instalacji ciepłowni geotermalnej wykorzystującej dublet otworów (Felter i in., 2019) *71*
Rysunek 22. Geologiczne ryzyko inwestycyjne w trakcie procesu inwestycyjnego *72*
Rysunek 23. Uwarunkowania formalno-prawne poszukiwania i eksploatacji *91*

CZĘŚĆ I WSTĘP

1. Wprowadzenie

Niniejsze opracowanie wykonano w oparciu o umowę nr 65 zawartą w dniu 7 lutego 2020 r. pomiędzy Zamawiającym, tj. Gminą Wieluń, z siedzibą przy pl. Kazimierza Wielkiego 1, 98-300 Wieluń, a Wykonawcą – Państwowym Instytutem Geologicznym - Państwowym Instytutem Badawczym z siedzibą przy ul. Rakowieckiej 4, 00-975 Warszawa.

Celem opracowania jest analiza możliwości występowania wód podziemnych zaliczonych do kopalin na terenie miasta Wielunia, wynikających z budowy geologicznej i warunków hydrogeologicznych omawianego obszaru oraz analiza sposobu ich wykorzystania, przy uwzględnieniu uwarunkowań formalno-prawnych poszukiwania i eksploatacji tych wód, a także możliwości dofinansowania inwestycji w zakresie wykonania otworu wiertniczego wraz z infrastrukturą.

Zakres opracowania, sprecyzowany w przytoczonej umowie, obejmuje w szczególności analizę poniższych zagadnień:

- opis stanu rozpoznania geologicznego na podstawie dotychczas wykonanych robót i prac geologicznych wraz z ich interpretacją i oceną ich przydatności dla przedmiotowego zadania,
- opis budowy geologicznej ze szczególnym uwzględnieniem stratygrafii, litologii i tektoniki,
- charakterystykę warunków hydrogeologicznych użytkowych poziomów wodonośnych oraz poziomów, w których mogą występować wody podziemne zaliczone do kopalin,
- przedstawienie kryteriów przydatności wód podziemnych zaliczonych do kopalin do ich gospodarczego wykorzystania wraz z oceną perspektyw i możliwości ich zagospodarowania,
- ogólną waloryzację terenu pod kątem budowy ujęcia wód i możliwości późniejszej ochrony jego zasobów,
- wstępną ocenę ryzyka inwestycyjnego,
- harmonogram formalno-prawny inwestycji polegającej na poszukiwaniu i ujmowaniu wód podziemnych zaliczonych do kopalin,
- przegląd możliwości finansowania podziemnej części przedsięwzięcia.

2. Informacje ogólne

Miasto Wieluń jest najważniejszym ośrodkiem regionalnego rozwoju gospodarczego gminy Wieluń, o charakterze typowo przemysłowym. Ponadto posiada dobrze rozwinięty dział usług, z którego korzystają mieszkańcy sąsiednich gmin. W strukturze gospodarki gminy dominuje branża przemysłowa i budowlana, znacznie mniejsze znaczenie ma sektor rolniczy.

W części gminy istnieją także możliwości dla rozwoju turystyki i rekreacji. Układ urbanistyczny miasta podlega ochronie konserwatorskiej. Dzięki obecności wielu zabytków, stanowi ono tzw. teren atrakcyjności turystycznej I stopnia, z kolei gmina należy do obszaru stopnia II tej kategorii.

Liczba ludności w gminie, wg stanu na koniec 2018 r. wynosiła 31,6 tys. osób. Wyposażenie gminy i miasta w infrastrukturę techniczną jest na dobrym poziomie. Zaopatrzenie w gaz na terenie gminy odbywa się za pośrednictwem gazociągu przesyłowego wysokiego ciśnienia. Dominującym nośnikiem energii pierwotnej stosowanym do ogrzewania miasta jest węgiel kamienny, miał węglowy i koks. Uzupełnieniem są inne nośniki, takie jak olej opałowy, gaz ciekły, drewno opałowe i energia elektryczna. Stan gospodarki wodno-ściekowej i gospodarowania odpadami na terenie gminy jest dobry. Ok. 83% mieszkańców korzysta z sieci kanalizacyjnej, a 98% zaopatruje się w wodę z wodociągu miejskiego. Na terenie gminy znajdują się dwie oczyszczalnie ścieków, z których korzysta blisko 30 tys. mieszkańców oraz jedno składowisko odpadów komunalnych. Zlokalizowanych jest także prawie 660 zbiorników bezodpływowych i 30 przydomowych oczyszczalni ścieków. W 2018 r. z terenu gminy odebrano ponad 5,5 tys. m^3 nieczystości ciekłych bytowych oraz zebrano ok. 9 tys. odpadów komunalnych.

W 2010 r. w aktualnym wówczas „Planie zagospodarowania przestrzennego województwa łódzkiego" przyjęto także ustalenia dotyczące Wielunia. Obejmowały one m.in. zapewnienie bezpieczeństwa energetycznego województwa poprzez zwiększenie produkcji energii ze źródeł odnawialnych, ukierunkowanej na wykorzystanie zasobów wód geotermalnych do ciepłownictwa w gospodarce komunalnej – miała to być kontynuacja rozpoczętych prac badawczych oraz przyczynek do podjęcia dalszych prac poszukiwawczych. W związku z powyższym istnieje uzasadniona potrzeba opracowania studium określającego stan rozpoznania możliwości występowania i wykorzystania wód podziemnych zaliczonych do kopalin (termalnych) w rejonie miasta.

2.1. Położenie administracyjne

Gmina Wieluń z siedzibą w Wieluniu, leży w obrębie powiatu wieluńskiego w południowo-zachodniej części województwa łódzkiego. Graniczą z nią gminy: Biała, Czarnożyły, Ostrówek, Osjaków, Wierzchlas, Pątnów, Mokrsko i Skomlin. Miasto i gmina Wieluń stanowią gminę miejsko-wiejską o powierzchni ok. 131 km^2, w tym samo miasto zajmuje ok. 17 m^2. W gminie znajduje się 26 miejscowości oraz 20 sołectw. Główny układ komunikacyjny omawianego terenu tworzą drogi krajowe nr 74, 43 i 45 oraz drogi wojewódzkie nr 481 i 486. Przez miasto przebiega także linia kolejowa relacji Wrocław – Herby.

2.2. Położenie geograficzne i geomorfologia

W nawiązaniu do podziału fizyczno-geograficznego Kondrackiego (2009) oraz późniejszych prac aktualizacyjnych obszar gminy znajduje się na granicy Niziny Południowowielkopolskiej oraz Wyżyny Woźnicko-Wieluńskiej i należy do czterech mezoregionów – Wysoczyzny Złoczewskiej, Kotliny Szczercowskiej, Wysoczyzny Wieruszowskiej oraz Wyżyny Wieluńskiej. Wysoczyzna Złoczewska w rejonie gminy reprezentowana jest przez zdenudowaną wysoczyznę morenową. Wzdłuż Warty i jej dopływów (Oleśnicy i Pysznej) wykształciły się tarasy rzeczne, na których występują wydmy. Na terenie całej wysoczyzny zaobserwować można niezbyt duże płaty moren akumulacyjnych z okresu zlodowacenia środkowopolskiego. Dodatkowy element rzeźby terenu stanowią występujące pojedynczo ozy, kemy i nieduże wytopiska. Kotlina Szczercowska to teren równinny o cechach misy końcowej lodowca wypełnionej iłami wstęgowymi i piaskami, z których częściowo ukształtowały się wydmy. Wyżyna Wieluńska odznacza się względnie urozmaiconą rzeźbą terenu. Wysokości bezwzględne mieszczą się w zakresie 180-240 m n.p.m. W środkowo-wschodniej części regionu występują garby i płaskowyże o rzeźbie uwarunkowanej ukształtowaniem starszego podłoża. Obszary te zaznaczają się w rzeźbie terenu progami i załomami erozyjno-denudacyjnymi, a lokalnie również progami tektonicznymi (okolice Wielunia). Gdzieniegdzie występują także płaty moren akumulacyjnych oraz kemy. Niewielki obszar gminy stanowi Wysoczyzna Wieruszowska, w obrębie której dominującymi formami geomorfologicznymi są równiny tarasów erozyjno-denudacyjnych i akumulacyjnych zlodowacenia bałtyckiego. (Dziedzic i in., 2004; Olędzki (red), 2007). Najwyższym punktem w gminie jest wierzchołek wzniesienia w okolicy wsi Kadłub osiągający wysokość 238,6 m n.p.m., z kolei najniższy punkt znajduje się w dolinie rzeki Pyszna przy północno-wschodniej granicy gminy i wynosi ok. 165 m n.p.m. W obrębie gminy można wyróżnić szereg form morfologicznych pochodzenia denudacyjnego, glacjalnego, fluwioglacjalnego i fluwialnego.

2.3. Hydrografia

Według podziału hydrograficznego Polski, gmina i miasto Wieluń leży w obrębie dorzecza Odry, zlewni Warty (zlewnia II rzędu) oraz zlewni III rzędu – Oleśnicy. W odniesieniu do zarządzania zasobami wodnymi, cała gmina należy do regionu wodnego Warty. Głównym ciekiem wodnym Wielunia jest rzeka Pyszna będąca prawobrzeżnym dopływem Oleśnicy. Źródło Pysznej znajduje się na południowy-zachód od Wielunia, w skrajnym fragmencie Wyżyny Wieluńskiej. Rzeka zasilana jest wodami kanałów: Kopydłów-Krzyworzeka, Wieluńskiego i Starzenickiego oraz szeregu mniejszych bezimiennych cieków. Jej wyrównane koryto przypomina rów melioracyjny o szerokości 4-5 m. Na stosunkowo długim odcinku stanowi ona

północną granicę gminy Wieluń. Ponadto nieduży obszar w południowo-wschodniej części gminy odwadniany jest ciekami uchodzącymi bezpośrednio do Warty.

Charakterystycznym elementem hydrografii miasta i gminy Wieluń są dość licznie występujące niewielkie zbiorniki wodne, zarówno naturalne, jak i sztuczne. Zbiorniki naturalne to przede wszystkim oczka polodowcowe, miejscami zarastające. W północnej części miasta na terenie byłej „Cukrowni Wieluń" znajdują się stawy niegdyś gromadzące wody przemysłowe, obecnie zasilane poprzez spiętrzenie na Pysznej. Inne stawy w obrębie miasta oraz gminy pełnią głównie funkcję stawów hodowlanych, zbiorników przeciwpożarowych lub są miejscem rekreacji dla mieszkańców.

2.4. Wybrane elementy środowiska przyrodniczego

Warunki klimatyczne

Rejon Wielunia należy do łódzko-wieluńskiego regionu klimatycznego (Wiszniewski, Chełchowski, 1987) oraz regionu XVII – środkowopolskiego (Woś, 1993). Jest to jeden z największych regionów klimatycznych Polski. W porównaniu z innymi charakteryzuje się on wyraźnie większą liczbą dni z pogodą bardzo ciepłą i jednocześnie pochmurną bez opadu (typ 310). Średnia dobowa temperatura powietrza wynosi od 15,1°C do 25°C. Według podziału Polski na regiony klimatyczne Okołowicza (1984), gmina Wieluń położona jest w regionie o zmniejszających się wpływach oceanicznych, których cechą charakterystyczną są stosunkowo małe amplitudy temperatury powietrza: wczesna wiosna, stosunkowo długie lato i łagodna krótka zima. Lato w tym regionie trwa przeciętnie 98 dni, a zima 80 dni. Dni pogodnych z małą ilością chmur notuje się średnio w ciągu roku do 100, natomiast dni pochmurnych z niewidocznym niebem – powyżej 100 dni. Przeważnie w ciągu roku występują dni z zachmurzeniem dużym lub prawie całkowitym, odnotowuje się także 42 dni z mgłą. Pokrywa śnieżna utrzymuje się średnio przez 76 dni w roku obejmujących okres od grudnia do marca.

Na tle regionów termicznych Europy, wyznaczonych na podstawie średnich miesięcznych wartości temperatury powietrza zanotowanych w 805 stacjach meteorologicznych na obszarze Europy w latach 1994-2004, okolice Wielunia należą do regionu C – umiarkowanie ciepłego. Średnia temperatura najchłodniejszego miesiąca wynosi w jego obrębie -1°C, natomiast najcieplejszego osiąga niemal 18,5°C (Smolec, 2007). W oparciu o dane ze stacji w Wieluniu z lat 1997-2006 średnia roczna temperatura w mieście wynosiła 8,1°C. Najcieplejszym miesiącem był lipiec ze średnią temperaturą wynoszącą 19,2°C, natomiast najzimniejszy był styczeń ze średnią temperaturą na poziomie -1,6°C.

Średnia roczna suma opadów w Wieluniu w okresie od 1954 do 1963 r. wyniosła 595 mm. Miesiącem o największej sumie opadów był lipiec (124 mm), natomiast najmniejszą sumę

opadów odnotowano w styczniu (28 mm). W ciągu roku odnotowano średnio 165 dni z opadami, z przewagą w okresie zimowym (47 dni). Najmniejszą liczbą dni z opadami w tym okresie wyróżnił się październik, natomiast miesiącem o największej ilości dni z opadem był styczeń (Załuski, 1986).

Najczęściej występującym kierunkiem wiatru na omawianym obszarze jest kierunek zachodni (21%) oraz południowo-zachodni (19%) (Załuski, 1986). Średnioroczna prędkość wiatru wynosi 2,5 m/s, natomiast średnia miesięczna osiąga 4 m/s.

Stan atmosfery

W 2002 r., na podstawie oceny stanu zanieczyszczenia powietrza w powiatach województwa łódzkiego, powiat wieluński zaliczono do strefy o symbolu B/C. Jest to strefa, w której istnieje możliwość przekroczenia dopuszczalnego poziomu stężenia określonych zanieczyszczeń powiększonego o margines tolerancji na niektórych obszarach. W przypadku powiatu wieluńskiego czynnikiem klasyfikującym było stężenie pyłu PM10. Jakość powietrza w gminie Wieluń kształtowana jest zarówno przez czynniki naturalne, jak i antropogeniczne. Zależy ona od rzeźby terenu, czynników meteorologicznych, zagospodarowania przestrzennego i struktury gospodarki oraz od rodzaju i lokalizacji punktów emisji. Najbardziej uciążliwa, zwłaszcza w okresie zimowym, jest tzw. niska emisja wywołana spalaniem paliw stałych (węgiel, koks) niskiej jakości w paleniskach domowych. Z kolei wysoka emisja wiąże się głównie z przemysłem oraz lokalnymi kotłowniami. Także transport emituje znaczne ilości zanieczyszczeń, zwłaszcza tlenki węgla i azotu oraz związku ołowiu.

Pomiary jakości powietrza na terenie Wielunia prowadzone są na stacji manualnej WSSE przy ul. Wojska Polskiego, gdzie oznacza się średnie dobowe wartości stężeń: SO_2, NO_2 oraz pyłu zawieszonego (PM10) metodą reflektometryczną. Średnioroczne stężenie SO_2 w Wieluniu w 2003 r. wynosiło 13,4 $\mu g/m^3$, stężenie NO_2 – 22,4 $\mu g/m^3$, natomiast stężenie pyłu zawieszonego osiągnęło 25,7 $\mu g/m^3$. Na poziom stężenia pyłu PM10 w powietrzu wpływa m.in. emisja pyłu z zakładów przemysłowych, z energetycznych źródeł ciepła, a także napływ mas powietrza spoza miasta. Poprawa stanu powietrza w gminie i mieście możliwa jest m.in. poprzez zmianę nośnika energetycznego w ciepłowniach na gazowy lub olejowy, wykorzystanie niekonwencjonalnych źródeł energii cieplnej, a także poprzez ograniczenie ruchu pojazdów o złym stanie technicznym czy poprawę stanu dróg.

Gleby

Gmina Wieluń charakteryzuje się stosunkowo dużym zróżnicowaniem warunków glebowych. Gleby występujące w regionie wieluńskim wykształciły się głównie na pyłach i glinach, piaskach aluwialnych oraz skałach wapiennych. Najczęściej są to zasobne w składniki

pokarmowe gleby brunatne właściwe oraz gleby brunatne wyługowane. Najlepsze gleby dominują w części środkowej gminy (na północ i wschód od Wielunia) oraz przy jej południowej granicy. Nieco gorsze gleby, o mniejszej zawartości składników pokarmowych przeważają w części zachodniej i centralnej gminy. W sąsiedztwie Wielunia, przy jego południowej granicy oraz w części północno-wschodniej i na zachodzie gminy znaczny obszar zajmują ubogie gleby piaszczyste.

Roślinność

Rejon Wielunia charakteryzuje się stosunkowo niewielką ilością obszarów leśnych. Wskaźnik lesistości gminy wynosi ok. 14%. Jedynym większym kompleksem leśnym o powierzchni blisko 30 ha jest las o charakterze spacerowo-wypoczynkowym w zachodniej części miasta. Występują tu głównie drzewostany sosnowe, w mniejszym stopniu świerkowe, dębowe, jesionowo-świerkowo-olszowe z domieszką grabu oraz brzozowe. Pozostałe lasy charakteryzują się bardzo małą powierzchnią i znacznym rozproszeniem. Mają one znaczenie jedynie krajobrazowe. W obrębie miasta tereny zielone maja charakter typowo antropogeniczny i są to przede wszystkim parki oraz różnego rodzaju zieleńce i skwery. W obrębie gminy największe kompleksy leśne o znaczeniu rekreacyjnym znajdują się w jej południowo-wschodniej i północno-wschodniej części. Dominują tu drzewostany sosnowe datowane na ponad 40 lat. Ponadto w obrębie gminy znajdują się zasługujące na uwagę podworskie parki z cennymi przyrodniczo okazami drzew.

Obszary prawnie chronione

Sposób ochrony przyrody w Polsce reguluje ustawa z dnia 16 kwietnia 2004 r. o ochronie przyrody, która wyróżnia szereg form ochrony przyrody różniących się reżimem ochronnym oraz charakterem ograniczeń w ich użytkowaniu. Na obszarze gminy Wieluń znajdują się następujące formy ochrony przyrody:

- rezerwat przyrody „Lasek Kurowski", którego celem jest zachowanie zbiorowisk leśnych grądu z udziałem jodły, olsu i łęgu olszowego. Jest to obszar leśny w zachodniej części gminy o powierzchni 22,07 ha należący do leśnictwa Wróblew. Rezerwat utworzony został na mocy Zarządzenia Ministra Leśnictwa i Przemysłu Drzewnego z dnia 24 listopada 1983 r. w sprawie uznania za rezerwaty przyrody. Dominują tu siedliska świeże i wilgotne, teren jest lokalnie zabagniony;
- stanowisko dokumentacyjne „Kamieniołom piaskowców Olewin" będące odkrywką geologiczną piaskowców żelazistych jury dolnej o powierzchni 0,52 ha. Kamieniołom zlokalizowany jest na wschód od Wielunia, w pobliżu drogi wiodącej z Olewina do Wierzchlasu. Został on objęty ochroną Rozporządzeniem Wojewody Sieradzkiego z dnia

24 listopada 1998 r. w sprawie uznania za obiekty chronione. Przypuszcza się, że właśnie z niego we wczesnym średniowieczu pozyskiwano bloki skalne do budowy kościoła w pobliskiej Rudzie. Utwory tego typu budują także niezbyt wysokie wzgórza w okolicy Olewina. W obrębie lokalnej kulminacji terenu znajduje się szereg płytszych wyrobisk. Obecnie można w nich obserwować głównie piaski, miejscami piaskowce, o różnej barwie – od żółtych, przez rdzawe, do brunatnych. Spoiwo w piaskowcach ma charakter typowo żelazisty, z kolei w piaskach związki żelaza widoczne są jedynie miejscami w postaci różnego rodzaju nacieków i smug. W najgłębszym osłonięciu uwidaczniają się silnie spękane masywne piaskowce i zlepieńce (Krystek, 2010);

- 12 pomników przyrody obejmujących drzewa lub grupy drzew;
- 9 użytków ekologicznych, w tym 6 w okolicy Lasku Kurowskiego w zachodniej części gminy oraz 3 w części wschodniej. Ich ustanowienie ma na celu zachowanie występujących tu lokalnie obszarów bagiennych.

Ponadto w południowo-wschodniej części gminy w obrębie Leśnictwa Mierzyce wyznaczono strefę ochronną wokół miejsc lęgowych gatunków chronionych. Obszar ten obejmuje powierzchnię 3,36 ha 200-letniego drzewostanu dębowo-sosnowego będącego miejscem lęgu i bytowania wielu cennych gatunków zwierząt, m.in. rzadkiego w Polsce nietoperza – nocka Bechsteina. Dodatkowo niewielki fragment gminy, w jej południowo-wschodniej części, znajduje się w obrębie otuliny Załęczańskiego Parku Krajobrazowego.

CZĘŚĆ II CHARAKTERYSTYKA WARUNKÓW NATURALNYCH

3. Historia badań geologicznych

Utwory triasu i jury okolic Wielunia już od dawna były przedmiotem zainteresowania wielu geologów. Większość z nich zajmowała się głównie osadami jury z uwagi na licznie występujące skamieniałości oraz ogromne zróżnicowanie litologiczne skał odsłaniających się w tej okolicy (Deczkowski Z, 1963). Pierwsze wzmianki dotyczące skał występujących w okolicy Wielunia oraz zawartych w nich skamieniałości znajdujemy już w pracy S. Staszica (1815). Następnie K. Oeynhausen (1822) podzielił odsłaniające się w okolicy Wielunia utwory jurajskie zależnie od zabarwienia na białe i żółte, podając, że zawierają one liczne krzemienie i skamieniałości. Bardziej dokładny podział jury wieluńskiej przeprowadził dopiero L. Zejszner (1864, 1869), zaliczając brunatne piaskowce do keloweju, a białożółte wapienie do malmu. W 1866 r. L. Zejszner wydzielił na Górnym Śląsku utwory kajpru. Zagadnienie występowania triasu na obszarze wieluńskim poruszane było już niejednokrotnie. F. Romer (1867, 1870)

pierwszy zaliczył iły pstre odsłaniające się w Dąbrowie, leżącej na zachód od Wielunia, do utworów kajprowych, co przy ówcześnie stosowanym podziale było słuszne. Prace tego autora oprócz danych dotyczących utworów triasowych zawierają dużą ilość materiału odnoszącego się do osadów jury krakowsko-wieluńskiej. W latach późniejszych badania na tym obszarze przeprowadzali również A. Michalski (1885) i S. Kontkiewicz (1890). Michalski omówił zagadnienie zmian miąższości serii iłów rudonośnych. Stwierdził on, że miąższość ich w okolicy Wielunia jest duża, maleje zaś w kierunku południowym. S. Kontkiewicz (1890) na podstawie badań własnych przedstawił już bardziej dokładny podział stratygraficzny utworów doggeru. Prace J. Siemiradzkiego (1889, 1891, 1903, 1922) odnoszą się przeważnie do osadów jury górnej. Jurą krakowsko-wieluńską zajmował się także B. Rehbinder (1903, 1904, 1913). Najwięcej nowego materiału wnosi jego praca z 1913 r., w której podał bardzo dokładny podział stratygraficzny utworów jurajskich oraz spis znalezionej fauny. B. Rehbinder (1907) uważa, podobnie jak F. Romer, że iły pstre odsłaniające się w Dąbrowie koło Wielunia reprezentują kajper. P. Koroniewicz (1907) zajmował się głównie utworami keloweju. Badania pozwoliły mu na sporządzenie dokładnego rozmieszczenia odsłonięć wapieni górnojurajskich i piaskowców dolnego keloweju występujących w okolicy Wielunia. P. Koroniewicz opisuje również profile niektórych odkrywek keloweju, podając zarazem przybliżoną miąższość tego piętra oraz spis znalezionych skamieniałości.

Przed drugą wojną światową na terenie jury krakowsko-wieluńskiej badania przeprowadzał J. Premik. Wynikiem ich są liczne publikacje. W sprawozdaniu z badań geologicznych wykonanych w okolicy Wielunia w 1922 r. J. Premik stwierdza występowanie triasu na zachód od Wielunia i tym samym uznaje słuszność poglądów B.Rehbindera. Znalazł on nowe odsłonięcia, które wskazują, że pomiędzy Dąbrową a Wieluniem występują iły pstre górnego kajpru, poza tym znalazł poprzednio nieznane odsłonięcia triasu i jury na obszarze Olewin— Widoradz, omówił dogger i malm oraz ogólnie tektonikę okolic Wielunia. W pracy z 1924 r. autor ten opisuje głównie utwory keloweju, podaje opis litologiczny odsłonięć oraz spis fauny, która została zebrana z odkrywek keloweju i dolnego malmu. W sprawozdaniu z badań geologicznych z 1925 r. wymienia on szereg odsłonięć iłów rudonośnych, malmu i keloweju, nieznanych poprzednim autorom, w okolicy Bieńca oraz Załęcza Małego. W latach 1921—1926 wykonał on zdjęcie geologiczne okolic Wielunia w skali 1:25 000. Materiały zebrane przez tego autora w czasie kilkuletnich badań zawiera syntetyczna praca wydana w 1933 r., w której omówione zostały osady jury częstochowskiej (Deczkowski Z, 1963).

W 1938 r. Państwowy Instytut Geologiczny przeprowadził w okolicy Wielunia badania geologiczne w poszukiwaniu rud żelaza. Wykonano na tym obszarze 8 otworów wiertniczych,

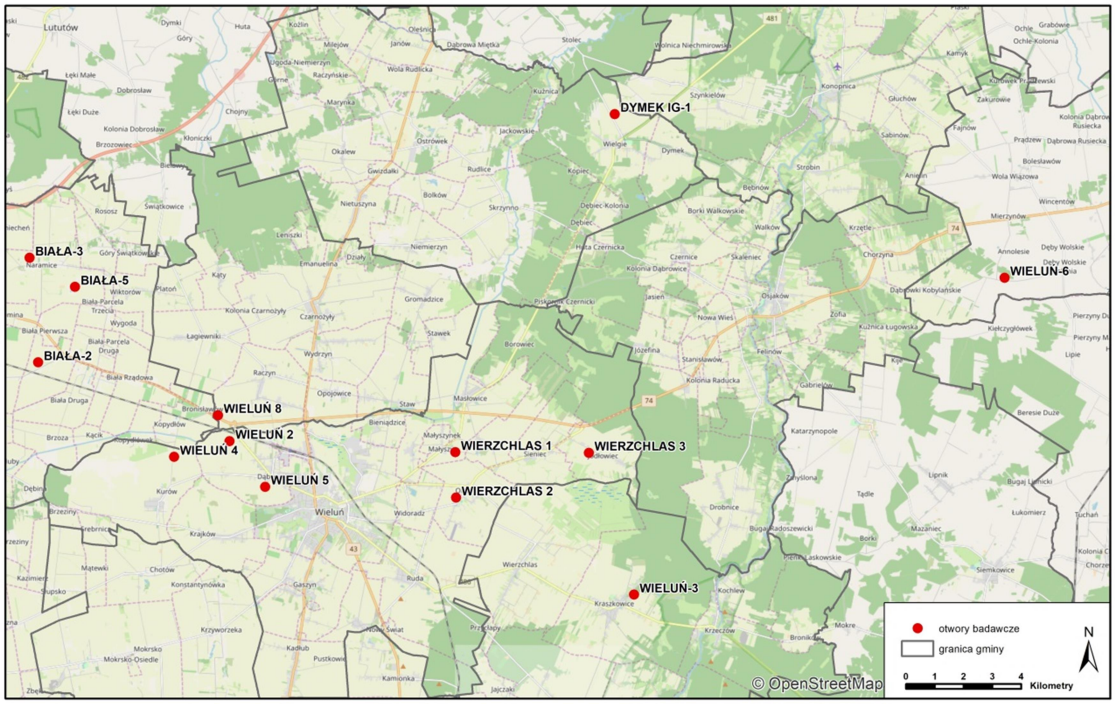
których wyniki opublikowano w biuletynie Państwowego Instytutu Geologicznego (K. Bohdanowicz 1938). W okresie drugiej wojny światowej (w latach 1940—1941) prowadzone były na omawianym obszarze prace w poszukiwaniu rud żelaza przez P. Tinzera. Wykonano w tym czasie cztery otwory wiertnicze, które nie zostały jednak dokładnie opracowane. I. Jurkiewiczowa (1952—1953) wykonała dla okolic Wielunia szereg wycinkowych zdjęć geologicznych w skali 1:25 000, które wraz z charakterystyką geologiczną badanego obszaru zamieszczone zostały w sprawozdaniu z prac terenowych na arkuszu Wieluń. R. Osika (1953) przeprowadzał badania na obszarze Praszki, położonym na południowy wschód od Wielunia, podając jego budowę geologiczną ze szczególnym uwzględnieniem warstw kościeliskich (Głazek J., Dąbrowski P., Ratajczak R., 2015). W 1953 r. pojawia się monografia S. Z. Różyckiego o jurze krakowsko-częstochowskiej, w której autor podaje nowy podział stratygraficzny doggeru. J. Znosko (1954) ustalił stratygrafię iłów rudonośnych na podstawie otworów wiertniczych wykonanych na obszarze pomiędzy Rudnikami a Wręczycą. Pełny profil stratygraficzny utworów doggeru z tego obszaru stanowi doskonały materiał porównawczy dla utworów doggeru okolic Wielunia. W 1955 r. ukazała się praca J. Znoski dotycząca retyku i liasu obszaru krakowsko-wieluńskiego, w której autor podał stratygrafię tych utworów, a przede wszystkim zdefiniował granicę między retykiem i liasem (Głazek J., Dąbrowski P., Ratajczak R., 2015).

Dokładne opracowanie geologii okolic Wielunia wykonał Deczkowski (1962, 1963; Deczkowski, Jurkiewiczowa, 1960). Praca Deczkowskiego z roku 1963 bazowała na 15 wierceniach, którymi rozpoznawana była stratygrafia triasu górnego, jury dolnej i środkowej. Zdaniem tego badacza otoczenie Wielunia stanowi monoklinę, skomplikowaną uskokami, które tworzą dwa zręby (wschodni i zachodni) rozdzielone rowem. Monografia zawiera mapę będącą podstawą wszystkich publikowanych do dziś map obejmujących większe obszary (Mrozek, 1975; Haisig, Wilanowski, 1979;Haisigiin.,1979) lub całą Polskę. Na podstawie tej mapy, uzupełnionej obserwacjami utworów kenozoicznych i danymi z płytkich wierceń, głównie hydrogeologicznych, Tomalkiewicz (1973, 1975) sformułowała tezę o blokowym charakterze rzeźby okolic Wielunia i jej ukształtowaniu będącym wynikiem wielokrotnych ruchów tektonicznych w kenozoiku. Kulminacje często są zbudowane z mało odpornych skał ilastych starszego mezozoiku, a w obniżeniach występują, odporne wapienie górnojurajskie przykryte kenozoicznym nadkładem. Prowadzone poszukiwania złóż ropy i gazu ziemnego (Bireckiiin.,1972,1976) oraz późniejsze opracowania dostarczyły nowych danych o stratygrafii i tektonice tego rejonu (Deczkowski, 1967, 1976, 1977; Grodzicka-Szymanko, 1967; Karnkowski, 1980; Mrozek, 1975; Trzepierczyński, 1987). W pracach tych autorzy przedstawiają blokową strukturę podłoża kenozoiku okolic Wielunia, chociaż przebieg uskoków ograniczających bloki tektoniczne nie jest

pewny i różnie jest przedstawiany przez wymienionych autorów. Na szczególne podkreślenie zasługuje stwierdzenie w pokrywie permsko-mezozoicznej struktur kompresyjnych, których powstanie Deczkowski (1977) przypisuje uskokom przesuwczym.

Bardzo ważnymi wynikami prac wiertniczych jest stwierdzenie w dwóch otworach (Wieluń 2 i Wierzchlas 2) uskoków odwróconych, powodujących powtórzenia formacji mezozoicznych, przewiercenie solonośnych utworów cechsztyńskich o zróżnicowanej miąższości i nawiercenie sfałdowanego podłoża dolnokarbońskiego.

Na terenie gminy oraz w jej rejonie odwiercono kilka głębokich otworów, w większości o charakterze złożowym. Ich lokalizację przedstawiono na rysunku 1, a podstawowe informacje zestawiono w tabeli nr 1.



Rysunek 1. Lokalizacja głębokich otworów wiertniczych w rejonie gminy Wieluń

Tabela 1. Zestawienie podstawowych informacji o głębokich otworach wiertniczych w rejonie gminy Wieluń (źródło: www.geoportal.pgi.gov.pl/otwory)

Otwór wiertniczy	Miejscowość	Cel wiercenia Stan obecny	Rok wykonania	Głębokość [m]	Stratygrafia na dnie
Dymek IG-1	Wielgie	badawczy zlikwidowany	1972	2797,0	karbon
Wierzchlas 1	Małyszyn	złożowy zlikwidowany	1970	2342,0	karbon
Wierzchlas 2	Olewin	złożowy zlikwidowany	1970	2057,7	perm

Wieluń 2	Wieluń	złożowy zlikwidowany	1971	2184,2	karbon
Wieluń 3	Kraszkowice	złożowy zlikwidowany	1968	3201,0	karbon
Wieluń 4	Kurów	złożowy zlikwidowany	1979	2227,0	karbon
Wieluń 5	Wieluń	złożowy zlikwidowany	1970	2250,0	karbon
Wieluń 6	Annolesie	złożowy zlikwidowany	1968	3073,0	perm
Wieluń 8	Raczyn	badawczy zlikwidowany	1970	2135,0	perm
Biała 2	Biała Kopiec	złożowy zlikwidowany	1971	2110,5	karbon
Biała 3	Naramice	złożowy zlikwidowany	1971	2143	karbon
Biała 5	Naramice	złożowy zlikwidowany	1970	2149,0	karbon

3.1. Charakterystyka archiwalnych otworów wiertniczych

Otwór Dymek IG-1

Otwór został wykonany w 1972 r. do głębokości 2797 m, zakończony w utworach karbonu. Uzyskany profil stratygraficzny przedstawia się następująco:

Głębokość od-do [m]			**Stratygrafia**
0,00	-	53,00	czwartorzęd
53,00	-	239,00	oksford
239,00	-	245,00	kelowej
245,00	-	418,50	baton
418,50	-	500,00	bajos górny
500,00	-	567,50	bajos dolny
567,50	-	606,00	toark górny
606,00	-	631,50	toark dolny
631,50	-	780,00	pliensbach
780,00	-	820,00	synemur - hetang
820,00	-	905,00	retyk [alpejski]
905,00	-	966,50	noryk
966,50	-	1178,00	trias górny
1178,00	-	1500,50	trias środkowy
1500,50	-	2231,50	trias dolny
2231,50	-	2594,00	perm górny
2594,00	-	2702,00	perm
2702,00	-	2797,00	karbon

W otworze przebadano poziomy zbiornikowe w utworach jury dolnej i triasu środkowego. W osadach jurajskich przebadano horyzont wodonośny w interwale 758-765 m, wykształcony w postaci piaskowców, z których uzyskano przypływ wody Cl-Na w ilości około 3 m^3/h o mineralizacji 0,025 %. W osadach środkowo triasowych przebadano horyzont wodonośny w interwale 1400-1415 m. Poziom wodonośny wykształcony jest w postaci wapieni, z których uzyskano przypływ wody Cl-Na-Ca w ilości około 0,15 m^3/h o mineralizacji 14 %.

Otwór Wierzchlas 1

Otwór został wykonany w 1970 r. do głębokości 2342 m, zakończony w utworach karbonu. Uzyskany profil stratygraficzny przedstawia się następująco:

Głębokość od-do [m]			**Stratygrafia**
0,00	-	9,00	czwartorzęd
9,00	-	187,00	baton - bajos
187,00	-	219,00	toark górny
219,00	-	283,00	toark dolny
283,00	-	395,00	pliensbach - hetang
395,00	-	451,00	retyk [alpejski]
451,00	-	775,00	noryk
775,00	-	1055,00	karnik
1055,00	-	1350,00	trias środkowy
1350,00	-	1928,00	trias dolny
1928,00	-	2268,00	perm górny
2268,00	-	2268,50	perm
2268,50	-	2324,00	karbon

W otworze przebadano dwa poziomy zbiornikowe w utworach permu, uzyskując z wapieni i anhydrytów występujących na głębokości 1936-2012 m przypływ wody w ilości 7,5 m^3/h o mineralizacji dochodzącej do 4,5 % oraz na głębokości 2197-2258 m przypływ wody w ilości 10 m^3/h o mineralizacji 26,5 %.

Otwór Wierzchlas 2

Otwór został wykonany w 1970 r. do głębokości 2057,7 m, zakończony w utworach permu. Uzyskany profil stratygraficzny przedstawia się następująco:

Głębokość od-do [m]			**Stratygrafia**
0,00	-	29,00	Czwartorzęd
29,00	-	150,00	retyk [alpejski] – noryk
150,00	-	471,00	Karnik
471,00	-	752,00	trias środkowy
752,00	-	1943,00	trias dolny

1943,00 - 2057,70 perm górny

W otworze przebadano poziom zbiornikowy w utworach triasu dolnego, uzyskując z iłowców i piaskowców występujących na głębokości 1924-1994 m przypływ wody w ilości około 5 m^3/h o mineralizacji 26,5 %.

Otwór Wieluń 2

Otwór został wykonany w 1971 r. do głębokości 2184,2 m, zakończony w utworach karbonu. Uzyskany profil stratygraficzny przedstawia się następująco:

Głębokość od-do [m]			**Stratygrafia**
0,00	-	40,00	czwartorzęd
40,00	-	80,00	paleogen, neogen
80,00	-	306,00	retyk [alpejski] - noryk
306,00	-	572,50	karnik
572,50	-	848,00	trias środkowy
848,00	-	1418,50	trias dolny
1418,50	-	2130,00	perm górny
2130,00	-	2138,00	perm
2138,00	-	2184,20	karbon

W otworze przebadano poziomy zbiornikowe w utworach triasu dolnego i permu. W osadach dolnotriasowych przebadano horyzont wodonośny w interwale 1474-1540,8 m, wykształcony w postaci piaskowców i iłowców, z których uzyskano niewielki przypływ wody. W otworze przebadano dwa poziomy zbiornikowe w utworach permu. W osadach permskich przebadano horyzont wodonośny w interwale 1938-2005,7 m. Poziom wodonośny wykształcony jest w postaci piaskowców i dolomitów, z których uzyskano przypływ wody w ilości około 6,5 m^3/h o mineralizacji 17,5 %.

Otwór Wieluń 3

Otwór został wykonany w 1968 r. do głębokości 3201 m, zakończony w utworach karbonu. Uzyskany profil stratygraficzny przedstawia się następująco:

Głębokość od-do [m]			**Stratygrafia**
0,00	-	48,00	czwartorzęd
48,00	-	141,00	jura górna
141,00	-	155,00	kelowej
155,00	-	215,00	baton
215,00	-	358,00	bajos górny
358,00	-	404,00	bajos dolny

404,00	-	439,00	toark górny
439,00	-	496,00	toark dolny
496,00	-	598,00	pliensbach - hetang
598,00	-	650,00	retyk [alpejski]
650,00	-	910,00	noryk
910,00	-	1 211,00	karnik
1 211,00	-	1 484,00	trias środkowy
1 484,00	-	1 990,00	trias dolny
1 990,00	-	2 182,00	perm górny
2 182,00	-	2 186,00	perm
2 186,00	-	3 201,00	karbon

W otworze przebadano poziom zbiornikowy w utworach permu w interwale 2165-2185 m. Poziom wodonośny wykształcony jest w postaci piaskowców, z których uzyskano przypływ wody Cl-Na-Ca-Fe, I w ilości dochodzącej do 1 m^3/h o mineralizacji 25,5 %.

Otwór Wieluń 4

Otwór został wykonany w 1979 r. do głębokości 2227 m, zakończony w utworach karbonu. Uzyskany profil stratygraficzny przedstawia się następująco:

Głębokość od-do [m]			**Stratygrafia**
0,00	-	109,00	czwartorzęd
109,00	-	320,00	jura środkowa - jura dolna
320,00	-	745,00	retyk [alpejski] - noryk
745,00	-	1 079,00	karnik
1 079,00	-	1 381,00	trias środkowy
1 381,00	-	1 949,00	trias dolny
1 949,00	-	2 163,50	perm górny
2 163,50	-	2 175,00	perm
2 175,00	-	2 227,00	karbon

W otworze przebadano dwa poziomy zbiornikowe w utworach permu. Poziom wodonośny w interwale 1942,4-1972,2 m wykształcony jest w postaci piaskowców, z których uzyskano przypływ wody dochodzący do 1 m^3/h o mineralizacji około 20 %. W interwale 2083,1-2128,4 m poziom wodonośny wykształcony jest w postaci permskich piaskowców, z których uzyskano przypływ wody w ilości 22 m^3/h o mineralizacji przekraczającej 25 %.

Otwór Wieluń 5

Otwór został wykonany w 1970 r. do głębokości 2250 m, zakończony w utworach karbonu. Uzyskany profil stratygraficzny przedstawia się następująco:

Głębokość od-do [m]			Stratygrafia
0,00	-	15,00	czwartorzęd
15,00	-	152,00	paleogen, neogen
152,00	-	329,00	retyk [alpejski] - noryk
329,00	-	645,00	karnik
645,00	-	959,00	trias środkowy
959,00	-	1 720,00	trias dolny
1 720,00	-	2 134,00	perm górny
2 134,00	-	2 137,50	perm
2 137,50	-	2 250,00	karbon

W otworze przebadano trzy poziomy zbiornikowe w utworach permu. Poziom wodonośny w interwale 1790-1854,7 m wykształcony jest w postaci dolomitów, z których uzyskano przypływ wody Cl-Na w ilości dochodzącej do 14 m^3/h o mineralizacji około 18 %. W interwale 2032,6-2052 m poziom wodonośny wykształcony jest w postaci wapieni, z których uzyskano przypływ wody Cl-Na w ilości 22 m^3/h o mineralizacji około 15 %. W interwale 2056,8-2172,6 m poziom wodonośny wykształcony jest w postaci dolomitów i piaskowców, z których uzyskano przypływ wody Cl-Na, I w ilości około 0,8 m^3/h o mineralizacji dochodzącej do 10 %.

Otwór Wieluń 6

Otwór został wykonany w 1968 r. do głębokości 3073 m, zakończony w utworach permu. Uzyskany profil stratygraficzny przedstawia się następująco:

Głębokość od-do [m]			Stratygrafia
0,00	-	45,00	czwartorzęd
45,00	-	120,00	paleogen, neogen
120,00	-	390,00	oksford
390,00	-	405,00	kelowej
405,00	-	592,00	baton
592,00	-	662,50	bajos górny
662,50	-	713,00	bajos dolny
713,00	-	740,00	toark górny
740,00	-	828,00	toark dolny
828,00	-	928,00	pliensbach - hetang
928,00	-	952,00	retyk [alpejski]
952,00	-	1 284,00	noryk
1 284,00	-	1 492,00	karnik
1 492,00	-	1 822,00	trias środkowy
1 822,00	-	2 577,50	trias dolny
2 577,50	-	2 995,00	perm górny
2 995,00	-	3 073,00	perm

W otworze przebadano poziom zbiornikowy w utworach triasu dolnego w interwale 1995-2002 m. Poziom wodonośny wykształcony jest w postaci piaskowców, z których uzyskano przypływ wody Cl-Na-Ca, Fe, I w ilości dochodzącej do 1 m^3/h o mineralizacji 32,5 %.

Otwór Wieluń 8

Otwór został wykonany w 1970 r. do głębokości 2135 m, zakończony w utworach permu. Uzyskany profil stratygraficzny przedstawia się następująco:

Głębokość od-do [m]			**Stratygrafia**
0,00	-	40,00	czwartorzęd
40,00	-	370,00	retyk [alpejski] - noryk
370,00	-	1 070,00	trias górny
1 070,00	-	1 358,00	trias środkowy
1 358,00	-	1 915,00	trias dolny
1 915,00	-	2 135,00	perm górny

W otworze przebadano poziom zbiornikowy w utworach permu w interwale 1923-1958 m. Poziom wodonośny wykształcony jest w postaci dolomitów, z których uzyskano przypływ wody w ilości około 8,5 m^3/h o mineralizacji przekraczającej 16,5 %.

Otwór Biała 2

Otwór został wykonany w 1971 r. do głębokości 2110,5 m, zakończony w utworach karbonu. Uzyskany profil stratygraficzny przedstawia się następująco:

Głębokość od-do [m]			**Stratygrafia**
0,00	-	45,00	czwartorzęd
45,00	-	262,00	jura
262,00	-	1 863,00	trias
1 863,00	-	2 091,00	perm
2 091,00	-	2 110,00	karbon

W otworze przebadano dwa poziomy zbiornikowe w utworach permu. Poziom wodonośny w interwale 2004-2025,8 m wykształcony jest w postaci dolomitów, z których uzyskano przypływ wody Cl-Na w ilości 2 m^3/h o mineralizacji około 17 %. W interwale 2020,3-2071 m poziom wodonośny wykształcony jest w postaci permskich dolomitów, z których uzyskano przypływ wody Cl-Na w ilości dochodzącej do 1,5 m^3/h o mineralizacji przekraczającej 21 %.

Otwór Biała 3

Otwór został wykonany w 1971 r. do głębokości 2143,0 m, zakończony w utworach karbonu. Uzyskany profil stratygraficzny przedstawia się następująco:

Głębokość od-do [m]			**Stratygrafia**
0,00	-	30,00	czwartorzęd
30,00	-	117,00	bajos górny
117,00	-	169,00	bajos dolny
169,00	-	190,00	toark górny
190,00	-	244,50	toark dolny
244,50	-	365,00	pliensbach
365,00	-	401,00	synemur - hetang
401,00	-	440,50	retyk [alpejski]
440,50	-	690,00	noryk
690,00	-	983,00	karnik
983,00	-	1 282,00	trias środkowy
1 282,00	-	1 865,00	trias dolny
1 865,00	-	2 102,00	perm górny
2 102,00	-	2 107,00	perm
2 107,00	-	2 143,00	karbon

W otworze przebadano poziom zbiornikowy w utworach permu w interwale 2000-2030,3 m. Poziom wodonośny wykształcony jest w postaci dolomitów, z których uzyskano przypływ wody Cl-Na, I w ilości 8 m^3/h o mineralizacji 25 %. Temperatura na wypływie wyniosła 79°C.

Otwór Biała 5

Otwór został wykonany w 1970 r. do głębokości 2149,0 m, zakończony w utworach karbonu. Uzyskany profil stratygraficzny przedstawia się następująco:

Głębokość od-do [m]			**Stratygrafia**
0,00	-	30,00	czwartorzęd
30,00	-	50,00	trzeciorzęd
50,00	-	388,50	jura
388,50	-	1 832,00	trias
1 832,00	-	2 090,00	perm
2 090,00	-	2 149,00	karbon

W otworze przebadano dwa poziomy zbiornikowe w utworach permu. Poziom wodonośny w interwale 1983-1998 m wykształcony jest w postaci wapieni z anhydrytami, z których uzyskano przypływ wody Cl-Na w ilości niewiele przekraczającej 1 m^3/h o mineralizacji 26 %. W interwale 2045-2067 m poziom wodonośny wykształcony jest w postaci permskich

wapieni i piaskowców, z których uzyskano przypływ wody Cl-Na-Ca, I w ilości 0,1 m^3/h o mineralizacji 25,5 %.

4. Budowa geologiczna

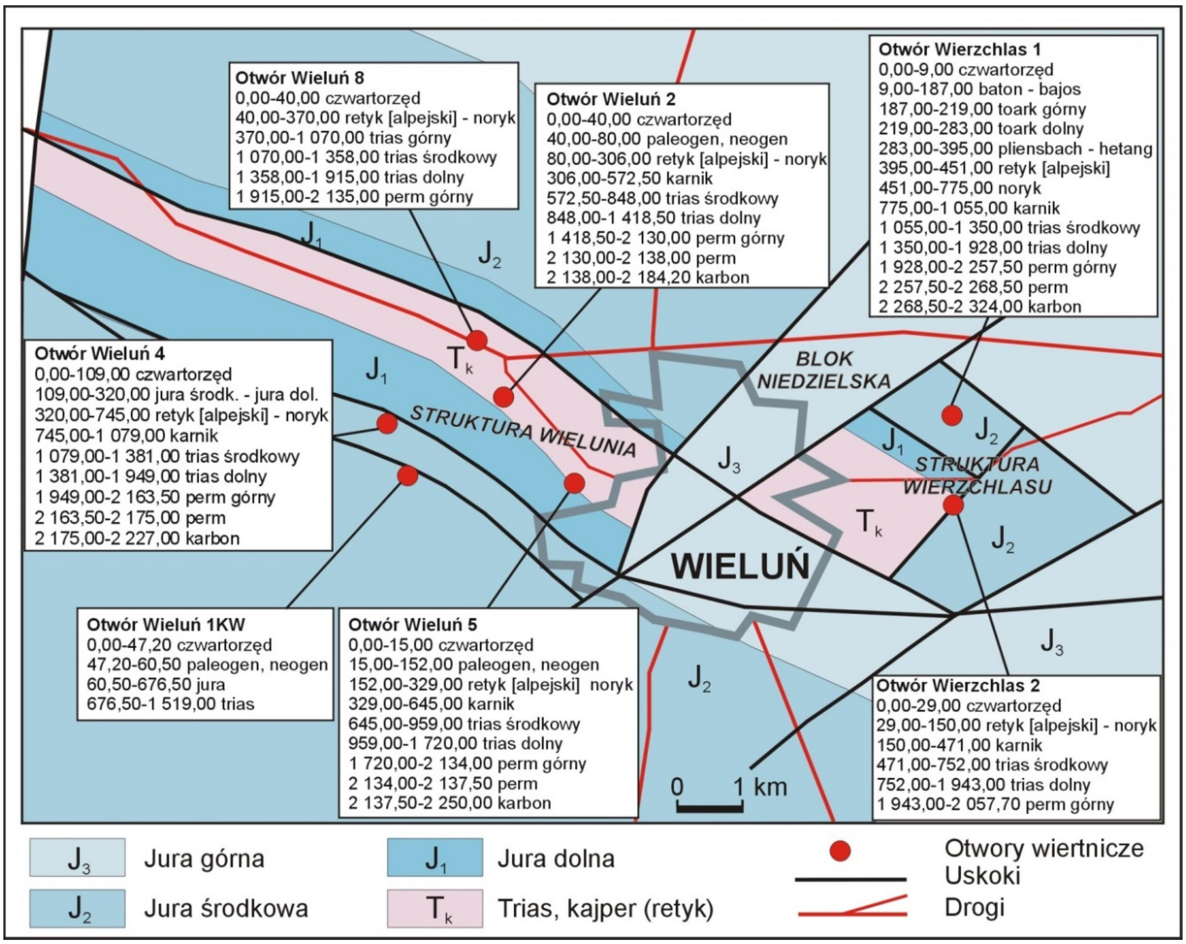
4.1. Stratygrafia i litologia

Rozdział o budowie geologicznej rejonu Wielunia opracowano na podstawie dostępnej literatury oraz danych z otworów wiertniczych, zgromadzonych w CBDG. W rejonie Wielunia odwiercono kilka głębokich otworów wiertniczych osiągających ponad 2000 m (Rysunek 2).

Najbliżej samego miasta Wielunia znajdują się następujące otwory wiertnicze: Wieluń 2, 4, 5 i 8, Wieluń 1KW, oraz Wierzchlas 1 i 2 (Rysunek 3). Informacje o geologii rejonu oparto na danych z tych wierceń. Dla jury dodatkowo wykorzystano dane z otworów Wierzchlas 3 i Wieluń 3 zlokalizowanych w nieco większej odległości od miasta, na wschód od Wielunia. Szczegółowe informacje geologiczne dotyczące regionu Wielunia oraz strefy Kalisz – Częstochowa w obrębie monokliny przedsudeckiej znaleźć można w pracach Deczkowskiego (1963, 1976, 1977) oraz Dziedzic i in. (2004).

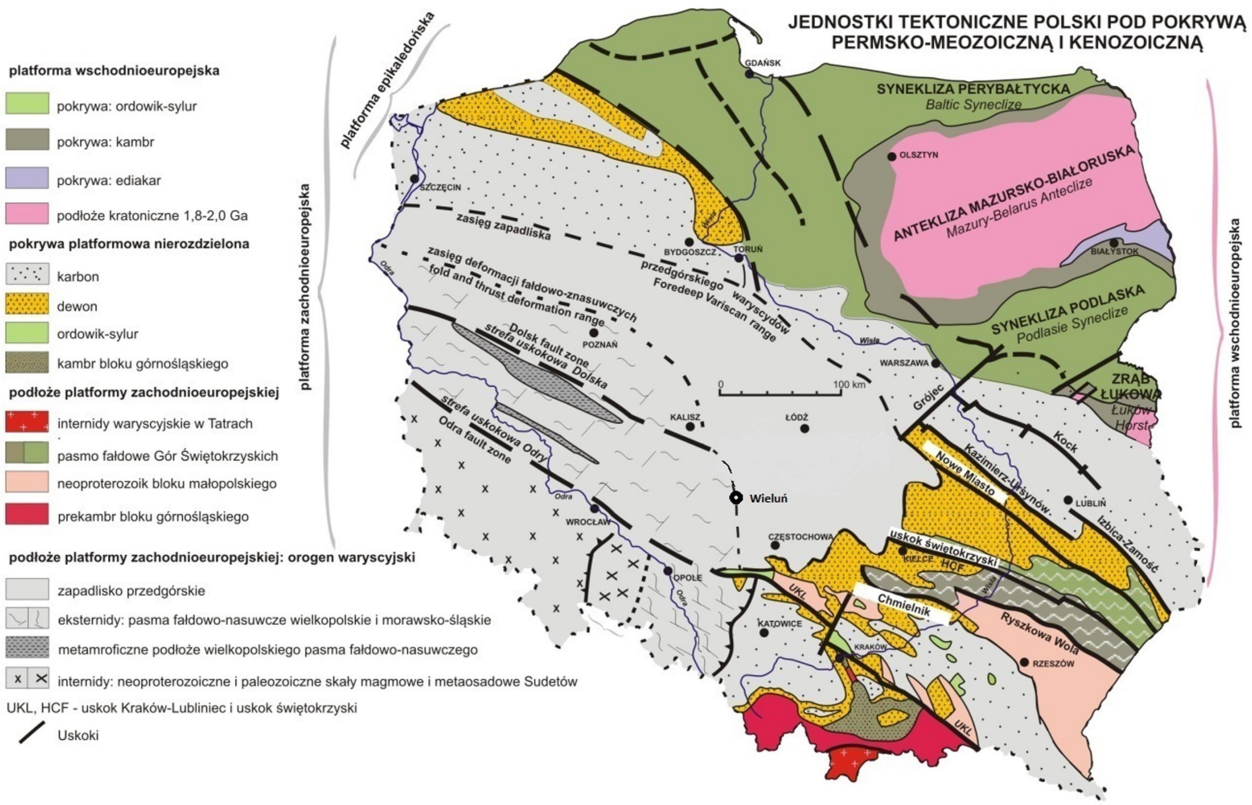
Najstarsze utwory, do których dowiercono się otworami są wieku karbońskiego. Największą głębokość osiągnięto w otworach Wieluń 3 (3201,0 m – karbon), Wierzchlas 3 (2342,0 m – karbon) i Wierzchlas 1 (2324,0 m – karbon).

Rysunek 2. Szkic lokalizacji głębokich otworów wiertniczych wykorzystanych do opracowania rozdziału Budowa geologiczna (podkład: Mapy Google)



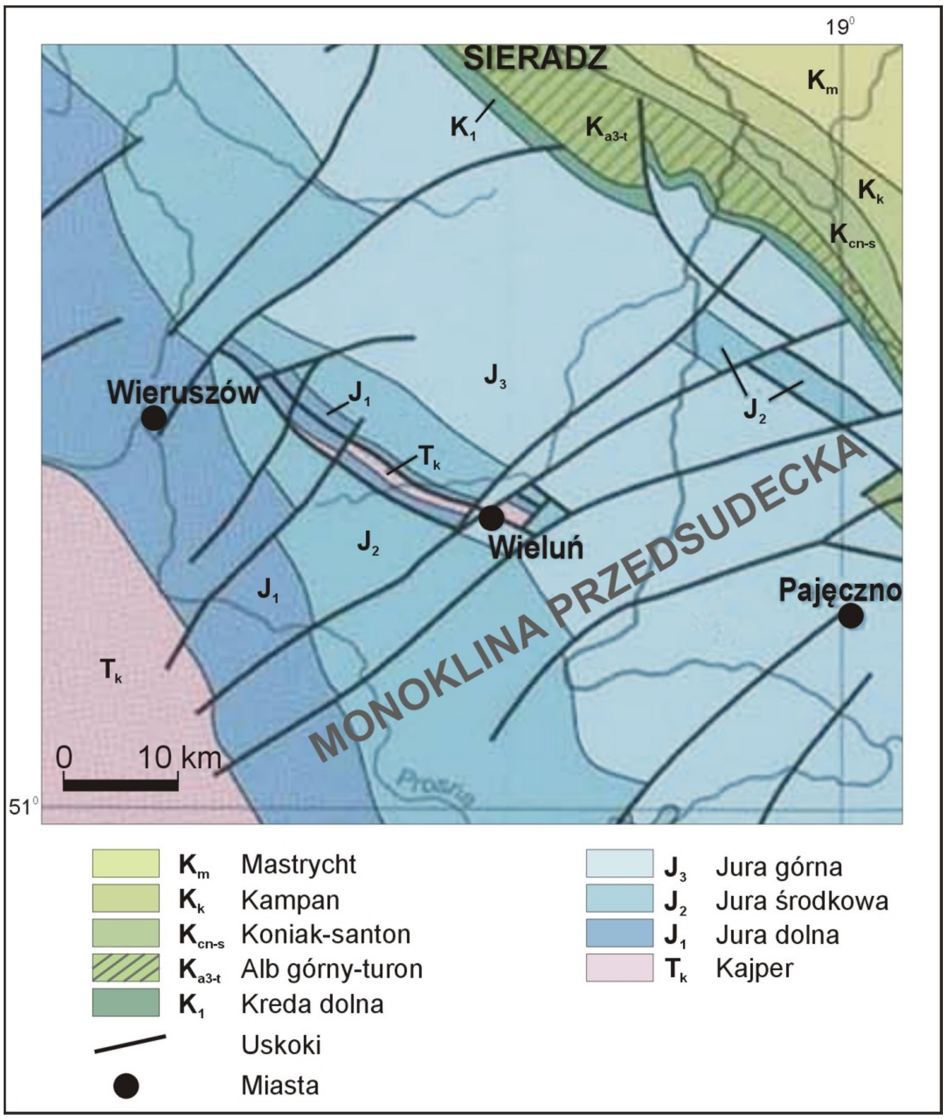
Rysunek 3. Szkic lokalizacji głębokich otworów wiertniczych w rejonie Wielunia wraz z podstawową chronostratygrafią (źródło:CBDG, 1997, 2008) oraz geologią podkenozoiczną struktury tektonicznej Wielunia-Wierzchlasu (na podstawie Deczkowskiego 1977 i Dadleza i in.)

W podpermskim planie strukturalnym rejon Wielunia znajduje się na platformie zachodnioeuropejskiej, na styku zapadliska przedgórskiego waryscydów z ich strefą fałdową (Żelaźniewicz i in., 2011; Rysunek 4).



Rysunek 4. Lokalizacja Wielunia na tle mapy jednostek tektonicznych pod pokrywą permsko-mezozoiczną i kenozoiczną (wg Zelaźniewicza i in., 2011)

W planie permsko-mezozoicznym, obszar ten znajduje się w obrębie monokliny przedsudeckiej (Rysunek 5). Znaczną część obszaru przykrywają osady czwartorzędowe, spod których miejscami wychodzą utwory mioceńskie i jurajskie.

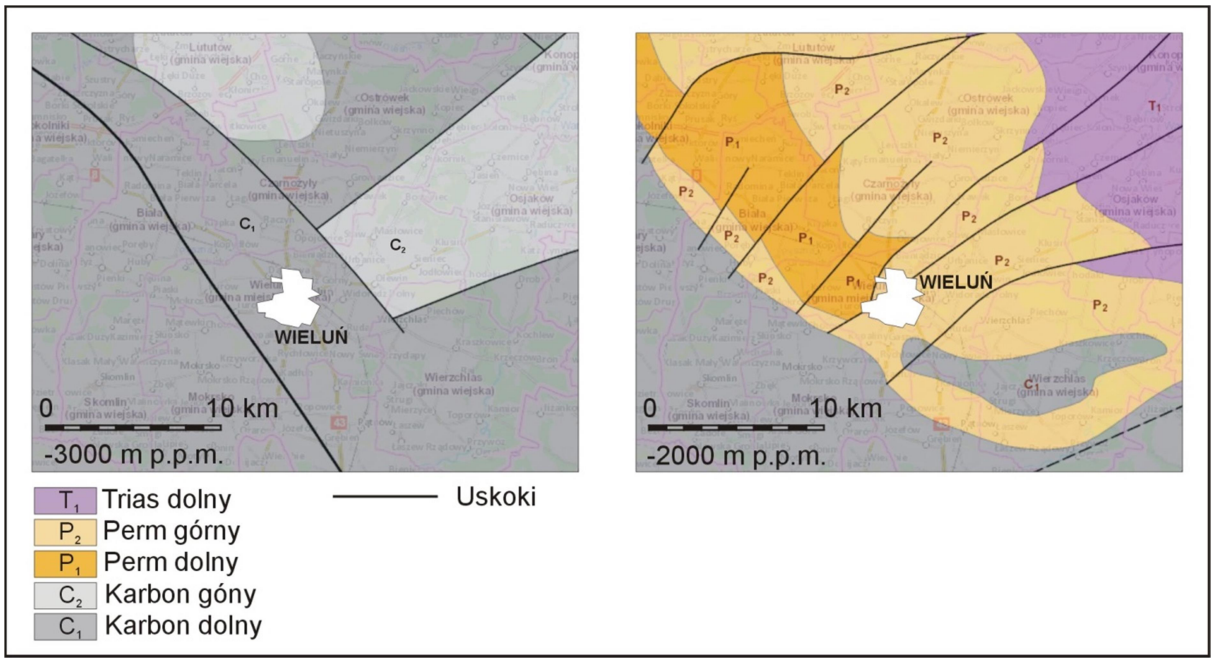


Rysunek 5. Fragment mapy geologicznej Polski bez utworów kenozoiku (wg Dadleza i in., 2000)

Karbon

Ponieważ kompleks karboński nie został przebity w żadnym otworze, jego miąższość i pełne wykształcenie litologiczne nie są znane. Największą miąższość utworów karbonu stwierdzono w otworze Wieluń 3 (1015,0 m, na głębokości od 2186,0 do 3201,0 m p.p.t.), ale ich spągu nie osiągnięto. Poniżej sukcesji karbońskiej prawdopodobnie występuje kompleks dewoński. Mapy ścięcia poziomego (Kotański red., 1997) pokazują na omawianym obszarze:

- dla poziomu -5000 m p.p.m. - kompleks dewońsko-kambryjski na SW od Wielunia i kompleks dolnokarboński na NE od Wielunia,
- dla poziomu -4000 m p.p.m. – kompleks dolnokarboński,
- dla poziomu -3000 m p.p.m. – kompleks dolnokarboński, a na NE od Wielunia kompleks górnokarboński (Rysunek 6).



Rysunek 6. Fragmenty map ścięcia poziomego dla poziomów -3000 m p.p.m. i -2000 m p.p.m. w rejonie Wielunia (wg Kotańskiego red., 1997)

Utwory karbonu są reprezentowane przez szare piaskowce, piaskowce szarogłazowe, mułowce a także iłowce/łupki ilaste (kulm) wizenu i namuru (Deczkowski, 1977; Wierzchowska-Kicułowa, 1984). Wierzchowska-Kicułowa (1984) stwierdza też, że na północno-wschodnim skłonie wschodniej części monokliny przedsudeckiej na starszym karbonie leżą niezgodnie utwory westfalu o miąższości od kilku do ponad 100 m. Seria ta zbudowana jest z piaskowców czerwonowiśniowych i czerwonobrunatnych, przeważnie różnoziarnistych, miejscami zlepieńcowatych.

W trakcie ruchów waryscyjskich osady karbonu zostały sfałdowane (Deczkowski, 1977) i zuskokowane, a w rdzeniach wiertniczych obserwuje się liczne zlustrowania i spękania. Wierzchowska-Kicułowa (1984) podkreśla również, że *„na obszarze od Rawicza przez Krotoszyn-Ostrzeszów-Złoczew i dalej ku południowemu wschodowi* [kolejne fazy orogeniczne] *zaznaczyły się intensywniejszymi odkształceniami warstw wizenu i namuru, o czym świadczą zmienne i strome ich upady*". Osady karbonu były również silnie deformowane w postwaryscyjskich etapach ruchów tektonicznych.

Perm

Utwory permu występują we wszystkich otworach wiertniczych okolic Wielunia. Ich miąższość jest zróżnicowana i osiąga maksymalnie 719,5 m w otworze Wieluń 2. W otworach Wierzchlas 2 i Wieluń 8 nie przebito permu, a wiercenia zakończono w cechsztynie. Spąg permu

znajduje się na głębokościach od 2137,5 m p.p.t. (w otworze Wieluń 5) do 2268,5 m p.p.t. (otwór Wierzchlas 1) (Rysunek 2).

Grupa czerwonego spągowca, czerwony spągowiec górny

Czerwony spągowiec reprezentowany jest przez skały osadowe piaskowcowo-zlepieńcowe. Według Deczkowskiego (1977): *„W północnej części obszaru kalisko-częstochowskiego utwory czerwonego spągowca spoczywają na sfałdowanym karbonie dolnym, a przykryte są osadami cechsztynu. (…) Dolna granica jest jednoznaczna ze względu na istniejącą dyskordancję kątową i stratygraficzną, natomiast górna granica przebiega w spągu czarnych łupków ilastych Werry (PZ1). W profilach z okolicy Wielunia, Białej, Brąszewic i Klonowej wapienie i łupki ilaste Werry są podścielone warstwami szarych piaskowców zlepieńcowych*".

W czasie transgresji morza cechsztyńskiego skały czerwonego spągowca mogły na tym obszarze ulec przerobieniu i redepozycji. W rejonie Wielunia utwory te mają małe miąższości. Generalnie, cienieją one wyraźnie od północy ku południowemu zachodowi, gdzie mają znacznie zredukowaną miąższość lub całkowicie zanikają. Wykazują one też dość znaczne różnice miąższości i wykształcenia litologicznego.

Interpretowane miąższości utworów grupy czerwonego spągowca w poszczególnych otworach rejonu Wielunia są następujące: Wieluń 4 – 11,5 m, Wierzchlas 1 – 11,0 m, Wieluń 2 – 8,0 m, i Wieluń 5 – 3,5 m.

Cechsztyn

W rejonie Wielunia osady cechsztynu (PZ) reprezentowane są przez cyklotemy Werra (Z1), Stassfurt (Z2), Leine (Z3) i stropową serię terygeniczną PZt.

Cyklotem Z1 (Werra)

Na zlepieńcach czerwonego spągowca spoczywa około dwumetrowa warstwa iłowca lub łupku ilastego czarnoszarego, którą określa się powszechnie nazwą łupków miedzionośnych. Warstwa łupków ilastych werry stanowi ogniwo przejściowe do sedymentacji osadów węglanowych, które w tym rejonie charakteryzują się znaczną miąższością, na ogół kilkudziesięciu metrów. Są to szare i beżowe wapienie masywne ze skupieniami anhydrytu i przewarstwieniami margli, lokalnie dolomitycznych. Wyżej występują szarobrunatne dolomity smugowane iłowcem. Ponad serią węglanową występuje kompleks anhydrytowo-solny o miąższości przekraczającej nawet 150 m.

Cyklotem Z2 (Stassfurt)

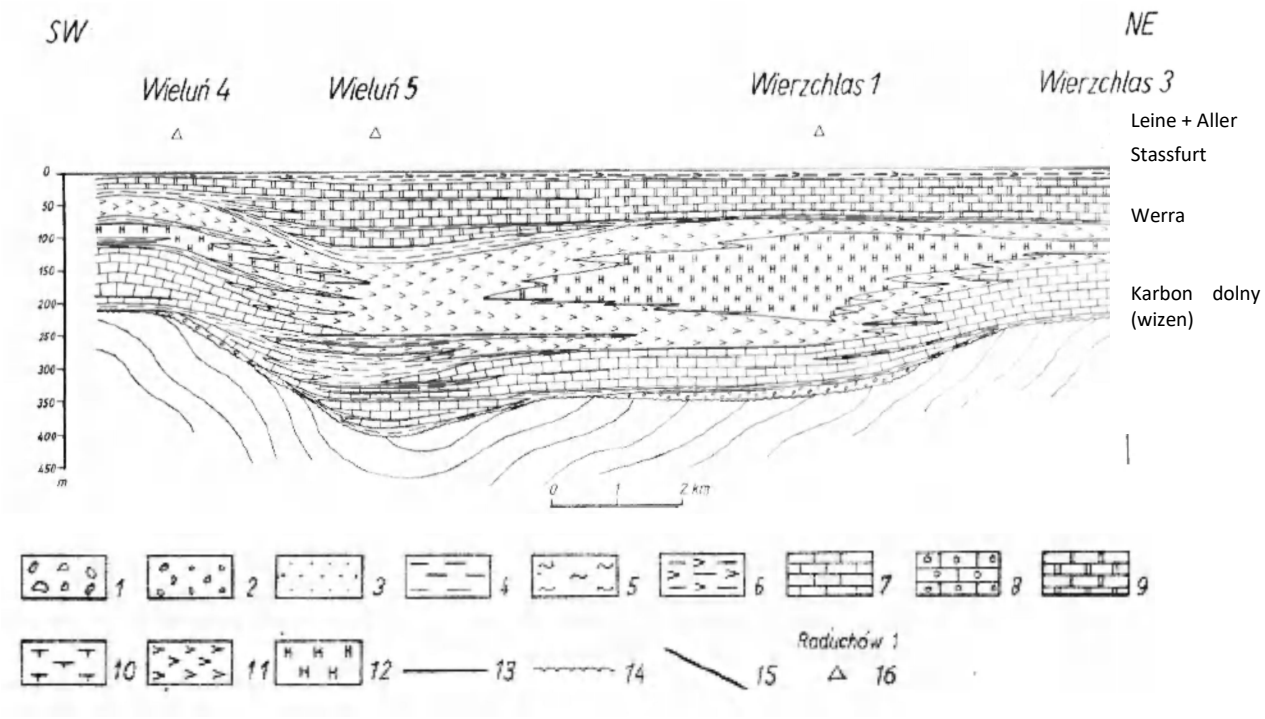
W obrębie tego cyklotemu występuje dolomit główny (z łupkiem cuchnącym w spągu) i anhydryt podstawowy (tego drugiego brak w otworach Wieluń 4 i 8). Miąższości tego cyklotemu wahają się od 17,0 m (Wieluń 8) do 63,5 m (Wierzchlas 1).

Cyklotem Z3 (Leine)

Cyklotem ten, o miąższości 21,0 m, stwierdzono tylko w otworze Wieluń 8. Występuje tu szary ił solny (zielonoszare iłowce) oraz dolomit płytowy (beżowe dolomity).

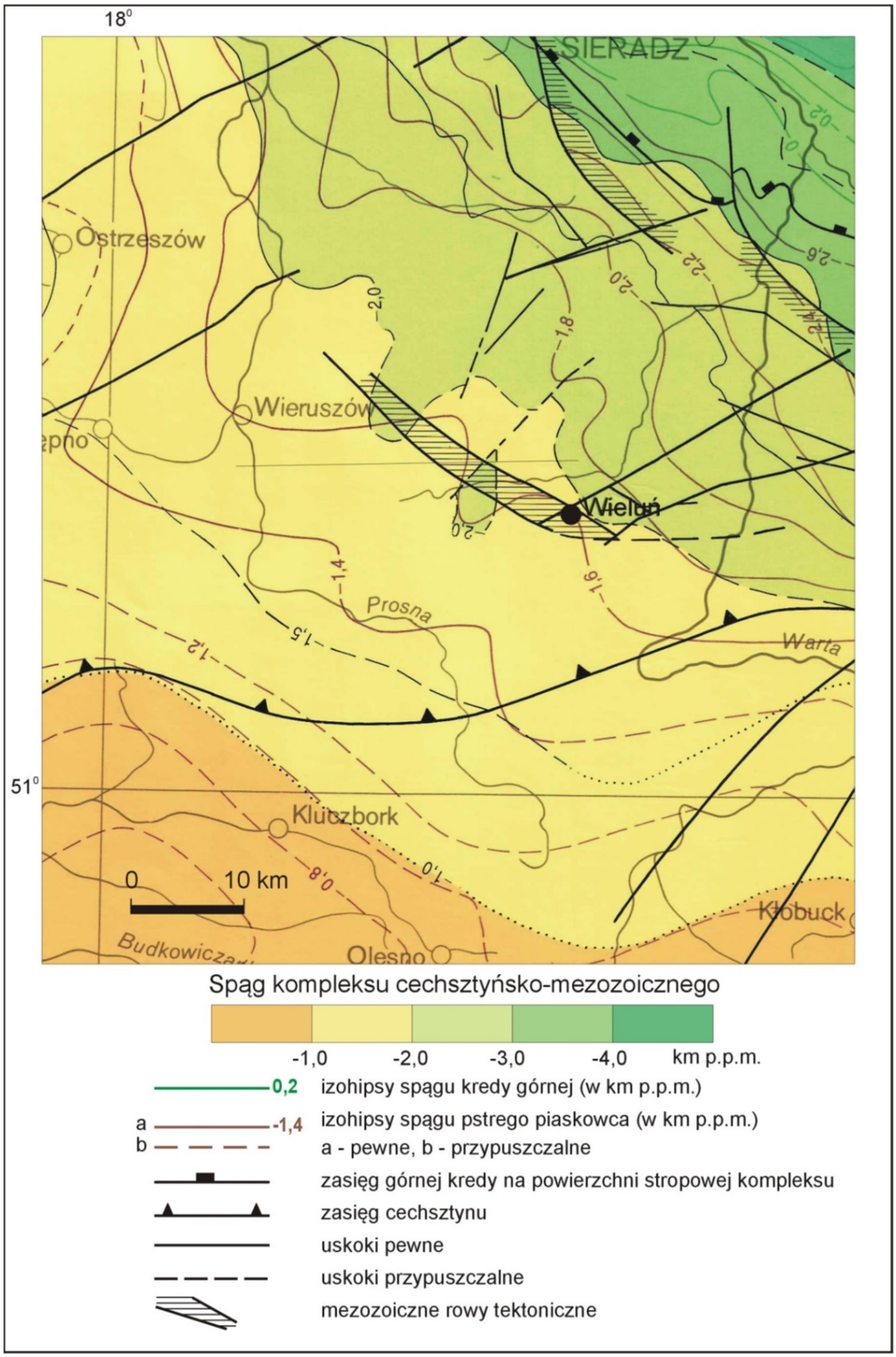
Stropowa seria terygeniczna (PZt) ma miąższość od 5,0 m (Wieluń 8) do 20,0 m (Wieluń 5). Reprezentowana jest przez szarozielone i czerwonobrunatne piaskowce i iłowce z anhydrytami.

Skały węglanowe permu: wapień cechsztyński Ca1 oraz dolomit główny Ca2, mają znaczenie z punktu widzenia poszukiwania złóż węglowodorów. Przekrój litofacjalny przez utwory permu w rejonie Wielunia przedstawiony został na rysunku 7.



Rysunek 7. Przekrój litofacjalny utworów permu w rejonie Wieluń-Wierzchlas (wg Deczkowskiego, 1977, fig.6)

1 – zlepieńce złożone głównie ze skał efuzywnych; 2 - zlepieńce złożone głównie z otoczaków skał osadowych; 3 – piaskowce; 4 – iły, łupki i i łowce; 5 – mułowce; 6 – iły z gniazdami anhydrytów; 7 – wapienie; 8 – wapienie oolitowe; 9 – dolomity; 10 – margle; 11 – anhydryty; 12 – sole; 13 – granice stratygraficzne; 14 – granice erozyjne; 15 – uskoki; 16 – otwory wiertnicze



Rysunek 8. Fragment mapy tektonicznej kompleksu cechsztyńsko-mezozoicznego na Niżu Polskim (wg Dadleza red., 1998)

Trias

Również utwory triasu stwierdzono we wszystkich otworach wiertniczych okolic Wielunia. Cały trias osiąga tu miąższość od 1338,5 m (Wieluń 2) do 1914,0 m (Wierzchlas 2). Spąg utworów triasu (pstrego piaskowca) występuje na głębokości od 1418,5 m p.p.t. w otworze Wieluń 2 do 1949,0 m p.p.t. w otworze Wieluń 4 (por. rysunek 8 z izohipsami odniesionymi do poziomu morza).

Trias dolny

Profil triasu rozpoczyna się *pstrym piaskowcem dolnym*, wykształconym jako pstre mułowce i iłowce oraz podrzędnie piaskowce. *Pstry piaskowiec środkowy* w niektórych profilach jest podzielony na część dolną – *formację pomorską*, z przewagą mułowców i iłowców oraz podrzędnym udziałem wapieni i piaskowców, oraz część górną – *formację połczyńską,* z większym udziałem piaskowców. *Ret* jest reprezentowany przez iłowce dolomityczne, szaro-beżowe margle i wapienie, oraz utwory iłowcowo-mułowcowe z anhydrytami. Miąższość triasu dolnego wynosi od 557,0 m w otworze Wieluń 8 i osiąga aż 1191,0 m w wierceniu Wierzchlas 2.

Trias środkowy odpowiada wapieniowi muszlowemu, który dzieli się od dołu na:

- *wapień muszlowy dolny*, prezentowany w większości otworów wiertniczych przez:
  - *warstwy margliste* (ciemnoszare iłowce, wapienie margliste i wapienie przeławicone iłowcami wapnistymi),
  - *warstwy faliste* (wapienie, wapienie margliste i iłowce),
  - *warstwy piankowe* (wapienie, wapienie margliste laminowane marglem i iłowcem o teksturze gruzłowej),
- *wapień muszlowy środkowy* (iłowce dolomityczne i margle dolomityczne z anhydrytem)
- *wapień muszlowy górny*, podzielony w otworze Wieluń 5 dodatkowo na *warstwy glaukonitowe* i *warstwy ceratytowe* (wapienie z wkładkami iłowców).

Profil triasu środkowego kończą *warstwy sulechowskie* reprezentowane przez szare iłowce dolomityczne, przechodzące ku stropowi w iłowce i mułowce pstre. Miąższość triasu środkowego jest stosunkowo wyrównana i waha się od 275,5 m w otworze Wieluń 2 do 314,0 m w wierceniu Wieluń 5.

Trias górny w rejonie Wielunia rozpoczynają *warstwy gipsowe dolne* zaliczane do karniku na podstawie badań palinostratygraficznych (Fijałkowska-Mader, 2013). Są to szare, ciemnopopielate, niekiedy wiśniowe iłowce margliste i dolomityczne laminowane, sporadycznie z soczewkami gipsu. Wyżej zalega *piaskowiec trzcinowy* w postaci skał iłowcowo-mułowcowych, podrzędnie piaszczystych. *Warstwy gipsowe górne* karniku są również zdominowane przez

iłowce z podrzędnym udziałem piaskowców i anhydrytów. Profil triasu górnego kończą utwory noryku i retyku, w obrębie których w większości otworów wyróżniane są kolejno (od spągu) *warstwy jarkowskie*, *zbąszyneckie* i *wielichowskie*. Są to na ogół litologicznie monotonne skały mułowcowo-ilaste, przeważnie barwy brunatno-czerwonej, często z zielonkawymi odbarwieniami, co może wskazywać na obecność gleb kopalnych. W górnej części profilu zaczynają przeważać szare piaskowce z kaolinem i sieczką roślinną. Trias górny na omawianym obszarze wykazuje się wyraźnie zróżnicowaną miąższością – od 442,0 m w otworze Wierzchlas 2 do 1030,0 m w otworze Wieluń 8. Może mieć to związek zarówno z procesami erozji starokimeryjskiej, jak i tektoniką synsedymentacyjną połączoną z procesami halokinetycznymi w strefie struktury tektonicznej Wielunia, której aktywność rozpoczęła się w późnym (a może nawet już w środkowym) triasie.

Jura

Jurę stwierdzono w rejonie Wielunia w otworach Wierzchlas 1 i Wieluń 4 (o miąższościach odpowiednio 386,0 i 211,0 m), oraz w otworach położonych nieco dalej na wschód: Wierzchlas 3 i Wieluń 3 (o miąższościach odpowiednio 533,0 i 550,0 m). W pozostałych wierceniach utwory kenozoiku spoczywają bezpośrednio na triasie górnym i jura jest w nich nieobecna. Spąg utworów jury występuje na następujących głębokościach: Wierzchlas 1 – 395,0 m p.p.t., Wieluń 4 – 320,0 m p.p.t., Wierzchlas 3 – 555,0 m p.p.t., Wieluń 3 – 598,0 m p.p.t.

Jura dolna w otworze Wierzchlas 1 ma miąższość 395,0 m, natomiast w otworze Wieluń 4 - 211,0 m i jest tu prawdopodobnie nierozdzielona z jurą środkową o niewielkiej miąższości, a profil jury jest bezpośrednio przykryty czwartorzędem. W otworach Wierzchlas 3 i Wieluń 3 (zlokalizowanych nieco dalej na wschód od Wielunia) jura dolna osiąga miąższości odpowiednio 190,0 m i 194,0 m.

W rejonie Wielunia jura dolna ma pełny profil od hetangu po górny toark. Hetang i synemur są wykształcone jako iłowce ciemnoszare i zielonkawoszare z wkładkami słabo wysortowanych piaskowców drobnoziarnistych, rzadko zlepieńców, genezy rzecznej, zaliczone do *formacji zagajskiej* (Pieńkowski, 2004). Pojawiają się też szczątki roślin i wkładki węgli. Pliensbach reprezentują piaskowce, niekiedy skośnie warstwowane, a podrzędnie iłowce i heterolity z licznymi szczątkami roślin, zaliczone do *formacji blanowickiej*. Spotyka się w nich cienkie wkładki węgla i warstwy z rizoidami (Deczkowski, 1977). Genezę tych utworów Pieńkowski (2004) wiąże ze środowiskiem deltowo-aluwialnym, lokalnie marginalnomorskim. Dolny toark (*formacja ciechocińska*) budują szarozielone heterolity i iłowce z przeławiceniami mułowców i skośnie warstwowanych drobnoziarnistych piaskowców, deponowanych w środowisku zatoki brakicznej (*op. cit*). Górny toark (*formacja borucicka*) jest wykształcony jako

drobno-, średnio- i gruboziarniste, skośnie warstwowane rzeczne piaskowce, miejscami z przeławiceniami iłowców i licznymi szczątkami roślin.

Jurę środkową stwierdzono w otworach Wierzchlas 1 (bajos-baton, 178,0 m), Wieluń 4 (nierozdzielona z jurą dolną) oraz Wierzchlas 3 (bajos-kelowej, 190,0 m) i Wieluń 3 (bajos-kelowej, 194,0 m). W regionie wieluńskim profil jury środkowej rozpoczynają *warstwy kościeliskie* dolnego bajosu. Jest to kompleks szarych drobno- i średnioziarnistych piaskowców z wkładkami zielonych piaskowców szamozytowych oraz liczną fauną małży i amonitów (Deczkowski, 1977). Górny bajos wykształcony jest w postaci czarnych i ciemnoszarych iłowców i łupków oraz mułowców i heterolitów, z poziomami i konkrecjami syderytów oraz fauną morską. Baton budują ciemnoszare iłowce i mułowce z obfitą fauną małży i amonitów oraz sieczką roślinną, ku stropowi bardziej piaszczyste, przykryte drobnoziarnistymi piaskowcami. W najwyższym batonie występują iły/iłowce piaszczyste z wkładkami piaskowców drobnoziarnistych, konkrecjami syderytowymi i wkładkami zlepieńca śródformacyjnego, a powyżej słabo spoiste szare piaskowce drobnoziarniste z przewarstwieniami zielonych piaskowców chlorytowych, konkrecjami syderytu oraz ooidami żelazistymi i wkładkami wapieni piaszczystych. W stropowej części pojawiają się margle i wapienie krynoidowe. Kelowej dolny, o miąższości zaledwie kilku metrów, tworzą zielone piaskowce drobnoziarniste przechodzące w szare piaskowce wapniste i dolomityczne z przerostami krzemieni, w stropie z warstwą margla z liczną fauną. Kelowej środkowy i górny to poziom kondensacji stratygraficznej, tzw. warstwa bulasta o miąższości około 0,3 m, reprezentowana przez margiel piaszczysty przepełniony fauną, z konkrecjami marglisto-ilastymi i wapienno-fosforanowymi.

Jura górna rozpoznana została w otworach Wierzchlas 3 i Wieluń 3, ma miąższości odpowiednio 58,0 m i 93,0 m, i jest w nich bezpośrednio przykryta utworami czwartorzędu. Reeprezentowana jest przez oksford wykształcony jako wapienie skaliste białobeżowe i białe, miejscami detrytyczne i organodetrytyczne, a podrzędnie jako wapienie margliste i jasnoszare margle oraz wapienie oolitowe (Deczkowski, 1977). Występują w nich czarne krzemienie oraz fauna małży i szkarłupni. Wyższych pięter jury górnej oraz całej kredy na omawianym obszarze nie stwierdzono.

Kenozoik

Utwory paleogenu i neogenu występują wyłącznie w otworach Wieluń 2 i 5 znajdujących się w obrębie struktury tektonicznej Wielunia. Pełny profil kenozoiku, a zwłaszcza paleogen i neogen, został rozpoznany w rowie Złoczewa w trakcie dokumentowania złoża węgla brunatnego Złoczew (na północ od Wielunia). Borowicz i in. (2007) wyróżnili tam następujące kompleksy:

- paleogen – kompleks podwęglowy iłów, mułków i piasków;
- miocen – kompleks węglowy i ilasto-węglowy (pokłady węgla przedzielone warstwami płonnych iłów, mułków, piasków, gytii i kredy jeziornej);
- górny miocen i pliocen – kompleks nadwęglowy osadów piaszczysto-ilastych.

W rejonie Wielunia paleogen i neogen jest wykształcony głównie jako iły, mułki, piaski, żwiry oraz gliny zwietrzelinowe. W wierceniach spotykane są także wkładki węgli brunatnych o niewielkiej miąższości (Dziedzic i in., 2004). Paleogen i neogen łącznie osiągają miąższość do 137,0 m w otworze Wieluń 5.

Utwory plejstocenu pokrywają większość obszaru rejonu Wielunia (Marks i in. red., 2006). Są to osady zlodowaceń środkowopolskich, głównie piaski, żwiry, iły i mułki sandrowe i zastoiskowe oraz gliny lodowcowe i gliny zwietrzelinowe występujące na utworach starszego podłoża, które lokalnie odsłaniają się na powierzchni. Najmłodsze osady czwartorzędu to holoceńskie torfy i namuły deponowane w obniżeniach terenu oraz w dolinie rzeki Pysznej, gdzie występują również piaski rzeczne. Miąższość całego czwartorzędu jest rzędu kilkudziesięciu metrów osiągając 109,0 m w otworze Wieluń 4.

4.2. Tektonika

Rejon Wielunia znajduje się na obszarze platformy zachodnioeuropejskiej (paleozoicznej) na styku zapadliska przedgórskiego waryscydów z ich strefą fałdową (Żelaźniewicz i in., 2011). Wyróżnia się tu 3 główne piętra strukturalne (od góry): kenozoiczne, permsko-mezozoiczne (staroalpejskie) i karbońskie (waryscyjskie). Poniżej znajdują się piętra wczesnopaleozoiczne i prekambryjskie, nierozpoznane wierceniami i trudno dostępne do szczegółowych badań metodami geofizycznymi. W podkenozoicznym planie strukturalnym obszar ten leży w obrębie monokliny przedsudeckiej (Aleksandrowski, 2017). W podpermskim planie strukturalnym znajduje się on w obrębie strefy zewnętrznej orogenu waryscyjskiego, reprezentowanej przez wielkopolskie pasmo fałdowe (Aleksandrowski i Buła, 2017).

Kompleks karboński (w obrębie waryscyjskiego piętra strukturalnego) najprawdopodobniej jest pocięty uskokami o kierunkach NW-SE i NE-SW, po części o charakterze nasunięć (Pożaryski i Dembowski, 1983; Kudrewicz, 2007), powstałymi w późnym karbonie w czasie waryscyjskich deformacji fałdowo-nasuwczych. Waryscyjskie piętro strukturalne jest oddzielone od piętra staroalpejskiego (permsko-mezozoicznego) powierzchnią erozyjną, podobnie jak piętro permsko-mezozoiczne od kenozoicznego. W tym drugim przypadku znaczna luka stratygraficzna obejmuje różne ogniwa jury, całą kredę i najniższy paleogen.

Permsko-mezozoiczne piętro strukturalne reprezentują skały osadowe obejmujące interwał stratygraficzny od czerwonego spągowca po górną jurę. W trakcie ewolucji permsko-mezozoicznego piętra strukturalnego na monoklinie przedsudeckiej ważną rolę odgrywały synsedymentacyjne zjawiska halotektoniczne, rozpoczęte w czasie środkowego(?)/późnego triasu. Towarzyszył im rozwój stref uskokowych o charakterze rowów i półrowów tektonicznych oraz prawdopodobnie uaktywnienie stref uskokowych podłoża waryscyjskiego. Powstałe strefy nieciągłości w obrębie piętra permo-mezozoicznego charakteryzują się skomplikowaną budową oraz znacznym przyuskokowym zróżnicowaniem miąższości osadów poszczególnych formacji mezozoicznych. Strefy te zostały reaktywowane w epoce laramijskiej: w późnej kredzie i wczesnym paleogenie (Rowan i Krzywiec, 2014).

Struktura (zrąb) Wielunia-Wierzchlasu

Jedną z takich stref uskokowych powstałych w obrębie piętra permsko-mezozoicznego jest struktura Wielunia-Wierzchlasu (Deczkowski, 1977; Mrozek, 1975), która zaczęła się tworzyć jako struktura rowowa w środkowym(?)/późnym triasie. Rozwijała się ona również w jurze i być może we wczesnej kredzie. W epoce laramijskiej uskoki zostały reaktywowane i wskutek inwersji tektonicznej zachodzącej w późnej kredzie i wczesnym paleogenie na miejscu rowu powstała struktura zrębowa Wielunia-Wierzchlasu o skomplikowanej budowie tektonicznej z systemem uskoków. Obecnie, na NW od Wielunia, na powierzchni podkenozoicznej pośród wychodni jury środkowej wyłaniają się utwory triasu górnego otoczone jurą dolną (Rysunek 3 i 5). W okolicy Wierzchlasu natomiast w obrębie bloku osłoniętego jurą górną pojawiają się utwory triasu górnego oraz jury dolnej i środkowej (Rysunek 3 i 5).

W pracy z roku 1977, Deczkowski szczegółowo charakteryzuję tę strefę, pisząc: *„Otwory wiertnicze wykonane w obrębie struktury Wielunia wskazują, że w północno-wschodniej części tej struktury warstwy zapadają w kierunku północno-wschodnim. Większe kąty upadu warstw, dochodzące miejscami do 60°, stwierdza się tylko w obrębie strefy o silniejszym zaangażowaniu tektonicznym, a w miarę oddalania się w kierunku północno-wschodnim upad warstw nie przekracza 5°. Wskutek kompresji w centralnej części struktury nastąpiło wyciśnięcie bloku w formie klina, a w części południowo--zachodniej warstwy uległy silnemu poddarciu. Normalny ich układ został tu odwrócony, gdyż obecnie zapadają one w kierunku południowo-zachodnim, a więc przeciwnym do nachylenia warstw w całej monoklinie przedsudeckiej. Struktura Wielunia jest poprzecinana uskokami poprzecznymi o biegu SW—NE, które rozczłonowały ją na mniejsze, poprzesuwane w stosunku do siebie elementy. Należy zaznaczyć, że każdy taki element charakteryzuje się nieco odmienną budową wewnętrzną. W powierzchni podkenozoicznej centralnej części struktury blokowej Wielunia występują utwory retyku, a po południowo-*

zachodniej i północno-wschodniej stronie pojawia się jura dolna, a następnie środkowa, co stwarza pozory, że mamy tu do czynienia z antykliną.(…) Między strukturą Wielunia i położoną na wschodzie strukturą Wierzchlasu przebiegają dwa uskoki poprzeczne o kierunku SW—NE, zrzucające zawarty między nimi blok Niedzielska, w którym są zachowane utwory jury górnej. Struktura Wierzchlasu charakteryzuje się dużym stopniem zaburzenia tektonicznego. W południowej jej części, jak wykazał otwór wiertniczy Wierzchlas 2, powtarzają się warstwy retu i wapienia muszlowego. Badania geologiczne wskazują, że ogólny kierunek uskoku odwróconego jest zbliżony do obserwowanego w opisanej uprzednio strukturze Wielunia. Wzdłuż płaszczyzny uskokowej, która ogranicza od południa omawianą strukturę, w odcinku zachodnim na jurę górną nasunięte są utwory retyku, a we wschodnim jury środkowej. We wschodniej oraz północno-zachodniej części struktury, pod niewielkim nadkładem kenozoiku, występują osady jury środkowej. Po zewnętrznej stronie uskoków ograniczających strukturę Wierzchlasu znajdują się utwory jury górnej, które na północy i wschodzie zostały ujawnione w otworach wiertniczych, a na południu i zachodzie tworzą odsłonięcia naturalne (okolice Wielunia i Niedzielska)".

4.3. Przewidywany profil stratygraficzno-litologiczny -

Przewidywany profil stratygraficzny i litologiczny rejonu Wielunia przedstawia się następująco (głębokości spągu i stropu w metrach p.p.t.):

Uwaga: głębokości stropów i spągów, oraz miąższości poszczególnych jednostek stratygraficznych mogą się znacznie różnić w zależności od lokalizacji otworu wiertniczego, co związane jest z istnieniem na tym obszarze struktury tektonicznej Wielunia-Wierzchlasu i obecnością licznych uskoków. W niektórych lokalizacjach utwory czwartorzędu, paleogenu, neogenu oraz jury mogą być nieobecne w profilu.

Stratygrafia		Miąższość	Strop	Spąg	Litologia
Czwartorzęd		0-120	0	0-120	Gleby, torfy i namuły oraz piaski Piaski, żwiry, iły i mułki oraz gliny lodowcowe i gliny zwietrzelinowe
Paleogen - neogen		0-150	0-120	0-160	Iły, mułki, piaski, żwiry oraz gliny zwietrzelinowe, wkładki węgli brunatnych
Jura	Górna	0-80	0-160	0-500	Wapienie skaliste białobeżowe i białe, miejscami detrytyczne i organodetrytyczne, a podrzędnie jako wapienie margliste i jasnoszare margle oraz wapienie oolitowe, liczne krzemienie
	Środkowa	0-200			Warstwa bulasta (do 0,3 m) - margiel piaszczysty przepełniony fauną, z konkrecjami marglisto-ilastymi i wapienno-fosforanowymi Zielone piaskowce drobnoziarniste przechodzące w szare piaskowce wapniste i dolomityczne z przerostami krzemieni, w stropie z warstwą margla Margle i wapienie krynoidowe Słabo spoiste szare piaskowce drobnoziarniste

					z przewarstwieniami zielonych piaskowców chlorytowych, konkrecjami syderytu oraz ooidami żelazistymi i wkładkami wapieni piaszczystych Iły/iłowce piaszczyste z wkładkami piaskowców drobnoziarnistych, konkrecjami syderytowymi i wkładkami zlepieńca śródformacyjnego Ciemnoszare iłowce i mułowce, w stropowej części bardziej piaszczyste aż do piaskowców Czarne i ciemnoszare iłowce i łupki oraz mułowce i heterolity, z poziomami i konkrecjami syderytów Szare drobno- i średnioziarniste piaskowcez wkładkami zielonych piaskowców szamozytowych
	Dolna	0-220			Drobno-, średnio- i gruboziarniste, skośnie warstwowane piaskowce, miejscami z przeławiceniami iłowców i licznymi szczątkami roślin Szarozielone heterolity i iłowce z przeławiceniami mułowców i skośnie warstwowanych drobnoziarnistych piaskowców Piaskowce, niekiedy skośnie warstwowane, a podrzędnie iłowce i heterolity z licznymi szczątkami roślin, cienkie wkładki węgla i warstwy z rizoidami Iłowce ciemnoszare i zielonkawoszare z wkładkami słabo wysortowanych piaskowców drobnoziarnistych, rzadko zlepieńców, szczątki roślin, wkładki węgli
Trias	Górny	450-1050	20-500	400-1100	Szare piaskowce z kaolinem i sieczką roślinną Brunatno-czerwone mułowce i iłowce z zielonkawymi odbarwieniami Skały iłowcowo-mułowcowe, podrzędnie piaszczyste, z anhydrytami Szare, ciemnopopielate, niekiedy wiśniowe iłowce margliste i dolomityczne laminowane, sporadyczne soczewki gipsu
	Środkowy	270-320	400-1100	700-1400	Szare iłowce dolomityczne, przechodzące ku stropowi w iłowce i mułowce pstre Wapienie z wkładkami iłowców Iłowce dolomityczne i margle dolomityczne z anhydrytem Wapienie margliste laminowane marglem i iłowcem o teksturze gruzłowej Wapienie, wapienie margliste, ciemnoszare iłowce, wapienie przeławicone iłowcami wapnistymi
	Dolny	550-1200	700-1400	1400-2000	Iłowce dolomityczne, szarobeżowe margle i wapienie, oraz utwory iłowcowo-mułowcowe z anhydrytami Pstre mułowce i iłowce i podrzędnie piaskowce i wapienie
Perm	Cechsztyn	200-750	1400-2000	2000-2400	PZt: Szarozielone i czerwonobrunatne piaskowce i iłowce z anhydrytami
					Z3: Zielonoszare iłowce, beżowe dolomity
					Z2: Anhydryty i dolomity z łupkami w spągu

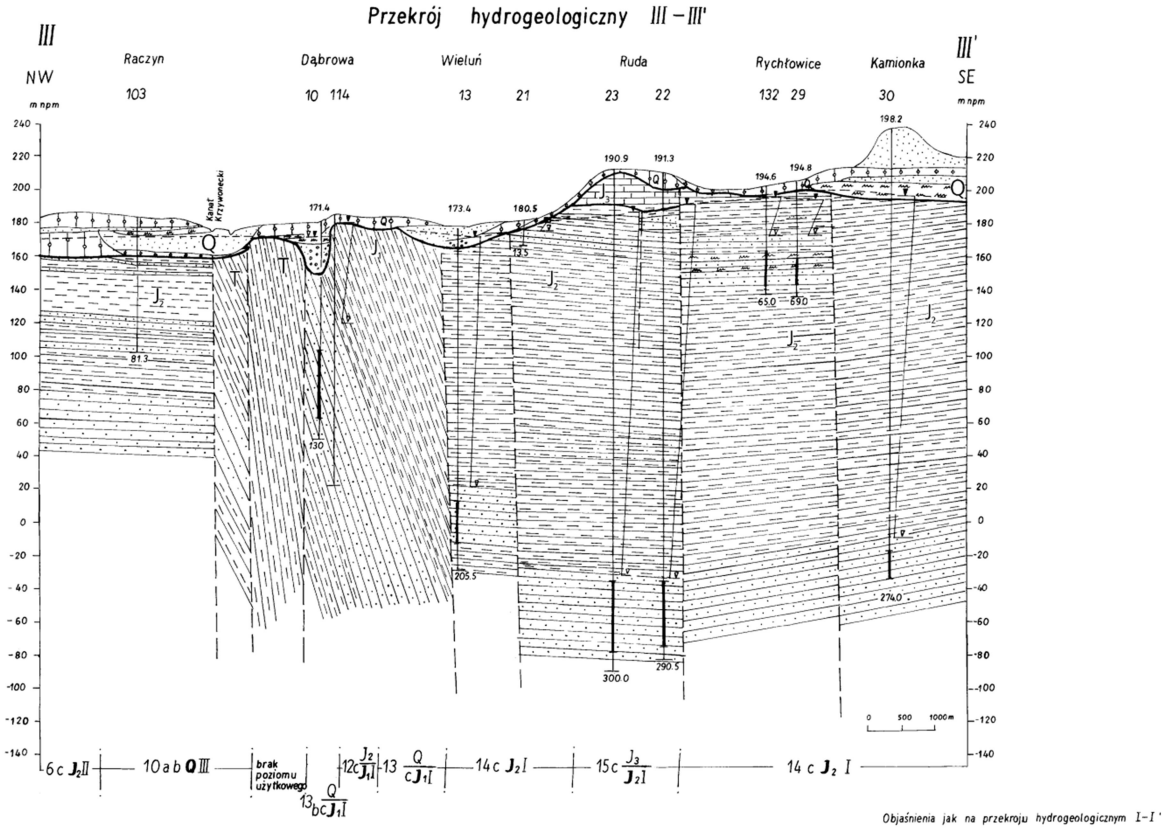
					Z1: Anhydryty, sole kamienne, Szarobrunatne dolomity smugowane iłowcem Wapienie masywne z anhydrytem, przewarstwienia margli, lokalnie dolomitycznych Ciemnoszare iłowce i łupki ilaste
	Czerwony spągowiec				Piaskowce i zlepieńce
Karbon		?	2000-2400	?	Szare piaskowce, piaskowce szarogłazowe, mułowce, iłowce/łupki ilaste, piaskowce czerwonowiśniowe i czerwonobrunatne, przeważnie różnoziarniste, miejscami zlepieńcowate

5. Warunki hydrogeologiczne

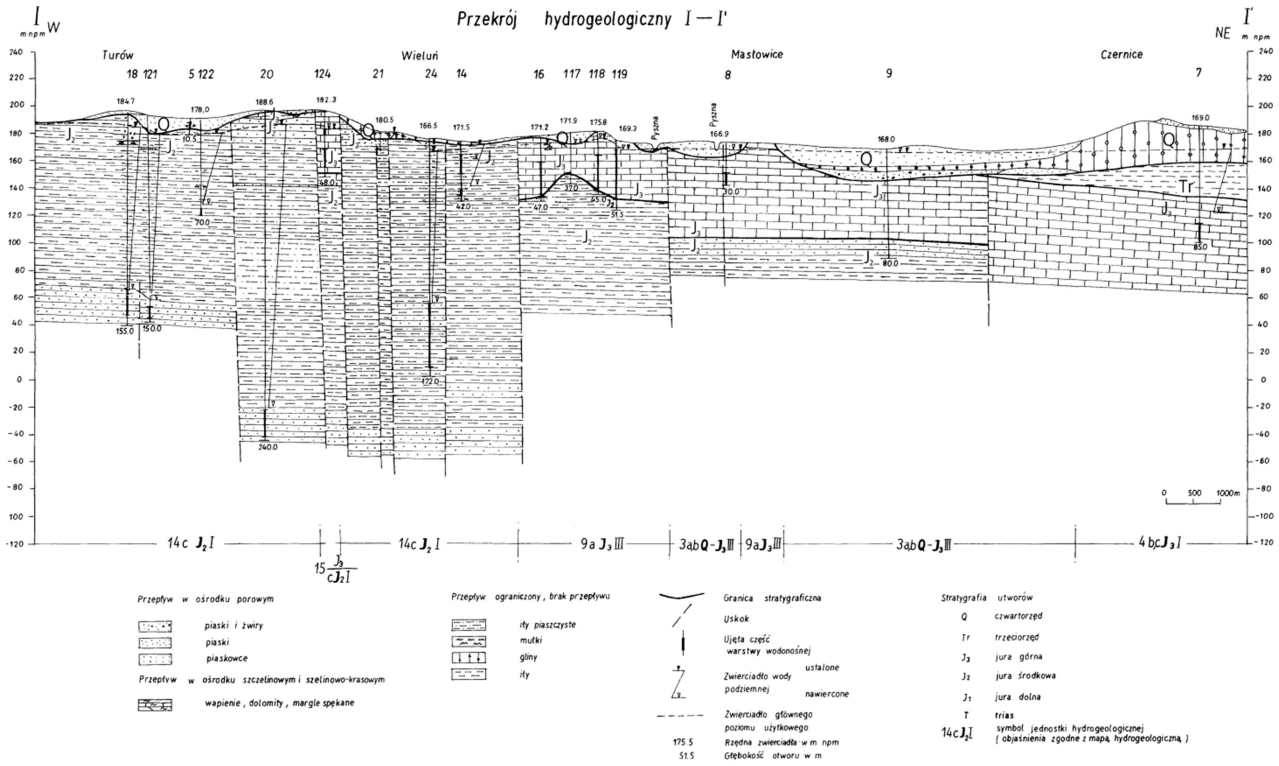
Na obszarze miasta Wielunia stwierdzono dotychczas występowanie poziomów wodonośnych ujmujących wody zwykłe o mineralizacji poniżej 1 g/dm^3. Analiza wyników badań geologicznych i hydrogeologicznych przeprowadzonych w głębokich otworach badawczych zlokalizowanych w pobliżu miasta wskazuje jednak, że na większych głębokościach występują wody zmineralizowane, prawdopodobnie zawierające składniki swoiste, o temperaturze przekraczającej 20°C.

5.1. Wody podziemne zwykłe

Zgodnie z regionalizacją hydrogeologiczną wód zwykłych (Paczyński red., 1995) obszar miasta Wielunia znajduje się regionie śląsko-krakowskim, subregionie jurajskim. Zgodnie z podziałem na Jednolite Części Wód Podziemnych (JCWPd) położony jest w obrębie JCWPd nr 82, w jej południowo-wschodnim fragmencie. Wody zwykłe rejonu Wielunia występują w utworach czwartorzędowych i jurajskich. Obszar miasta został objęty zasięgiem Głównego Zbiornika Wód Podziemnych (GZWP) nr 325 Częstochowa W, który udokumentowano w poziomie jury środkowej, w utworach zwanych warstwami kościeliskimi w ośrodku porowo-szczelinowym. W sąsiedztwie przebiega granica drugiego zbiornika – Częstochowa E (GZWP nr 326) obejmującego utwory jury górnej, stanowiące porowo-szczelinowy ośrodek wodonośny (Mikołajków, 2017).



Rysunek 9. Przekrój hydrogeologiczny III-III' przez rejon Wielunia (Górnik, 2000)



Rysunek 10. Przekrój hydrogeologiczny I-I' przez rejon Wielunia (Górnik, 2010)

Poziom wodonośny czwartorzędu

Utwory czwartorzędu występują na przeważającej powierzchni miasta, jednak ich miąższość jest niewielka – zwykle nie przekracza 20 m. Poziom wodonośny tworzą osady fluwioglacjalne

o korzystnych parametrach hydrogeologicznych, najczęściej zalegające na glinach zwałowych lub osadach węglanowych. Warstwa wodonośna występuje płytko. Wody poziomu czwartorzędowego ujmuje się na głębokości od 0,5 do 5 m. Współczynnik filtracji ustalony podczas próbnych pompowań waha się najczęściej od 10 do 20 m/d, natomiast przewodność warstwy wodonośnej wynosi zwykle 100-200 m^2/d (Kieńć i in., 2008). Wydajność studni dochodzi do 4 m^3/h przy depresji 2 m. Zasilanie odbywa się poprzez infiltrację wód opadowych i powierzchniowych, a cieki i doliny rzek tworzą strefy drenażu. Zwierciadło wody przeważnie ma charakter swobodny.

W rejonie Wielunia czwartorzędowe piętro wodonośne nie ma ciągłego rozprzestrzenienia ze względu na występowanie glin i namułów oraz wychodni utworów jury na części omawianego terenu. Wody występujące w utworach czwartorzędowych są wodami słodkimi o mineralizacji od 0,16 do 0,42 g/dm^3 i typie hydrochemicznym określonym jako HCO_3-SO_4-Cl lub HCO_3-SO_4-Cl-Ca (Górnik, 2010). Często w swoim składzie zawierają związki żelaza i manganu w ilości przekraczającej normy, co dyskwalifikuje je do bezpośredniego spożycia. Po wykonaniu prostego uzdatniania, polegającego na redukcji żelaza i manganu wody z poziomu czwartorzędowego można wykorzystywać do konsumpcji i w celach gospodarczych.

Poziom wodonośny jury górnej

W rejonie miasta Wielunia strop utworów górnojurajskich jest wyniesiony na powierzchnię tworząc wychodnie lub zalega płytko pod piaszczystymi utworami czwartorzędu. Pod względem litologicznym są to skały węglanowe, głównie wapienie z krzemieniami i margle. Z uwagi na peryferyjność struktury na obszarze miasta sumaryczna miąższość zbiornika górnojurajskiego jest niewielka i osiąga maksymalnie 50 m (Górecki red., 2006a). Uprzywilejowane drogi przepływu wód w kierunku północnym i północno-wschodnim tworzą szczeliny dyslokacyjne lub strefy skrasowiałe. Strefę drenażu tworzy rzeka Warta. Zwierciadło najczęściej ma charakter swobodny. Poziom wodonośny na przeważającej części obszaru zasilany jest bezpośrednio przez opady atmosferyczne, a od spągu izolowany jest grubym kompleksem iłów, łupków ilastych i mułowców o miąższości wynoszącej kilkadziesiąt metrów. Stanowi główny użytkowy poziom wodonośny obszarów położonych na wschód od Wielunia. Średnioroczna temperatura wody nie przekracza 10°C. Ze względu na niskie wartości współczynnika filtracji

i przewodności warstw wodonośnych utworów górnej jury potencjalna wydajność studni często nie przekracza 10 m^3/h (Górecki red., 2006a).

Poziom wodonośny jury górnej został ujęty studniami zlokalizowanymi w miejscowości Ruda, zaopatrującymi w wodę miasto Wieluń, wykazuje zróżnicowane wartości pomierzonych parametrów. Maksymalne wydajności studni wynoszą 80 m^3/h przy depresji 5,2 m oraz 66 m^3/h przy depresji 0,4 m. Pozostałe obiekty ujęcia charakteryzują się znacznie mniejszą wydajnością wynoszącą od 6,1 m^3/h przy depresji 3,7 m do 18 m^3/h przy depresji 0,2 m. Mineralizacja wód poziomu górnej jury waha się od 0,136 do 0,510 g/dm^3. W większości ujmowanych studni występuje podwyższona zawartość żelaza (Górnik, 2010). Statystyczną charakterystykę wybranych składników chemicznych wód podziemnych piętra środkowo jurajskiego zestawiono w tabeli 2.

Tabela 2. Podstawowe wartości statystyczne wybranych składników chemicznych wód podziemnych poziomu jury górnej (Górnik, 2010)

cecha statystyczna	Mineralizacja [mg/dm^3]	Cl [mg/dm^3]	SO_4 [mg/dm^3]	NNO_3 [mg/dm^3]	NNH_4 [mg/dm^3]	Fe [mg/dm^3]	Mn [mg/dm^3]
liczba oznaczeń	15	15	14	15	15	15	15
wartość maksymalna	510	59,5	82,3	13,9	0,2	6,0	0,2
średnia arytmetyczna	291,9	21,1	24,6	2,04	0,109	0,742	0,067
wartość minimalna	136	2	0	0	0,02	0	0
odchylenie standardowe	111,9	19,9	24,7	3,76	0,127	1,509	0,070
współczynnik zmienności	38,3	94,3	100,4	184,3	116,5	203,4	104,5
tło hydrochemiczne	200,0-400,0	0,0-40,0	0,0-40,0	0,0-0,5	0,0-0,2	0,-0,5	0,0-0,2

Poziom wodonośny jury środkowej

Na przeważającym obszarze miasta Wielunia utwory wodonośne jury środkowej zalegają na niewielkiej głębokości, poniżej utworów czwartorzędowych lub tworzą wychodnie na powierzchni terenu. Są poprzecinane uskokami i zapadają monoklinalnie w kierunku północnego wschodu. Strefy deformacji tektonicznych stanowią drogi migracji wód podziemnych i niekiedy powodują przerwanie ciągłości warstwy wodonośnej. Poziom wodonośny reprezentowany jest głównie przez piaski i piaskowce, określane jako warstwy kościeliskie. Stanowią one główny użytkowy poziom wodonośny dla Wielunia. Ze względu na jego zasobność i potrzeby gospodarcze nastąpiła potrzeba jego ochrony w związku z czym wyznaczono główny zbiornik wód podziemnych Częstochowa W (GZWP nr 325). Typ zbiornika określono jako porowo-

szczelinowy. Warstwa wodonośna izolowana jest od stropu kompleksem iłów, natomiast w spągu warstwy występują piaski ilaste i mułowce piaszczyste. Miąższość utworów wodonośnych jury środkowej w rejonie Wielunia osiąga wartość maksymalnie 50 m. Charakteryzują się one strefowością składu ziarnistego, co wpływa także na zmienność parametrów wodonośnych. Współczynnik filtracji w stropie wynosi 6,7 m/d, a w zailonym spągu osiąga wartość 2,4 m/d. Wraz z głębokością zmniejsza się także przepuszczalność – od 0,3 m/h w rejonie wychodni do 0,09 m/h na głębokości 200 m oraz wydatek jednostkowy (od 4,8 do 3,1 m^3/h) (Kieńć i in., 2008). Zwierciadło zazwyczaj ma charakter naporowy. Temperatura wód podziemnych w stropie warstwy waha się od 10 do 15°C, a mineralizacja często nie przekracza 0,5 g/dm^3 (Górecki red., 2006a). Analizy fizyko-chemiczne wód ujmowanych w utworach środkowej jury wykazały obecność żelaza i manganu, niekiedy w ilości przekraczającej dopuszczalne normy. Statystyczną charakterystykę wybranych składników chemicznych wód podziemnych piętra środkowo jurajskiego zestawiono w tabeli 3. Wydajność ujęć najczęściej oscyluje pomiędzy 30 a 70 m^3/h, ale przypuszczalnie może być ona większa i dochodzić do 150 m^3/h po przewierceniu całej warstwy wodonośnej. Zbiornik zasilany jest bezpośrednio przez opady atmosferyczne lub lateralny dopływ z warstw dolnojurajskich, a drenowany przez cieki w obrębie wychodni oraz ujęcia komunalne i przemysłowe.

Tabela 3. Podstawowe wartości statystyczne wybranych składników chemicznych wód podziemnych poziomu jury środkowej (Górnik, 2010)

cecha statystyczna	Mineralizacja [mg/dm^3]	Cl [mg/dm^3]	SO_4 [mg/dm^3]	NNO_3 [mg/dm^3]	NNH_4 [mg/dm^3]	Fe [mg/dm^3]	Mn [mg/dm^3]
liczba oznaczeń	12	11	12	12	12	12	12
wartość maksymalna	424	26,0	136	0,7	0,31	5,0	0,9
średnia arytmetyczna	194	8,1	26,0	0,746	0,11	1,7	0,06
wartość minimalna	118	2	1	0	0	0	0
odchylenie standardowe	89,9	22,9	38,0	6,6	0,10	2,1	0,06
współczynnik zmienności	46,3	272,8	146,1	885,9	90,9	123,5	100
tło hydrochemiczne	100 - 300	4-10	8-80	0-0,2	0-0,2	0 – 3,0	0-0,2

5.2. Wody podziemne zaliczone do kopalin (wody termalne, lecznicze i solanki)

Według podziału regionalnego, nawiązującego do kryterium hydrostrukturalnego, obszar miasta Wielunia znajduje się w prowincji platformy paleozoicznej, w regionie monokliny przedsudeckiej (Dowgiałło, Paczyński, 2002). Platformę paleozoiczną cechuje dominacja mezozoicznych pięter wodonośnych z wodami o składzie chemicznym typu Cl-Na i Cl-Na-Ca.

Występowanie wód termalnych i potencjalnie leczniczych w rejonie Wielunia zostało stwierdzone w latach 70. XX wieku na podstawie badań hydrogeologicznych wykonanych w głębokich otworach wiertniczych: Biała-2, Biała-3, Biała-5, Wieluń 2, Wieluń-3, Wieluń 4, Wieluń 5, Wieluń 8, Wierzchlas 1, Wierzchlas 2, Wierzchlas 3, Dymek IG-1 (Urban-Łucka, 1971; Urban-Łucka, 1972; Lis-Martyniak, 1973; Urban, 1972; Urban-Łucka, Wandas, Złonkiewicz, 1969; Urban, 1971; Ciałowicz, 1971; Łucki, 1971; Wandas, 1971; Urban-Łucka, 1972, Chmielewski, Cygański, 1971). Z przeprowadzonych badań wynika, że w rejonie Wielunia korzystne warunki hydrogeologiczne dla występowania wód termalnych i leczniczych związane są z utworami triasu górnego, środkowego i dolnego oraz permu. Największe zasoby energii geotermalnej występują w obrębie zbiornika wodonośnego dolnego triasu (Kiełczawa, 2010). Rozpoznanie poszczególnych zbiorników wodonośnych jest niepełne z uwagi na zróżnicowany zakres badań hydrogeologicznych przeprowadzonych w otworach zlokalizowanych w pobliżu miasta. Większość pobliskich otworów miało charakter badawczy (pod kątem poszukiwania węglowodorów) i zostało zlikwidowanych, a rozpoznanie zawodnionych interwałów ograniczono jedynie do badań próbnikami złoża.

Poniżej przedstawiono charakterystykę poszczególnych poziomów wodonośnych (tabela 4) oraz omówiono wyniki archiwalnych badań wykonanych w głębokich otworach wiertniczych (tabela 5).

Poziom wodonośny jury dolnej

Utwory jury dolnej występują na bardzo zróżnicowanej głębokości ze względu na obecność struktur tektonicznych. Na przeważającym obszarze miasta Wielunia (poza obszarami wyniesień) strop utworów jury dolnej zalega na głębokości około 100-200 m, a ich całkowita miąższość może nieznacznie przekraczać 200 m. Znikoma część utworów liasu widoczna jest na powierzchni lub występuje pod niewielkim osadem utworów czwartorzędnych. Poziom wodonośny tworzą głównie piaskowce z naprzemianległymi mułowcami i iłowcami. Jego miąższość waha się prawdopodobnie od 50 do 150 m (Górecki red., 2006a). Utwory przepuszczalne jury dolnej cechuje porowatość otwarta o współczynniku od 0,15 do 0,33 i współczynniku odsączalności od 0,08 do 0,22. Wartość współczynnika filtracji mieści się

w przedziale 10^{-5}-10^{-7} m/s. Zbiornik wodonośny jury dolnej jest dobrze izolowany, zarówno w warstwie stropowej, jak i w spągu, co pozwala przypisać mu charakter artezyjski lub subartezyjski. Zwierciadło wód podziemnych najczęściej ma charakter naporowy. Jedynie na niewielkim obszarze wychodni utworów jury dolnej na powierzchnię występują wody o zwierciadle swobodnym. Mineralizacja wód rośnie wraz z głębokością, w stropie wynosi maksymalnie 2 g/dm^3. Stosunkowo niska wartość mineralizacji związana jest ze strefą zasilania zbiornika przez wody słodkie pochodzenia infiltracyjnego. Typ chemiczny wód jest zróżnicowany i zmienia się wraz z głębokością. Najczęściej spotykane są jednak wody typu HCO_3-Ca, HCO_3-Na-Ca, HCO_3-SO_4-Ca-Na. Temperatura wód w stropie poziomu jury dolnej dochodzi do 15-20°C i rośnie wraz z głębokością. Należy jednak zaznaczyć, że w strefach bezpośredniego zasilania osiąga temperaturę wód gruntowych. Przewodność hydrauliczna utworów jury dolnej dochodzi do 100 m^2/s·10^{-5}. Potencjalną wydajność otworu szacuje się na około 110-130 m^3/h (Górecki red., 2006a).

Poziom wodonośny jury dolnej opróbowano odwiertem Dymek IG-1, zlokalizowanym na północny wschód od Wielunia. Z głębokości 758-765 m uzyskano wody wodorowęglanowo-sodowo-wapniowe (HCO_3-Na-Ca), wykazujące mineralizację około 0,25 g/dm^3. Temperatura wód na wypływie wyniosła 27,9^{o}C (Kiełczawa, 2010). Wydajność wypływu w otworze dochodzi do 3 m^3/h. Ponadto wody pochodzące z poziomu jury dolnej są wykorzystywane do produkcji energii geotermalnej, a po schłodzeniu również do celów rekreacyjnych w oddalonym o niespełna 50 km Kleszczowie. Temperatura tych wód wynosi około 52°C, natomiast wartość zasobów eksploatacyjnych sięga do około 150 m^3/h (Felter i in., 2019).

W Wieluniu kilkoma studniami ujęto płytszy poziom jury dolnej, w którym mineralizacja wód dochodzi do 0,5 g/dm^3, a zawartość żelaza może nieznacznie przekraczać normę dla wód przeznaczonych do spożycia. Przebadane wody charakteryzują się przewodnością w granicach 50-100 m^2/h, a maksymalne wydajności uzyskane z ujęcia wynoszą od 71,3 m^3/h przy depresji 24,5 m do 177 m^3/h przy depresji 49 m. (Górnik, 2010).

Poziom wodonośny triasu górnego

Przebiegające przez okolice Wielunia liczne uskoki przyczyniły się do częściowego wyniesienia utworów triasu górnego, na skutek czego kompleks naprzemianległych warstw mułowców, iłowców i piaskowców znajduje się na niewielkiej głębokości, poniżej glin zwałowych czwartorzędu. Poza obszarami wyniesień, strop utworów triasu górnego występują na głębokości 150-500 m. Miąższość serii na przeważającej części obszaru waha się między 400 a 1000 m, lokalnie może przekraczać 1000 m. W stosunku do całkowitej miąższości kompleksu, utwory

wodonośne stanowią jedynie 100-200 m. Temperatura wód termalnych w stropie skał górnotriasowych powinna kształtować się w granicach 15-25°C, natomiast ich mineralizacja może sięgać do 20 g/dm^3. Typ hydrochemiczny wód zbiornika górnego triasu to przeważnie Cl-Na lub Cl-Ca. Skały zbiornikowe wód termalnych cechują się przewodnością hydrauliczną wynoszącą od 10 do 25 m^2/s·10^{-5}. Współczynnik filtracji warstw wodonośnych górnego triasu waha się w przedziale od 1 do 4·10^{-6} m/s, co wskazuje na słabą przepuszczalność utworów. Ze względu na niskie wskaźniki przepuszczalności i przewodności warstw wodonośnych spodziewana wydajność ujęcia za zbiornika górnotriasowego nie przekroczy 40-50 m^3/h (Górecki red., 2006a).

Poziom wodonośny triasu górnego został zbadany w otworach zlokalizowanych około 60 km na wschód od Wielunia: Gidle 5, Bełchatów 7, Bełchatów 11. W ujęciu Gidle 5 trias górny opróbowano w dwóch przedziałach głębokości. Z interwału 1685-1725 m uzyskano wodę typu Cl-Na-Mg-Ca o mineralizacji dochodzącej do 20 g/dm^3. Dopływ wód o temperaturze 55°C wyniósł 18 m^3/h. W głębszym przedziale (2100-2154 m) udokumentowano wody typu Cl-Na-Mg, w których mineralizacja wyniosła około 295 g/dm^3. Analiza fizyko-chemiczna wykazała również obecność żelaza (Felter i in., 2019). W Bełchatowie przebadano interwał 1618-1627 m (Bełchatów 7) i 1745-1750 m (Bełchatów 11), którymi ujęto wody typu Cl-Na-Ca i Cl-Ca-Na. Mineralizacja wód wyniosła odpowiednio 6 g/dm^3 i 32 g/dm^3. W opróbowanych interwałach górnotriasowego poziomu wodonośnego stwierdzono występowanie żelaza i jodu.

Poziom wodonośny triasu środkowego

W okolicach miasta Wielunia strop utworów triasu środkowego zalega na głębokości 400-1100 m, a całkowita miąższość kompleksu wynosi 250-300 m. Pod względem litologicznym przeważają osady węglanowe, głównie wapienie, dolomity, margle i anhydryty. Temperatura w stropie dochodzi do 30-45°C, a mineralizacja wód kształtuje się w granicach 30-50 g/dm^3 (Górecki red., 2006a).

Poziom wodonośny triasu środkowego opróbowano do badań odwiertem Wierzchlas 3. Próbki wody pobrano z interwału głębokości 1330-1337 m. Udokumentowano solanki typu Cl-Na o mineralizacji wynoszącej około 71,5 g/dm^3. W dostępnych materiałach archiwalnych brak jest informacji o temperaturze i uzyskanej wydajności dopływu wody do próbnika. Około 16 km na południowy zachód od Wielunia otworem Aleksandrów 1 przebadano interwał 1050-1068 m, z którego pobrano wody siarczanowo-wapniowo-sodowo-magnezowe (SO_4-Ca-Na-Mg) o mineralizacji kształtującej się na poziomie około 5 g/dm^3 przy bardzo niewielkim wydatku eksploatacyjnym.

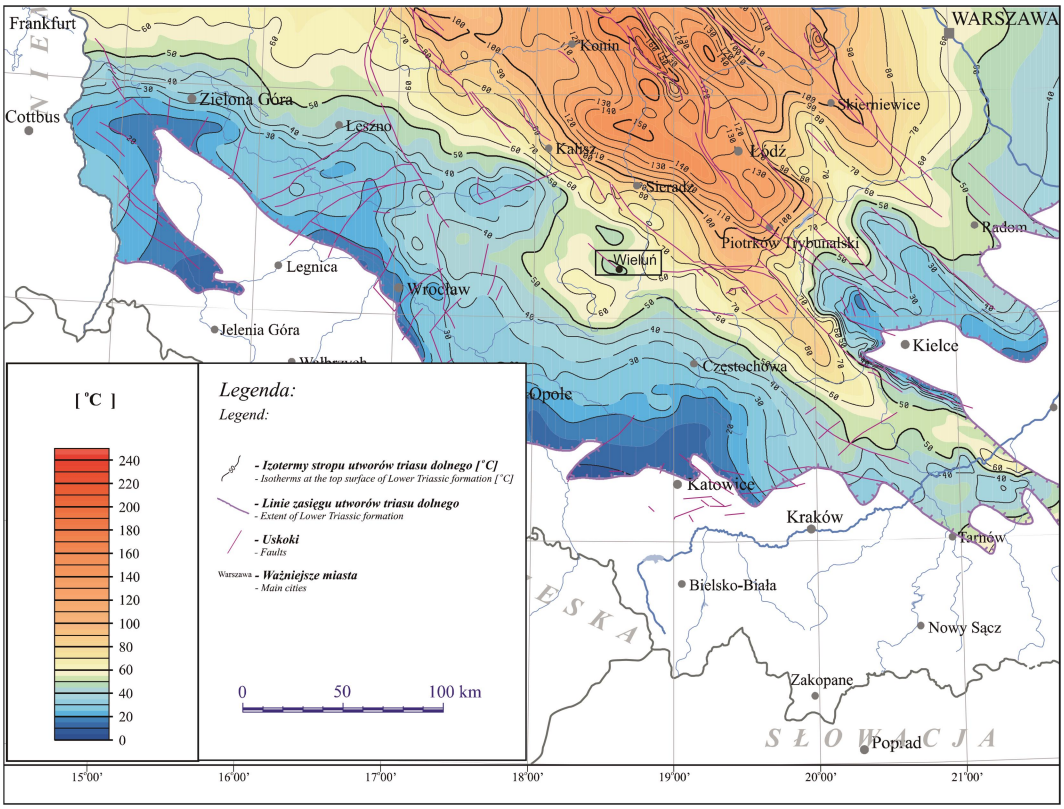
Poziom wodonośny triasu dolnego

Na obszarze monokliny przedsudeckiej wśród utworów triasu dolnego dominują utwory piaskowcowe, które charakteryzują się najlepszymi własnościami zbiornikowymi. Reprezentują one najniższą część profilu triasu dolnego, zwaną pstrym piaskowcem. Wyższą część profilu stanowią utwory węglanowe retu, wśród których wyróżnia się wapienie, anhydryty i gipsy.

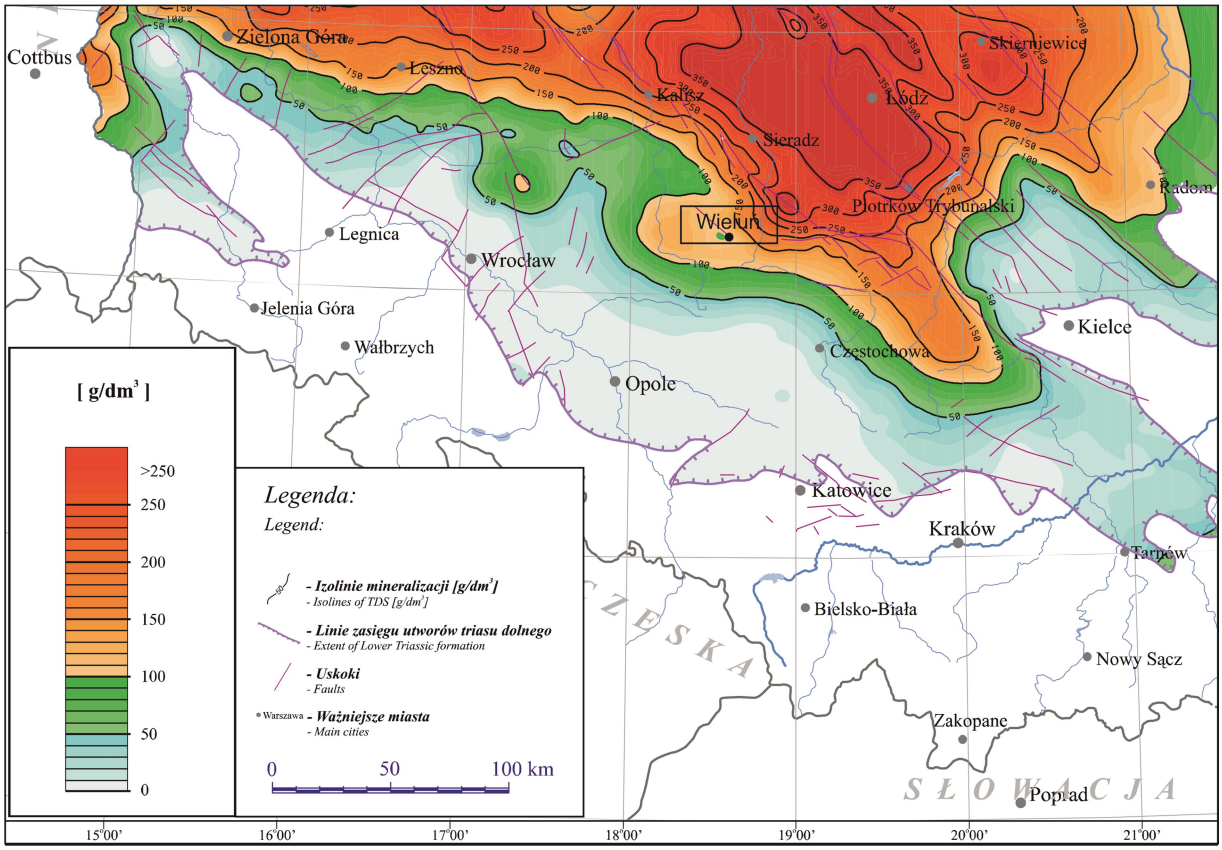
Strop utworów dolnego triasu zalega najczęściej na głębokości około 1200-1400 m, jednak lokalnie może pojawić się już od głębokości 700 m. Miąższość utworów sięga 500-1200 m, przy czym znaczną część kompleksu zajmują skały wodonośne. Ich miąższość w profilu wynosi około 300-400 m. Temperatura w stropie wód poziomu dolnego triasu w rejonie miasta Wielunia powinna kształtować się w granicach około 45-50°C (Rysunek 11), a ich minimalna mineralizacja w stropie może przekroczyć 110-150 g/dm^3 (Rysunek 12) i wzrastać wraz z głębokością nawet do 300 g/dm^3. Ujęte wody prawdopodobnie będą wyróżniać się podwyższoną zawartością składników swoistych istotnych balneoterapeutycznie, m.in. jodu i bromu. Z uwagi na wysoką mineralizację i zawartość składników swoistych wody dolnotriasowe mogą być wykorzystywane w lecznictwie. Ponadto podwyższona temperatura tych wód daje możliwości wykorzystania ich do celów rekreacyjnych. Ich typ hydrogeochemiczny to najczęściej Cl-Na lub Cl-Ca z jodem i/lub bromem. Utwory triasu dolnego w rejonie Wielunia charakteryzują się stosunkowo wysoką przewodnością hydrauliczną wynoszącą około 75 m^2/s·10^{-5}. Wartość ta przekłada się na potencjalną wydajność ujęcia wód geotermalnych, która w obszarze miasta może sięgać do około 50-60 m^3/h (Górecki red., 2006a).

Informacje o warunkach hydrogeologicznych utworów dolnego triasu w rejonie Wielunia pochodzą z otworów Wieluń-6 i Wierzchlas 2. Próbki do analizy zostały pobrane z głębokości odpowiednio 1995-2002 m i 1924-1994 m. Z otworu Wieluń-6 uzyskano dopływ do próbnika w ilości dochodzącej do 1 m^3/h. Uzyskano wodę o wysokiej mineralizacji przekraczającej 325 g/dm^3, którą zaklasyfikowano do solanek typu Cl-Na-Ca. Analiza wody wykazała również obecność składników swoistych, cennych pod względem balneoterapeutycznym – jodu i żelaza dwuwartościowego. Badania przeprowadzone w odwiercie Wierzchlas 2 udokumentowały wodę typu Cl-Na o mineralizacji wynoszącej około 265 g/dm^3. Dopływ wody do próbnika nastąpił w ilości nieprzekraczającej 5 m^3/h. Opróbowany interwał objął również utwory wodonośne permu.

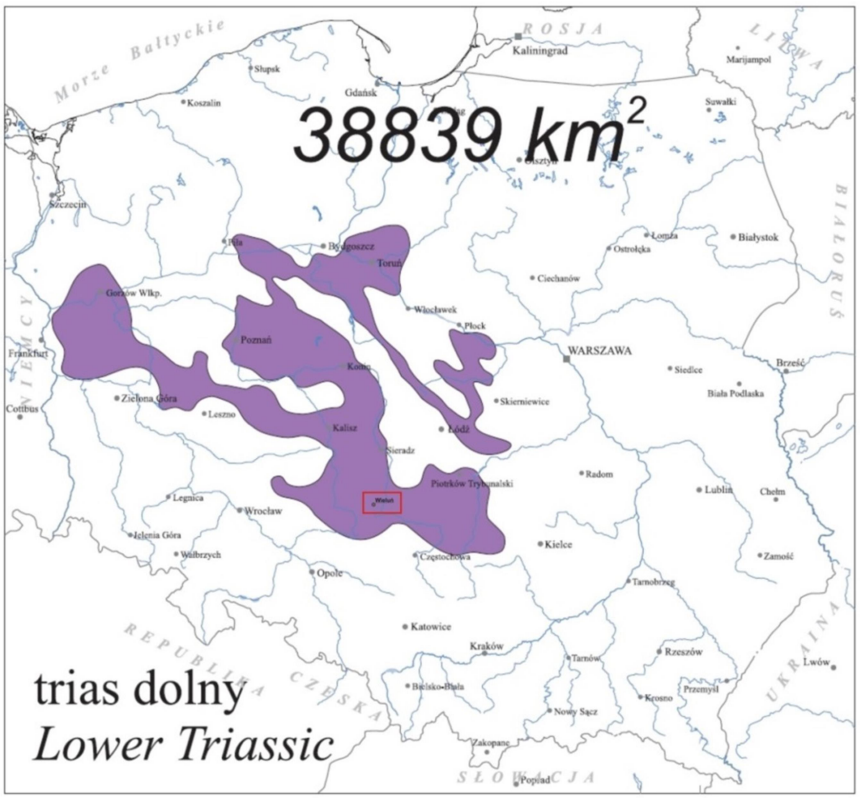
Wody dolnotriasowego zbiornika wód geotermalnych są perspektywiczne dla wykorzystania w celach ciepłowniczych (Hajto, 2008). Obszar Wielunia leży w zasięgu zasobów dyspozycyjnych, które dla potencjalnego ujęcia wynoszą szacunkowo 40-60 GJ/rok (Rysunek 13, 14) (Górecki red., 2006a).



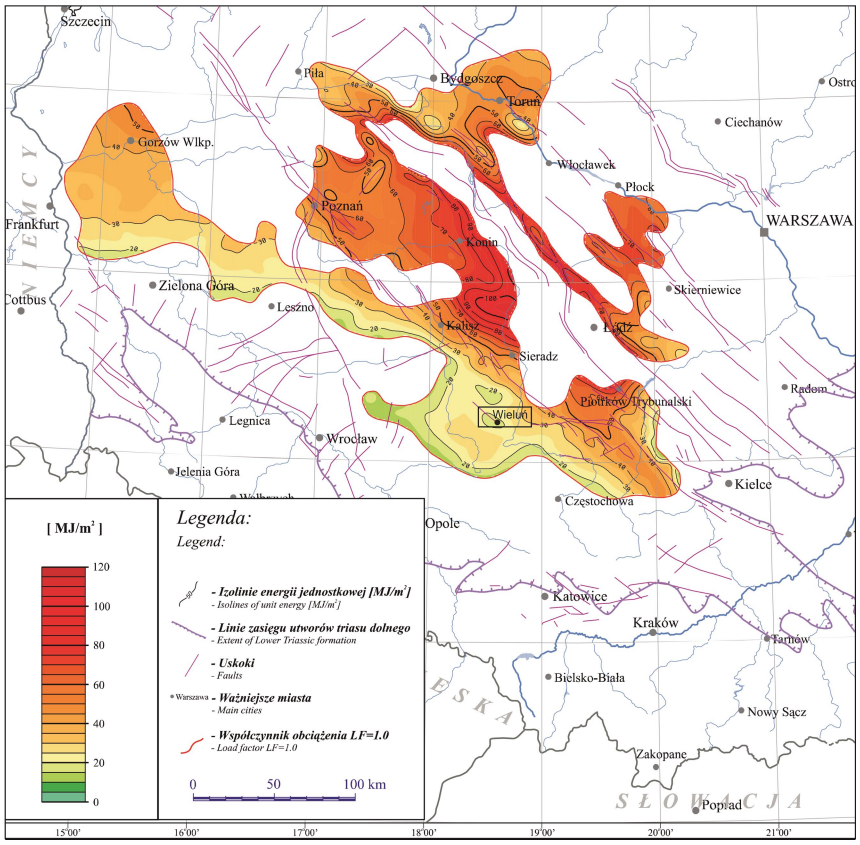
Rysunek 11. Mapa temperatur w stropie dolnego triasu w rejonie Wielunia (Górecki red., 2006a)



Rysunek 12. Mapa mineralizacji w stropie dolnego triasu w rejonie Wielunia (Górecki red., 2006a)



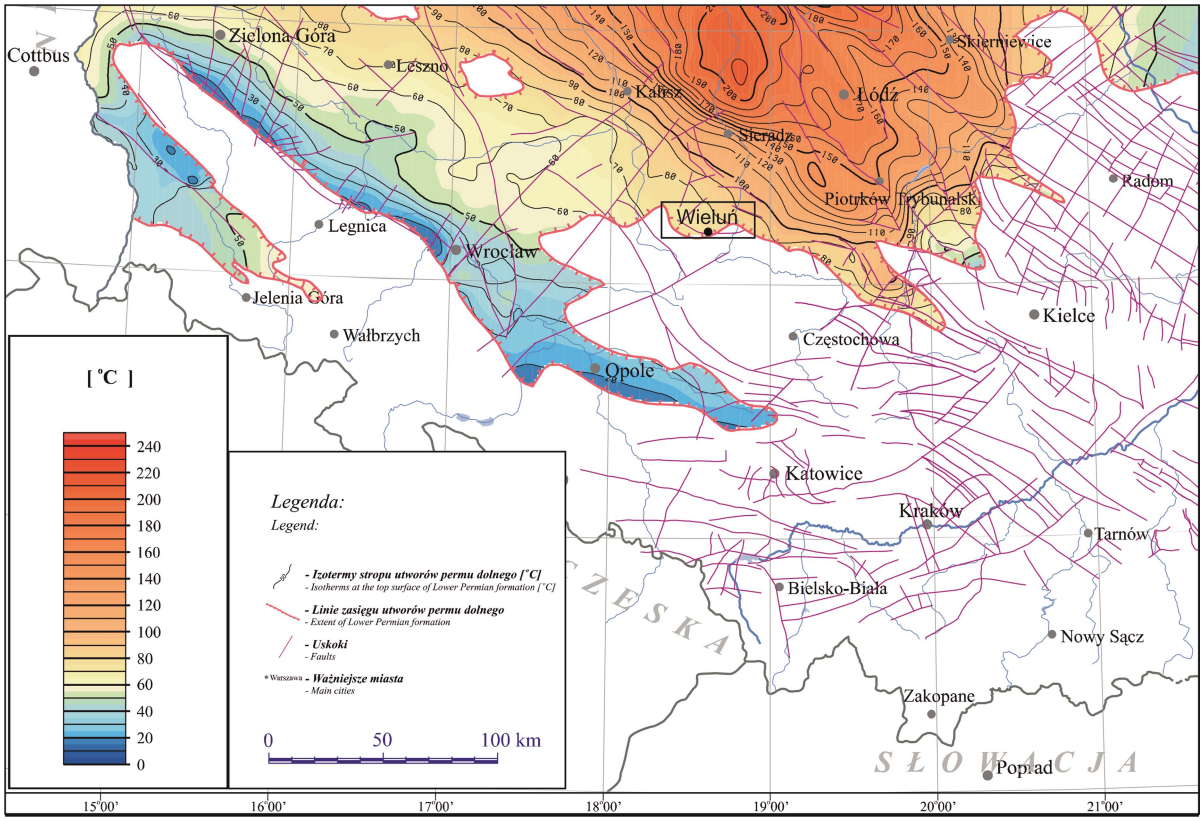
Rysunek 13. Lokalizacja perspektywicznych obszarów wykorzystania wód termalnych do celów ciepłowniczych w obrębie zbiornika triasu dolnego (Hajto, 2008)



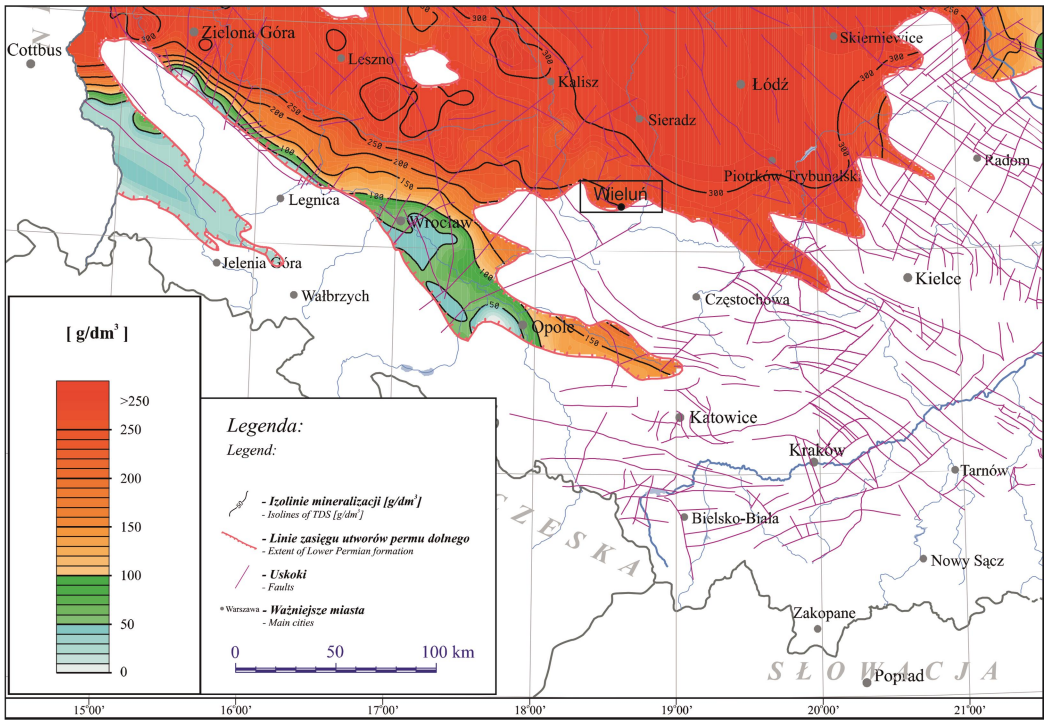
Rysunek 14. Mapa jednostkowych zasobów dyspozycyjnych triasu dolnego w rejonie Wielunia (Górecki red., 2006a)

Poziom wodonośny permu

Strop utworów permu w rejonie miasta Wielunia zalega na głębokości około 1400-2000 m. Warstwy wodonośne reprezentowane są przez piaskowce i osady węglanowe (głównie wapienie i dolomity), a iłowce i mułowce tworzą serie utworów nieprzepuszczalnych lub słabo przepuszczalnych. Sumaryczna miąższość warstwy wodonośnej w utworach permu nie przekracza 50 m. Temperatura wód dochodzi do 60-80°C (Rysunek 15), natomiast mineralizacja w stropie może kształtować się w granicach 150-250 g/dm^3 (Rysunek 16). Wysoka zawartość substancji mineralnych, a także możliwa obecność składników swoistych, takich jak brom i jod wskazuje na możliwość wykorzystania wód ze zbiornika permskiego do celów balneologicznych, a z uwagi na wysoką temperaturę wód – również do rekreacji. Główne typy hydrogeochemiczne to Cl-Ca i Cl-Na z jodem i/lub bromem. Przewodność hydrauliczna utworów wodonośnych jest niska i nie przekracza 10 m^2/s·10^{-5}. Wydajność potencjalnych ujęć geotermalnych może wynieść maksymalnie 10-20 m^3/h (Górecki red., 2006b).



Rysunek 15. Mapa temperatur w stropie permu w rejonie Wielunia (Górecki red., 2006a)



Rysunek 16. Mapa mineralizacji w stropie permu w rejonie Wielunia (Górecki red., 2006a)

Utwory permu przewiercono w niemal wszystkich analizowanych otworach zlokalizowanych w okolicach Wielunia, w związku z czym uzyskano obszerne dane o poziomie wodonośnym. Próbki do badań najczęściej pobierano z głębokości w przedziale 1900-2200 m. Właściwości fizyko-chemiczne i fizyko-dynamiczne ujętych wód ukształtowały się na podobnym poziomie. Mineralizacja solanek typu Cl-Na lub Cl-Na-Ca wahała się od 150 g/dm^3 do niemal 270 g/dm^3. Ponadto w wodach pobranych z utworów permu często odnotowywano podwyższoną zawartością jodu i bromu. Podczas próbnego pompowania dopływ wody do próbnika zmieniał się w zależności od opróbowanego interwału i maksymalnie wyniósł około 22 m^3/h przy ciśnieniu złożowym na poziomie 18-24 MPa. Temperaturę wód zmierzono jedynie w otworze Biała-3, wyniosła 79°C.

<u>Poziom wodonośny karbonu</u>

W rejonie Wielunia strop utworów karbonu występuje na głębokości poniżej 2000 m. Temperatura wód w stropie ujętej warstwy może dochodzić do 80°C, natomiast ich mineralizacja osiąga wartość 200-250 g/dm^3 (Górecki red., 2006b). Typ hydrogeochemiczny wód to głównie Cl-Na i Cl-Ca.

Do utworów karbonu dowiercono się otworami Wieluń 5 i Wierzchlas 3, jednak interwał, z którego pobrano próbki do badań obejmuje również utwory permu. Analiza wody z głębokości 2056,8-2172,6 m (Wieluń 5) wykazała obecność solanek o mineralizacji dochodzącej do 100 g/dm^3. Wielkość dopływu nie przekroczyła 1 m^3/h przy ciśnieniu złożowym wynoszącym około 23 MPa. Z głębokości 2255-2342 m (Wierzchlas 3) pobrano solanki o ogólnej zawartości

składników równej 250 g/dm^3. Przy ciśnieniu złożowym wynoszącym 24 MPa uzyskano przypływ wody o wydajności niewiele ponad 1 m^3/h.

Tabela 4. Parametry poziomów wodonośnych wód termalnych w rejonie Wielunia (na podst.: Górecki red., 2006a)

Poziom wodonośny	Głębokość stropu [m]	Miąższość warstwy wodonośnej [m]	Typ chemiczny wody	Mineralizacja w stropie [g/dm^3]	Wydajność [m^3/h]	Temperatura w stropie warstwy [°C]
Jura dolna	100-200	50-150	HCO3-Ca HCO3-Na-Ca HCO3-SO4-Ca-Na	0,2-2	110-130	15-20
Trias górny	150-500	100-200	Cl-Na Cl-Ca	10-20	40-50	15-25
Trias środkowy	400-1100	50-300	Cl-Na Cl-Ca	30-50	b.d.	30-45
Trias dolny	1200-1400	300-400	Cl-Na, I Cl-Ca, I	110-150	50-60	45-50
Perm dolny	1400-2000	do 50	Cl-Na, I Cl-Ca, I	150-250	0-20	60-80
Karbon	2000-2400	b.d.	Cl-Na Cl-Ca	200-250	b.d.	60-80

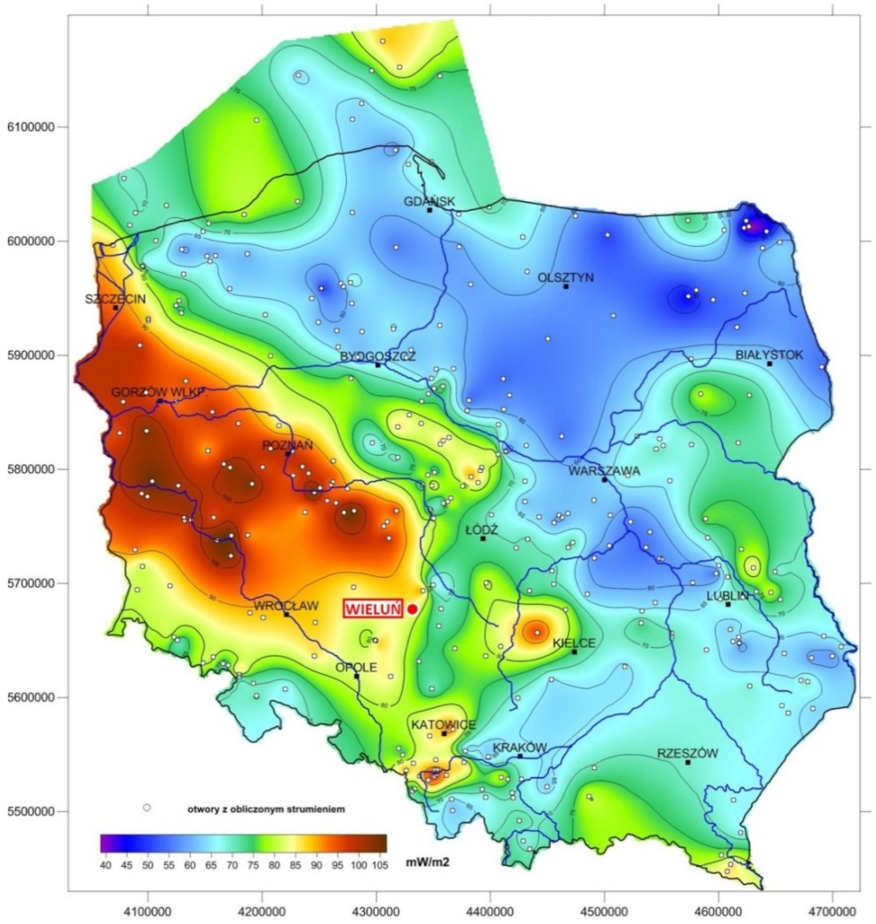
Tabela 5. Parametry wybranych wód głębokich poziomów wodonośnych w rejonie Wielunia (na podst. Banku Danych Wód Podziemnych Zaliczonych do Kopalin)

Otwór	Poziom wodonośny	interwał [m]	Mineralizacja [g/dm^3]	Typ chemiczny	Temperatura [^{o}C]	Wydajność [m^3/h]
Dymek IG-1	Jura dolna	758-765	0,25	HCO_3-Na-Ca	27,9	3
Kleszczów		1484-1620	8	Cl-Na	52	150
Gidle 5	Trias górny	1685-1725	20	Cl-Na-Mg-Ca	55	18
		2100-2154	295	Cl-Na-Mg	b.d.	b.d.
Bełchatów 7		1618-1627	6,00	Cl-Na-Ca	b.d.	b.d.
Bełchatów 11		1745-1750	32	Cl-Ca-Na	b.d.	b.d.
Wierzchlas 3	Trias środkowy	1330-1337	71,5	Cl-Na	b.d.	b.d.
Aleksandrów 1		1050-1068	5	SO_4-Ca-Na-Mg	b.d.	<0,1
Wieluń-6	Trias dolny	1995-2002	325	Cl-Na-Ca, Fe, I	b.d.	1

Wierzchlas 2		1924-1994	265	Cl-Na, I	b.d.	5
Wierzchlas 3	Perm	2078,2-2158,3	240	Cl-Na	b.d.	5
		2219-2242,5	250	Cl-Na	b.d.	b.d.
Wieluń 5		1790-1854,7	180	Cl-Na	b.d.	14
		2032,6-2052	150	Cl-Na	b.d.	22
Biała-2		2004-2025,8	170	Cl-Na	b.d.	2
		2020,3-2071	210	Cl-Na	b.d.	1,5
Biała-3		2000-2030,3	250	Cl-Na, I	79	8
Biała-5		1983-1998	260	Cl-Na	b.d.	1
		2045-2067	255	Cl-Na-Ca, I	b.d.	0,1
Wieluń 5	Karbon	2056,8-2172,6	100	Cl-Na, I	b.d.	<1
Wierzchlas 3		2255-2342	250	Cl-Na	b.d.	1

6. Warunki geotermiczne

Występowanie wód termalnych, które stanowią potencjalne źródło pozyskiwania energii, zależy od dwóch głównych czynników: geofizycznego – jakim jest ziemski strumień cieplny oraz związanych z nim temperatur ośrodka skalnego, a także czynnika hydrogeologicznego – stanowi go przewodność hydrauliczna poziomów wodonośnych oraz mineralizacja wód podziemnych (Szewczyk, 2007; Szewczyk, 2010). Na wartość samej temperatury wód podziemnych wpływ ma głębokość występowania poziomów wodonośnych, wartość strumienia cieplnego oraz własności termiczne skał w profilu geologicznym, a zwłaszcza ich przewodnictwo cieplne (Szewczyk, 2007). Powierzchniowy strumień cieplny posiada dwie składowe: kondukcyjną – związaną z przewodnictwem cieplnym skał i konwekcyjną, – w której ciepło jest przenoszone w wyniku ruchu wód podziemnych. Do głębokości 1500-2000 m wpływ na wartość gęstości strumienia cieplnego mogą mieć plejstoceńskie warunki paleoklimatyczne (Paczyński, Sadurski red., 2007). Stopień gęstości strumienia cieplnego Ziemi w rejonie Wielunia przyjmuje wartości na poziomie niespełna 85 mW/m^2 (Rysunek 17). Na obszarze kraju najwyższe wartości strumienia cieplnego dochodzą do 90-100 mW/m^2 i dotyczą monokliny przedsudeckiej, natomiast najniższe wartości wynoszą ok. 40 mW/m^2 i notowane są w północno-wschodniej rejonu suwalskiego (Szewczyk, 2007).

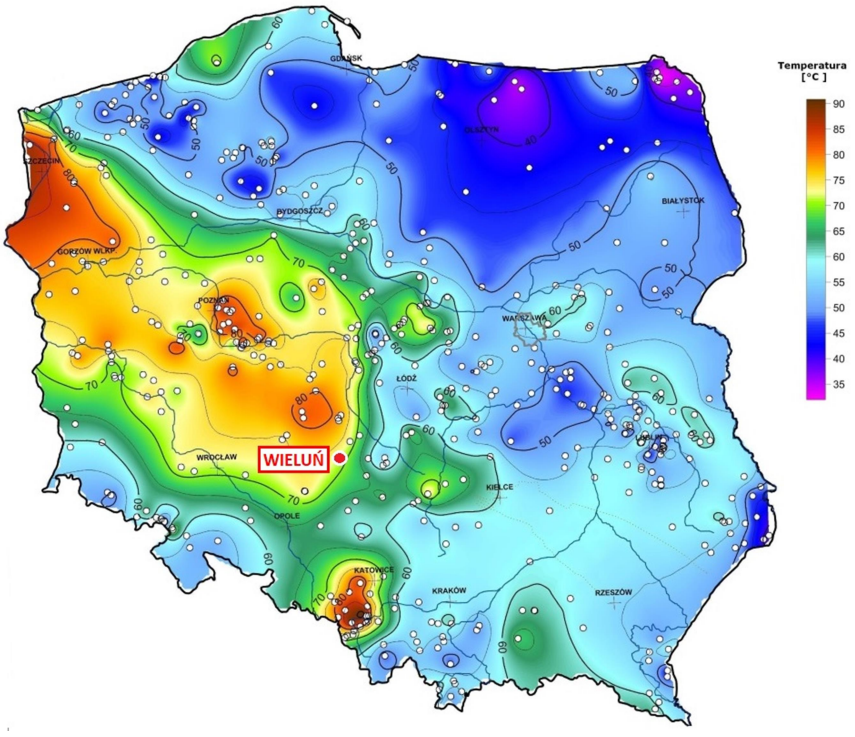


Rysunek 17. Mapa gęstości strumienia cieplnego w Polsce (Szewczyk, Gientka, 2009)

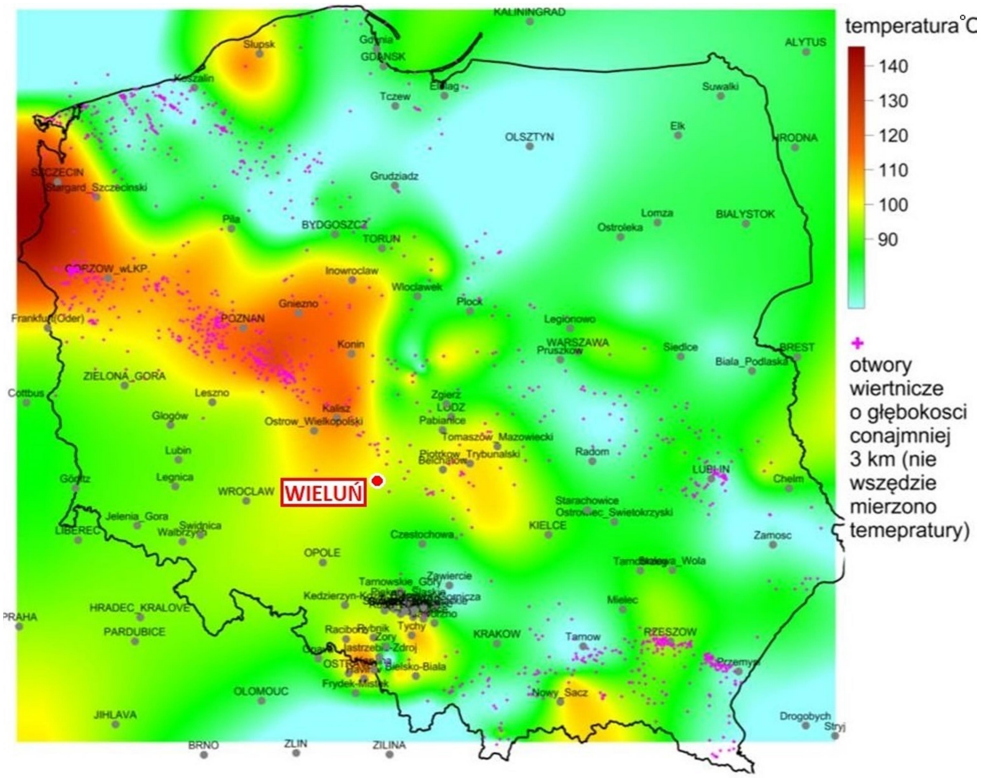
Wartość temperatury podpowierzchniowej w omawianym obszarze na głębokości 1000 m wynosi około 38°C, na głębokości 2000 m, wg różnych opracowań, mieści się w przedziale od 65 do 73°C, a na głębokości 3000 m osiąga nawet 100°C (Rysunek 18, 19) (Szewczyk, Gientka 2009; Szewczyk 2010; Górecki red., 2006b). Temperatury te zostały oszacowane na podstawie map bazujących na wynikach profilowań termicznych wykonanych w głębokich otworach wiertniczych oraz na podstawie badań geofizycznych. Należy jednak pamiętać, iż dla występowania wód termalnych, oprócz warunków termicznych, wynikających zarówno z procesów zachodzących we wnętrzu Ziemi, generujących strumień cieplny, jak i długookresowych zmian klimatycznych, najistotniejsze znaczenia mają warunki hydrogeologiczne określające możliwość występowania wód w środowisku skalnym, ich zasobność, odnawialność oraz systemy krążenia.

W przypadku Wielunia, perspektywy wykorzystania energii geotermalnej w klasycznej technologii (ze względu na korzystne parametry) występują w poziomach wodonośnych na głębokości do nieco ponad 2000 m (Górecki red., 2006b). Na większej głębokości, według aktualnej wiedzy, brak jest poziomów wodonośnych o parametrach hydrogeologicznych

pozwalających wykorzystać występujące tam wody w inwestycjach geotermalnych. Prognozuje się, że poniżej głębokości 3000 m brak będzie istotnych przypływów wód termalnych, co jest skutkiem diagenetycznego zaniku porowatości w skałach.



Rysunek 18. Mapa temperatury na głębokości 2000 m (Szewczyk, 2010)



Rysunek 19. Mapa temperatury na głębokości 3000 m (Górecki, red. nauk. 2012)

7. Występowanie i zagospodarowanie wód leczniczych, termalnych i solanek w Polsce

Zgodnie z obowiązującymi przepisami ustawy z dnia 9 czerwca 2011 r. *Prawo geologiczne*
i górnicze (Dz. U., 2019 poz. 868) wodami leczniczymi są wody podziemne zawierające:

- co najmniej 1000 mg/dm^3 substancji rozpuszczonych stałych i/lub;
- co najmniej 1 mg/dm^3 jodków i/lub;
- co najmniej 1 mg/dm^3 siarki dwuwartościowej i/lub;
- co najmniej 2 mg/dm^3 fluorków i/lub;
- co najmniej 10 mg/dm^3 żelaza dwuwartościowego i/lub;
- co najmniej 70 mg/dm^3 kwasu metakrzemowego i/lub;
- co najmniej 250 mg/dm^3 wolnego dwutlenku węgla i/lub;
- co najmniej 74 Bq/dm^3 radonu.

Oceny właściwości leczniczych wód podziemnych pod kątem właściwości zdrowotnych dokonuje się na podstawie udokumentowanych badań z okresu 24 miesięcy przed złożeniem wniosku o uzyskanie zaświadczenia potwierdzającego ich właściwości lecznicze. Zakres tych badań jest przedstawiony w rozporządzeniu Ministra Zdrowia z dnia 13 kwietnia 2006 r. *w sprawie zakresu badań niezbędnych do ustalenia właściwości leczniczych naturalnych surowców leczniczych i właściwości leczniczych klimatu, kryteriów ich oceny oraz wzoru świadectwa potwierdzającego te właściwości* (Dz. U. 2006 nr 80 poz. 565). Termalną jest zaś woda podziemna, która na wypływie z ujęcia ma temperaturę nie mniejszą niż 20°C.

Z przeprowadzonej analizy warunków hydrogeologicznych w rejonie Wielunia wynika, że najbardziej perspektywicznym zbiornikiem, z którego wody mogą być wykorzystane zarówno do celów balneoterapeutycznych, rekreacyjnych, jak i ciepłowniczych jest zbiornik geotermalny triasu dolnego, natomiast możliwe do wykorzystania do celów leczniczych i rekreacyjnych są wody z poziomu permu dolnego. Po przeprowadzeniu odpowiednich badań wód z obu poziomów przez wyspecjalizowany ośrodek badawczy i spełnieniu odpowiednich kryteriów, będą mogły zostać uznane za lecznicze.

Wody podziemne miasta Wielunia, mające znaczenie do wykorzystania w celach ciepłowniczych, rekreacyjnych lub leczniczych, reprezentują typ chlorkowy z możliwą obecnością składników swoistych nadających właściwości lecznicze, takich jak jodki czy żelazo dwuwartościowe.

Dominującym typem głęboko występujących wód podziemnych są wody chlorkowe. Na ich właściwości lecznicze wpływ ma w dużej mierze mineralizacja oraz obecność w nich

składników swoistych, głównie jodu, czasem również żelaza dwuwartościowego, a często także temperatury powyżej 20°C. Wykorzystanie wód chlorkowych w balneologii sięga czasów historycznych, a ich odkryciu sprzyjała obecność tzw. słonych źródeł oraz skupisk roślinności halofitowej. Z biegiem lat, w miarę rozwoju technik wiertniczych, występowanie wód chlorkowych stwierdzono na większych głębokościach, w otworach wykonywanych głównie w rejonach występowania złóż ropy naftowej oraz soli. W latach 50. XX w. zainicjowano na szerszą skalę wiercenie głębokich otworów badawczych, poszukiwawczych i hydrogeologicznych na terenie całego kraju. Dzięki przeprowadzeniu w nich tysięcy opróbowań możliwa stała się charakterystyka wód chlorkowych oraz opis warunków ich występowania, zwłaszcza w głębokich systemach wodonośnych w utworach paleozoiku i mezozoiku. Większość otworów została zlikwidowana, a jedynie część z nich przekazano uzdrowiskom, które nadal je eksploatują (m.in. Konstancin-Jeziorna, Polańczyk, Połczyn-Zdrój i Sopot).

Wody chlorkowe występują na terenie niemal całego kraju – na znacznej części prowincji platform prekambryjskiej i paleozoicznej, w Karpatach i zapadlisku przedkarpackim, na ogół poniżej poziomów wód zwykłych. W prowincji sudeckiej występują jedynie w skrajnie północno-zachodniej części, natomiast Tatry, pieniński pas skałkowy i Góry Świętokrzyskie, a także południowy fragment platformy prekambryjskiej (rejon wisznicki) są pozbawione tego typu wód. Praktycznie na całym obszarze występowania wód chlorkowych obserwuje się wzrost ich mineralizacji wraz z głębokością, a w strukturach basenowych także wzrost mineralizacji od brzegów basenu ku ich strefom osiowym (Dowgiałło, 2007a,b). Duża głębokość występowania i obecność w nadkładzie utworów nieprzepuszczalnych sprawia, że często w poziomach wodonośnych wód chlorkowych panują warunki artezyjskie.

Zróżnicowanie mineralizacji i typów chemicznych wód chlorkowych w poszczególnych prowincjach jest uzależnione m.in. od budowy geologicznej, tektoniki, głębokości występowania podłoża krystalicznego, obecności kompleksu nieprzepuszczalnych skał ordowiku i syluru oraz obecności facji salinarnych cechsztynu, a także od odległości od obszarów zasilania.

Chlorkowe wody zawierające jodki udokumentowane zostały w 37 złożach, ujmujących wody zarówno lecznicze, jak i termalne. Maksymalne zawartość jodków dochodzą w nich do 140 mg/dm^3 w złożu Dębowiec III (http://spd.pgi.gov.pl/PSHv8/). Wody żelaziste obecne są w sumie w 16 złożach wód chlorkowych, w większości ujmujących wody lecznicze, a także jedynym złożu z żelazistymi wodami termalnymi, czyli w Pyrzycach. Zawartość żelaza dwuwartościowego dochodzi w tych złożach do 162 mg/dm^3. Najwyższe stężenia, przekraczające 100 mg/dm^3, notowane są w złożu Busko II oraz Iwonicz.

Wody chlorkowe charakteryzują się szerokim spektrum zastosowania. Wykorzystywane

są w balneoterapii na obszarze 16 uzdrowisk: Busku-Zdroju, Ciechocinku, Goczałkowicach-Zdroju, Gołdapi, Inowrocławiu, Kamieniu Pomorskim, Kołobrzegu, Konstancinie-Jeziorna, Połczynie-Zdroju, Rabce-Zdroju, Solcu-Zdroju, Sopocie, Świnoujściu, Uniejowie, Ustce oraz Ustroniu (Felter i in., 2019). Ponadto do celów leczniczych wody chlorkowe wykorzystywane są w kilku miejscowościach nieposiadających statusu uzdrowiska: Lesie Winiarskim, Maruszy, Rzeszowie i Wełninie oraz w jedynym w Polsce sanatorium uzdrowiskowym urządzonym w podziemnym wyrobisku górniczym w Wieliczce. Zasadniczymi zabiegami z użyciem wód chlorkowych są: kąpiele lecznicze, zarówno wannowe, jak i basenowe, inhalacje, w tym również inhalacje okołotężniowe, kuracja pitna oraz płukania przyzębia. Wody chlorkowe Ciechocinka i Inowrocławia butelkowane są jako naturalne wody mineralne o mineralizacji odpowiednio: 3,4 i 1,6 g/dm^3, typu Cl-Na i Cl-HCO_3-Ca-Na. Wody chlorkowe wykorzystywane są także w ciepłownictwie w trzech komunalnych ciepłowniach geotermalnych w: Pyrzycach, Stargardzie oraz Uniejowie, a także w dwóch lokalnych systemach geotermalnych w Cudzynowicach i Kleszczowie. Szczególnym zainteresowaniem w ostatnich latach cieszą się powstające baseny geotermalne. Wody chlorkowe do celów rekreacyjnych wykorzystywane są w 9 miejscowościach: Inowrocławiu, Konstancinie-Jeziorna, Lidzbarku Warmińskim, Maruszy, Poznaniu, Tarnowie Podgórnym, Uniejowie, Ustce i Wełninie. Są to wody o temperaturze na wypływie od 21 do 67°C. W niektórych przypadkach wody te zawierają także inne składniki swoiste takie jak: siarkowodór, żelazo dwuwartościowe oraz jodki. Szczególnie w ostatnich latach odnotowuje się wzrost zainteresowania wykorzystaniem wód zaliczonych do kopalin przy wytwarzania produktów zdrojowych. Produkowane są zarówno sole lecznicze i butelkowane lecznicze solanki, jak i preparaty kosmetyczno-pielęgnacyjne. Na bazie wód chlorkowych produkty te wytwarzane są w: Busku-Zdroju, Ciechocinku, Dębowcu, Inowrocławiu, Kołobrzegu, Lesie Winiarskim, Rabce-Zdroju, Solcu-Zdroju, Świnoujściu, Ustroniu, Wełninie, Wieliczce oraz Zabłociu. Podobnie jak w przypadku wykorzystania wód do celów rekreacyjnych, także te wody zawierają składniki swoiste takie jak: siarkowodór, fluorki, żelazo dwuwartościowe, jodki, a także kwas metakrzemowy. Ich mineralizacja mieści się w przedziale od 1 do 135 g/dm^3. Wyjątkowym sposobem wykorzystania wód chlorkowych jest ich zastosowanie przy produkcji ryb ciepłolubnych w Trzęsaczu, gdzie użytkowane są wody chlorkowe o mineralizacji 12,5 g/dm^3 i temperaturze 25°C.

Występowanie wód chlorkowych na znacznych głębokościach sprawia, że mają one charakter wód termalnych. Wody takie występują zarówno na obszarze prowincji platformy prekambryjskiej (Ustka, Krynica Morska, Frombork, Lidzbark Warmiński i Gołdap), platformy paleozoicznej (m.in. Kleszczów, Pyrzyce, Skierniewice, Stargard Szczeciński, Tarnowo Podgórne

i Toruń), jak i w Karpatach (w utworach paleogeńskich i/lub mezozoicznych m.in. w Lubatówce, Porębie Wielkiej i Rabce-Zdroju oraz w podłożu fliszu w Jaworzu i Ustroniu) wraz z zapadliskiem przedkarpackim (Busko-Zdrój) (Felter i in., 2019). Temperatura tych wód na wypływie wynosi od 20°C w Dziwnówku do 92°C w Koninie. Tak szeroki zakres temperatur umożliwia wykorzystanie wód chlorkowych zarówno w geotermii tej lokalnej, jak i dużych ciepłowniach geotermalnych (Cudzynowice, Kleszczów, Pyrzyce, Stargard i Uniejów), rekreacji (Inowrocław, Konstancin-Jeziorna, Lidzbark Warmiński, Marusz, Poznań, Tarnowo Podgórne, Uniejów i Ustka), jak i do celów leczniczych (Busko-Północ, Ciechocinek, Gołdap, Inowrocław, Konstancin, Marusza, Rabka-Zdrój, Uniejów, Ustka, Ustroń) oraz do wytwarzania produktów zdrojowych (Ciechocinek i Rabka-Zdrój).

Wszystkie wody chlorkowe o mineralizacji powyżej 35 g/dm^3 są określane mianem solanek, choć zgodnie z przepisami ustawy *Prawo geologiczne i górnicze* z 2011 r. (Dz. U., 2019 poz. 868) pojęcie to stosowane jest jedynie do wód ze złoża Łapczyca. Mineralizacja wód ze złoża Łapczyca dochodzi do 170 g/dm^3, zawierają one w swoim składzie również jodki i żelazo. Wykorzystywane są do wytwarzania produktów zdrojowych, jakimi są sole lecznicze (Felter i in., 2019).

Wody podziemne osiągające na wypływie z ujęć temperaturę 20°C lub wyższą udokumentowano na obszarze kraju w ponad 70 eksploatowanych ujęciach. Ze względu na właściwości fizyczno-chemiczne oraz sposób wykorzystania są one zaliczane do kopalin, jako wody lecznicze (lecznicze wody termalne) lub jako wody termalne. Z uwagi na niewielką liczbę ujęć eksploatacyjnych, zasadnicze znaczenie dla rozpoznania warunków geotermicznych i złożowych oraz obszarów perspektywicznych do ujmowania wód termalnych, mają badania wykonane w kilku tysiącach głębokich otworów hydrogeologicznych, badawczych i poszukiwawczych. Przy wykorzystaniu pochodzących z nich informacji opracowano serię atlasów geotermalnych obejmujących Niż Polski (Górecki, 2006a, b), Karpaty Zachodnie (Górecki, 2011), zapadlisko przedkarpackie (Górecki, 2012) oraz Karpaty Wschodnie (Górecki, 2013), stanowiącą kompendium wiedzy o wodach termalnych, energii geotermalnej oraz możliwościach ich wykorzystania.

Temperatura wód podziemnych jest zależna od głębokości występowania poziomów wodonośnych, wartości strumienia cieplnego oraz właściwości termicznych skał w profilu geologicznym, a zwłaszcza ich przewodnictwa cieplnego (Szewczyk, 2007).

Występowanie wód termalnych w Polsce jest związane z trzema głównymi jednostkami geologicznymi: platformą paleozoiczną oraz Sudetami i Karpatami wraz z ich przedgórzami (Felter i in., 2019).

Platforma prekambryjska, z uwagi na budowę geologiczną oraz warunki geotermiczne, charakteryzuje się ogólnie słabymi warunkami pod względem występowania i ujmowania tego rodzaju wód. Nie oznacza to jednak całkowitego braku możliwości ujęcia wód termalnych. W kilku miejscach, w północnej części prowincji, w regionie basenu bałtyckiego i wyniesienia Łeby, w utworach mezozoiku oraz permu, w otworach o głębokości od 426 do 984 m ujęto wody typu Cl–Na,(I),(F) o temperaturze na wypływie wynoszącej od 21°C (otw. Lidzbark Warmiński GT-1) do 24°C (otw. Frombork IGH-1 i Krynica IG-1) i mineralizacji od 1,0 do 38,8 g/dm^3.

W odróżnieniu od platformy prekambryjskiej, platforma paleozoiczna charakteryzuje się zdecydowanie korzystniejszymi warunkami występowania wód termalnych. Wody te występują tu w osadowych skałach mezozoiku i paleozoiku, tworzących rozległe nieckowate struktury o charakterze zbiorników, tj. synklinoria szczecińsko-miechowskie oraz brzeżne, rozdzielone antyklinorium środkowopolskim. Szczególnie korzystnymi warunkami do ujmowania wód termalnych cechują się zbiorniki kredy dolnej i jury dolnej, zwłaszcza w północno-zachodniej i środkowej części synklinorium szczecińsko-miechowskiego i niecki warszawskiej (położonej na obszarze synklinorium brzeżnego) oraz w północnej części monokliny przedsudeckiej. Mimo znacznej głębokości występowania poziomów zbiornikowych i ich izolacji od powierzchni terenu są one zasilane wodami infiltracyjnymi. Obszarami zasilania są przede wszystkim strefy brzeżne struktur, w których skały osadowe tworzą wychodnie pod osadami kenozoiku, oraz strefy tektoniczne (Ciężkowski, Kapuściński, 2011). Wody przepływając z brzeżnych części basenów ku ich osiom ulegają mineralizacji i ogrzaniu oraz mieszaniu z wodami wgłębnymi.

W Sudetach i na obszarze bloku przedsudeckiego zasadnicze znaczenie dla formowania wód termalnych ma tektonika blokowa, która powodowała powstanie wydźwigniętych obszarów zasilania oraz głębokich rozłamów skał krystalicznych. Rozłamy te umożliwiają infiltrację wód opadowych w głąb górotworu, ich podziemny przepływ wzdłuż spękań, dzięki czemu możliwe jest przeniesienie ciepła z ośrodka skalnego o wyższej temperaturze oraz, lokalnie, drenaż ogrzanych wód w obrębie obniżeń terenu, w strefach krzyżowania się uskoków. Tego rodzaju systemy formowania się wód termalnych są określane mianem infiltracyjnych systemów hydrogeotermicznych (Dowgiałło, 2008). Głębokość przepływu wód termalnych Sudetów oszacowano na podstawie średniego gradientu geotermicznego wynoszącego ok. 2,5°C/100 m, na co najmniej 2500–3000 m, a w okolicach Lądka-Zdroju na ponad 4000 m (Ciężkowski i in., 2011). Cechami charakterystycznymi wód termalnych Sudetów jest ich występowanie na różnych głębokościach oraz niska mineralizacja. Wodom tym towarzyszy nierzadko dwutlenek węgla, radon oraz podwyższone wartości fluorków, siarczków i kwasu metakrzemowego. Dlatego też niemal wszystkie znane ich wystąpienia są zaliczane do grupy wód leczniczych

(Dowgiałło, 2001).

Warunki występowania i formowania wód termalnych na obszarze prowincji karpackiej są bardzo zróżnicowane z uwagi na styl budowy geologicznej tej części kraju. Najkorzystniejsze warunki występowania wód termalnych na obszarze Karpat dotyczą głównie niecki podhalańskiej. W Karpatach wewnętrznych obszarem infiltracyjnego zasilania wód podziemnych jest obszar Tatr. Wody, systemem szczelin, migrują w rejon niecki, gdzie część ich strumienia trafia do skał zbiornikowych i ogrzewa się wraz ze wzrostem głębokości przepływu. Skałami zbiornikowymi niecki podhalańskiej są wapienie i dolomity triasu, piaskowce i skały węglanowe jury oraz utwory eocenu węglanowego zalegające pod serią utworów fliszu podhalańskiego (Chowaniec i in., 1997, 2011; Kępińska, 2001; Małecka, 2003). Wraz z odległością od strefy zasilania w związku z obecnością szczelnej bariery, jaką stanowi pieniński pas skałkowy zmniejsza się prędkość przepływu wód, co powoduje zróżnicowanie ich składu chemicznego i temperatury w północnej i południowej części zbiornika (Chowaniec, 2009).

W Karpatach zewnętrznych wody termalne występują zarówno w utworach fliszowych, jak i w skałach ich podłoża. Cechują się zdecydowanie słabszymi parametrami hydrogeologicznymi od spotykanych w niecce podhalańskiej. Skomplikowana budowa geologiczna sprawia, że wody termalne są rozpoznawane raczej punktowo, zwykle w uprzywilejowanych strefach, związanych m.in. z nieciągłościami tektonicznymi. Charakteryzują się wysoką mineralizacją, ograniczonymi zasobami i brakiem lub słabą odnawialnością. Z dotychczasowych badań wynika, że flisz zewnętrznokarpacki jest mało perspektywicznym kolektorem do uzyskania wód termalnych w znaczących ilościach (Chowaniec, 2009; Hajto, 2014). Relatywnie korzystne warunki występują w rejonie Rabki-Zdroju i Poręby Wielkiej. W rejonie Karpat wschodnich, w Lubatówce udokumentowano występowanie niespotykanych w tej części kraju termalnych wód kwasowęglowych o temperaturze w przedziale 21–25°C. Dość dobre warunki występowania wód termalnych istnieją także w podłożu zachodniej części Karpat zewnętrznych, gdzie wody są związane ze spękanymi i skrasowiałymi dolomitami i wapieniami dewońskimi oraz zlepieńcami miocenu.

W zapadlisku przedkarpackim wody termalne występują w utworach miocenu, mezozoiku oraz paleozoiku. Charakteryzują się zróżnicowaną temperaturą wynoszącą od 20 do ponad 60°C oraz wysoką mineralizacją, która w głębszych poziomach może przekraczać 250 g/dm^3 (Sowiżdżał, Górecki, 2013). Występowanie wód termalnych w tym regionie udokumentowano jedynie w otworze Busko C-1 w Busku-Zdroju. Z utworów kredy jest eksploatowana lecznicza woda siarczkowa o temperaturze dochodzącej na wypływie do 25°C.

Mianem solanek w hydrogeologii określane są wszystkie wody, których mineralizacja

przekracza 35 mg/dm^3, natomiast zgodnie z zapisami ustawy *Prawo geologiczne i górnicze* z 2011 r. pojęcie solanek jest stosowane jedynie w odniesieniu do wód występujących w złożu w Łapczycy znajdującym się w zapadlisku przedkarpackim, które są wykorzystywane do pozyskiwania określonych pierwiastków i substancji chemicznych.

Wody termalne mają swoje zastosowanie przede wszystkim w ciepłownictwie oraz rekreacji. Do najistotniejszych czynników warunkujących efektywność funkcjonowania ciepłowni geotermalnych należą parametry hydrogeologiczne poziomów wodonośnych, takie jak temperatura wód i ich zasobność (Felter i in., 2019). Do celów ciepłowniczych wody termalne zaczęto wykorzystywać od początku lat 90. XX w. Od tego momentu w kraju powstało 6 komunalnych ciepłowni geotermalnych, w których wykorzystywane są wody o maksymalnej temperaturze na wypływie od 41 do 86°C. Znajdują się one w: Bańskiej Niżnej, Mszczonowie, Poddębicach, Pyrzycach, Stargardzie i Uniejowie. W ostatnich latach uruchomiono także 3 lokalne geotermalne systemy ciepłownicze służące do zaopatrywania w ciepło pojedynczych budynków. Zlokalizowane są one w: Cudzynowicach, Karpnikach oraz Kleszczowie. Temperatura wykorzystywanych wód jest nieznacznie niższa i wynosi od 28 do 54°C. Mineralizacja wód wykorzystywanych w geotermii jest bardzo zróżnicowana, waha się w przedziale od 0,5 g/dm^3 do 132 g/dm^3. Są to wody zarówno chlorkowe, siarczanowe, jak i wodorowęglanowe, czasem zawierające składniki swoiste jak siarkowodór lub radon. Łączne zasoby eksploatacyjne ujęć wynoszą od 60 do 960 m^3/h, w przypadku ciepłowni komunalnych oraz od 4 d 150 m^3/h, dla ciepłowni lokalnych. Wody z ciepłowni w Bańskiej Niżnej, Pyrzycach, Stargardzie i Uniejowie, po wykorzystaniu, są zatłaczane do górotworu.

Wody termalne są również licznie wykorzystywane w ośrodkach sportowo-rekreacyjnych (Felter i in., 2019). Aktualnie w kraju istnieje 19 takich obiektów, zlokalizowanych w 17 miejscowościach: Bańska Niżna (2 ośrodki), Białka Tatrzańska, Bukowina Tatrzańska, Jelenia Góra, Inowrocław, Konstancin Jeziorna, Lidzbark Warmiński, Marusza, Mszczonów, Poddębice, Poznań, Tarnowo Podgórne, Uniejów, Ustka, Witów, Wręcza, Zakopane (2 ośrodki). Są w nich wykorzystywane zarówno wody termalne, jaki i lecznicze termalne. Ponadto w Lądku-Zdroju i Ustroniu funkcjonują lecznicze baseny termalne będące częścią Zakładów Przyrodoleczniczych, z których można korzystać również do celów rekreacyjnych. Obecnie do celów rekreacyjnych wykorzystywane są wody o temperaturze na wypływie z ujęć od 21 do 86°C i mineralizacji od 0,4 do 79,0 g/dm^3. W przypadku gdy temperatura wody na wypływie z ujęcia jest zbyt niska, aby można ją było od razu zastosować, takie wody są podgrzewane, natomiast gdy temperatura jest zbyt wysoka trafiają do basenów po uprzednim schłodzeniu, np. w instalacji służącej do produkcji ciepła, jak to ma miejsce w Bańskiej Niżnej, Uniejowie i Poddębicach.

Jedynym uzdrowiskiem wykorzystującym wody termalne jest Uniejów (Felter i in., 2019). Na jego terenie leczone są choroby ortopedyczno-urazowe, układu nerwowego, reumatologiczne, naczyń obwodowych i skóry. Wody wykorzystywane są do kąpieli wannowych, basenowych oraz inhalacji. Wody termalne, będące równocześnie wodami chlorkowymi wykorzystywane są w Trzęsaczu w procesie hodowli ryb ciepłolubnych.

CZĘŚĆ III. MOŻLIWOŚĆ ZAGOSPODAROWANIA WÓD PODZIEMNYCH ZALICZONYCH DO KOPALIN

8. Możliwości zagospodarowania wód termalnych i leczniczych w Wieluniu

Na podstawie badań wód podziemnych przeprowadzonych w głębokich otworach badawczych zlokalizowanych w rejonie Wielunia, a także analizy dostępnej literatury, wynika, że wody termalne i potencjalnie lecznicze występują w zbiorniku triasu dolnego.

Zbiornik triasu dolnego, według analiz przeprowadzonych w otworach badawczych, charakteryzuje się występowaniem wód o zróżnicowanej mineralizacji wynoszącej od 265 g/dm^3 (w otworze Wierzchlas 2, badana woda została pobrana zarówno z utworów triasu dolnego jak i permu górnego) do 325 g/dm^3 (w otworze Wieluń-6, oddalonym od Wielunia o 25 km na NE). Występujące wody to wody chlorkowe typu Cl-Na, I lub Cl-Na-Ca, Fe, I. Podczas wierceń nie wykonano pomiarów temperatur, jednak na podstawie danych z innych otworów wiertniczych można przypuszczać, że temperatura w stropie utworów triasu może wynosić ok. 45-50°C (Górecki red., 2006a). Temperatura w spągowej części będzie odpowiednio wyższa, jednak prawdopodobnie nie przekroczy 80°C. Warto jednak zaznaczyć, iż temperatura na wypływie będzie niższa od temperatury w złożu co najmniej o 2-3°C. Różnica temperatur w złożu i na powierzchni jest zależna m.in. od wydajności otworu eksploatacyjnego oraz od zasobów eksploatacyjnych planowanego ujęcia. Wydajność potencjalnego ujęcia w Wieluniu powinna wynosić około 50-60 m^3/h (Górecki red., 2006a).

W utworach permu występują wody o mineralizacji wynoszącej od 40 do 250 g/dm^3 (średnio 150-180 g/dm^3). Są to wody chlorkowo-sodowe lub chlorkowo-sodowo-wapniowe, bardzo często z podwyższoną zawartością jodków i bromków. W okolicznych otworach wiertniczych nie mierzono na ogół temperatury wód na wypływie z otworu. Można jednak przyjąć, że temperatura wód w utworach permu w okolicy Wielunia może dochodzić nawet do 80°C w złożu (Górecki red., 2006b). Wydajność potencjalnego ujęcia w Wieluniu określa się na 10 m^3/h (Górecki red., 2006b).

Chlorkowe wody termalne występujące w utworach triasu dolnego mogą zostać wykorzystane do celów rekreacyjnych (napełnianie niecek basenów), produkcji ciepła (na

potrzeby ośrodka rekreacyjnego i ewentualnie innych, pojedynczych obiektów), a także w balneoterapii – lecznictwie, rehabilitacji i profilaktyce. Chociaż temperatura wód w utworach permskich jest znacznie większa, to prawdopodobna niska wydajność uniemożliwia wykorzystanie wód tego poziomu do celów ciepłowniczych. Wysoka mineralizacja oraz obecność składników swoistych takich jak jod powodują, iż wody te mogą z powodzeniem zostać wykorzystane w balneoterapii.

8.1. Balneoterapia

W rejonie Wielunia najprawdopodobniej występują zmineralizowane wody chlorkowe. Wody tego typu są z powodzeniem wykorzystywane w balneologii w 16 uzdrowiskach w kraju. Do najbardziej znanych należą m.in. Ciechocinek, Konstancin-Jeziorna, Rabka-Zdrój, Sopot czy Ustroń. Charakterystyczna dla wód chlorkowych jest obecność innych składników swoistych, przede wszystkim jodków. Niektóre wody chlorkowe są bogate także w żelazo dwuwartościowe, siarkę dwuwartościową lub dwutlenek węgla. W przypadku kilku uzdrowisk lecznicze wody chlorkowe są równocześnie wodami termalnymi o temperaturze na wypływie od 21°C (w Ustce) do 67°C (w Uniejowie).

Wody chlorkowe, także te wzbogacone w jod, są z powodzeniem wykorzystywane w terapii wielu schorzeń (Tabela 6). Szczególnie często są podstawą w leczeniu chorób ortopedyczno-urazowych, układu nerwowego, reumatologicznych, kardiologicznych i nadciśnienia oraz dermatologicznych. W tych schorzeniach wody chlorkowe są wykorzystywane głównie w formie kąpieli wannowych i basenowych. Wody chlorkowe, jodkowe są surowcem leczniczym także w przypadku chorób górnych i dolnych dróg oddechowych i stosuje się je w formie inhalacji (np. tężni). Przy dolegliwościach układu trawienia i chorobach kobiecych skuteczne są kuracje pitne i irygacje (płukanki). Kąpiele solankowe mają potwierdzone działanie relaksujące. Zmniejszają pobudliwość nerwów czuciowych i ruchowych, poprawiają ukrwienie skóry i regulują ciśnienie krwi.

Wody wykorzystywane do kuracji leczniczych powinny spełniać pewne kryteria, które różnią się w zależności od celu ich przeznaczenia. Temperatura wód w specjalistycznych wannach wynosi zwykle 36-38°C, a w większych basenach waha się pomiędzy 28 a 42°C. Do kąpieli leczniczych na ogół wykorzystuje się wody o mineralizacji 30-80 g/dm^3, natomiast przy chorobach skórnych mineralizacja wód używanych podczas zabiegu wynosi nawet 100 g/dm^3. Do kuracji pitnych mineralizacja ogólna wód jest dużo mniejsza (maksymalnie 15 g/dm^3). W przypadku inhalacji i płukań stężenie substancji rozpuszczonych w wodzie nie przekracza 20-30 g/dm^3. Wody chlorkowe w okolicy Wielunia charakteryzują się dużo wyższą mineralizacją

(nawet do 250 g/dm^3), jednak możliwe jest ich rozcieńczenie do uzyskania odpowiedniego dla danej kuracji stężenia.

Tabela 6. Kierunki lecznicze uzdrowisk wykorzystujących lecznicze wody chlorkowe

uzdrowiska / choroby	Busko-Zdrój	Ciechocinek	Goczałkowice-Zdrój	Gołdap	Inowrocław	Kamień Pomorski	Kołobrzeg	Konstancin Jeziorna	Polańczyk	Rabka-Zdrój	Solec-Zdrój	Sopot	Świnoujście	Uniejów	Ustka	Ustroń
ortopedyczno-urazowe	■	■	■	■	■	■	■		■	■	■	■	■	■	■	■
układu nerwowego	■	■	■	■	■	■	■	■	■		■	■	■	■	■	■
reumatologiczne	■	■	■	■	■	■	■		■	■	■	■	■	■	■	■
kardiologiczne i nadciśnienie	■	■		■	■	■	■	■	■	■		■	■		■	■
naczyń obwodowych		■												■		■
górnych dróg oddechowych		■					■	■	■	■			■		■	■
dolnych dróg oddechowych				■		■	■		■	■		■	■		■	■
układu trawienia				■	■											
cukrzyca		■					■		■	■						■
otyłość		■					■			■			■			■
endokrynologiczne							■		■				■		■	
osteoporoza	■	■	■				■				■	■	■			■
skóry	■						■			■	■		■	■		
kobiece		■		■												

Do zabiegów balneoterapeutycznych zużywane są niewielkie objętości wód (w porównaniu np. z zapotrzebowaniem ciepłowni geotermalnej). Na ogół wydajność ujęć zaopatrujących uzdrowisko w wodę nie przekracza kilku m^3/h.

Zabiegi lecznicze, rehabilitacyjne i profilaktyczne stosowane w uzdrowiskach przy wykorzystaniu naturalnych surowców leczniczych cieszą się coraz większym zainteresowaniem pacjentów. Wzrost zamożności i starzenie się społeczeństwa będą wpływały na jeszcze większy rozwój turystyki uzdrowiskowej oraz rynku *spa&wellness* w naszym kraju. Ważnym dla rozwoju ewentualnego uzdrowiska w Wieluniu jest brak konkurencji w okolicy miasta. Najbliżej położone uzdrowisko, Uniejów, znajduje się w odległości ok. 100 km od Wielunia.

Wody podziemne Wielunia ze względu na prawdopodobną wysoką mineralizację oraz podwyższoną temperaturę, z powodzeniem mogą zostać wykorzystane w balneoterapii do kuracji leczniczych w różnych formach, jednak konieczne może okazać się rozcieńczanie solanki.

8.2. Rekreacja

Do celów rekreacyjnych są stosowane zmineralizowane wody chlorkowe o podwyższonej temperaturze, dzięki której nie ma konieczności ich podgrzewania przed dostarczeniem do basenów. Biorąc pod uwagę warunki hydrogeologiczne występujące w okolicach Wielunia należy stwierdzić, iż istnieje możliwość uzyskania wód o odpowiednio wysokiej temperaturze i zagospodarowania ich w rekreacji. Poziom wodonośny triasu dolnego charakteryzuje się odpowiednią wydajnością do zaopatrzenia basenów termalnych. Pod uwagę można brać także zbiornik permu dolnego, jednak ze względu na niższą wydajność jego perspektywiczność jest uzależniona od wielkości inwestycji i zapotrzebowania na wodę. Informacje dotyczące pozostałych parametrów wód wykorzystywanych do celów rekreacyjnych zaprezentowano w tabeli 7.

Tabela 7. Przydatność wód podziemnych w lecznictwie i rekreacji
(a - Paczyński, Płochniewski, 1996; b - Górecki red., 2006a)

a)

Basen	Temperatura [°C]	Mineralizacja [g/dm^3]
Rekreacyjny	24-30	≤35
Rekreacyjno-leczniczy	28-32	≤35-40
Leczniczy	28-37	<50

b)

Kąpiel	Temperatura [°C]	Mineralizacja [g/dm^3]
Rekreacyjna	24-30	<35
Rekreacyjno-lecznicza	28-32	<40
Lecznicza	28-42	≤60

Dodatkowo w tabeli 8 przedstawiono informacje na temat geotermalnych ośrodków rekreacyjnych wykorzystujących termalne wody chlorkowe.

Tabela 8. Zestawienie informacji o geotermalnych ośrodkach rekreacyjnych wykorzystujących termalne wody chlorkowe (Felter i in., 2019)

Nazwa ośrodka / Rok otwarcia	Miejscowość / Otwór eksploatacyjny	Temp. wody na wypływie / w basenie [°C]	Informacje o basenach termalnych
Aquapark (Grand Lubicz) / 2016*	Ustka / Ustka IGH-1	21 / ok. 32	1 całoroczny basen rekreacyjny wraz z basenem zewnętrznym o łącznej powierzchni 364 m²
Basen solankowy EVA Park Life & SPA / 2016	Konstancin-Jeziorna / Warszawa IG-1	35 / 29	1 całoroczny basen wewnętrzny o wymiarach 14,0x9,5 m i głębokości 1,35 m
Inowrocławska Terma / 2013	Inowrocław / IL-1 Źródło Solankowe	23,5 / 28-31	Część kryta i otwarta o całkowitej powierzchni wynoszącej 176,0 m^2, o głębokości od 1,1 do 1,6 m z dwoma torami o szerokości 3 m i długości 9 m; obiekt czynny sezonowo

Nazwa ośrodka / **Rok otwarcia**	**Miejscowość** / **Otwór eksploatacyjny**	**Temp. wody na wypływie** / **w basenie [°C]**	**Informacje o basenach termalnych**
Solanki Grudziądz / 2006	Marusza (Grudziądz) / Grudziądz IG-1	40 / 32-36	3 baseny: główny, z przeciw prądem i brodzik dla dzieci wypełnione wodą o mineralizacji 20-40 g/dm^3 oraz jacuzzi z wodą o mineralizacji 79 g/dm^3; całkowita powierzchnia basenów – 120 m^2; głębokość do 1,2 m; woda wymaga podgrzania przed podaniem do basenów
Tarnowskie Termy / 2015	Tarnowo Podgórne / Tarnowo Podgórne GT-1	43 / do 36	Basen o długości 25 m oraz mniejszy do nauki pływania
Termy Maltańskie / 2011 (2013)*	Poznań / Swarzędz IGH-1	36 / 28-34	3 baseny – wewnętrzny, całoroczny basen Zewnętrzny oraz sezonowy basen Zewnętrzny; pozostałe baseny (łącznie 15, w tym sportowy basen olimpijski) wypełnione wodami zwykłymi; całkowita powierzchnia basenów 4 931 m^2
Termy Uniejów / 2008	Uniejów / Uniejów PIG/AGH-2	67 / 33-36	2 baseny solankowe o łącznej powierzchni 349 m^2 i głębokości 1,1-1,2 m
Uzdrowisko Ustroń / 1995	Ustroń / U-3, U-3a	21-23 / ok. 30	2 baseny większe o wymiarach 18,5x12,5 m i pojemności 120 m^3 oraz 1 mały o średnicy 5,9 m i pojemności 19 m^3 i drugi o wymiarach 8,5x4,3 m i pojemności 24 m^3; przed podaniem do basenu wody są rozcieńczane do stężenia 3-4%

* Rok rozpoczęcia wykorzystywania wód termalnych w obiekcie

Wykorzystywanie wód termalnych do zaopatrzenia ośrodków rekreacyjnych, nastawionych na masową turystykę jest w Polsce stosunkowo nowym zjawiskiem. Dotychczasowe doświadczenia nie pozwalają w pełni skutecznie prognozować rozwoju branży na przyszłość, jednak pozwalają na określenie rysujących się tendencji (Hałaj, Kępińska, 2013). Inwestycje w kąpieliska termalne charakteryzują się wysokim stopniem rentowności praktycznie od początku funkcjonowania działalności. Potwierdzeniem jest wysoki stopień kredytowania takich inwestycji przez banki, czego przykładem są m.in. Termy Szaflary czy Termy Uniejów.

Na rozwój ośrodków geotermalnych duży wpływ ma także atrakcyjność turystyczna danego regionu. W Polsce wyraźnie obserwuje się szybszy rozwój kompleksów zlokalizowanych na Podhalu w porównaniu z ośrodkami nizinnymi. Dobrze rozwinięta baza turystyczna oraz ilość turystów przekładają się bezpośrednio na wysoki obrót w ośrodkach geotermalnych. Ważnym elementem jest także dostępność komunikacyjna, która jest zdecydowanie większa w niżowej części Polski.

Jak pokazują krajowe doświadczenia większość klientów odwiedzających poszczególne ośrodki geotermalne dojeżdża do nich z miejsca zamieszkania średnio od 60 do 90 minut. Dla

ośrodków turystycznych, jako miejsce zamieszkania należy rozumieć w pierwszej kolejności miejsce zakwaterowania. W związku z tym o prawdziwej konkurencji rynkowej pomiędzy poszczególnymi ośrodkami w Polsce można mówić tylko w obrębie Podhala. Na tym obszarze ze względu na ich bezpośrednie sąsiedztwo dochodzi do bezpośredniej walki o klienta. W pozostałej części kraju zasięgi dojazdu w czasie od 60 do 90 minut pokrywają się w bardzo niewielkim stopniu (Rysunek 20).

Rysunek 20. Dostępność ośrodków geotermalnych (Huculak, 2013)

W okolicy Wielunia nie ma żadnego ośrodka wykorzystującego wody termalne do celów rekreacyjnych. Jest to istotny aspekt, ponieważ potencjalny kompleks rekreacyjny w tym miejscu nie miałby naturalnej konkurencji. Dojazd samochodem do potencjalnego ośrodka w Wieluniu z Częstochowy zajmowałby około 60 minut, biorąc pod uwagę aktualne warunki komunikacyjne.

Podsumowując, można stwierdzić, iż w rejonie Wielunia wody termalne mogą zostać ujęte do celów rekreacyjnych z utworów triasu dolnego, jednak należy mieć na uwadze konieczność rozcieńczenia wód.

8.3. Ciepłownictwo

Czynnikami geologicznymi sprzyjającymi powodzeniu inwestycji związanych z produkcją ciepła przy wykorzystaniu wód termalnych jest duża wydajność ujęć, wynosząca co najmniej 60-80 m^3/h oraz możliwie wysoka temperatura wód na wypływie i niska mineralizacja. Dobremu wynikowi ekonomicznemu tego rodzaju przedsięwzięć szczególnie sprzyja kaskadowe wykorzystanie wód do celów towarzyszących, czyli rekreacji i balneoterapii.

Jednym z niekorzystnych czynników wpływających na możliwość wykorzystania wód i powodzenie inwestycji jest wysoka mineralizacja, powodująca agresywność wody wobec niektórych materiałów konstrukcyjnych użytych do budowy otworów eksploatacyjnych oraz kolmatację przestrzeni porowych stref przyfiltrowych otworów chłonnych, powodującą częściową utratę zdolności chłonnych górotworu. Jednak współczesna technologia potrafi przeciwdziałać temu procesowi i wysoka mineralizacja całkowicie nie przekreśla powodzenia inwestycji geotermalnej.

W Polsce funkcjonuje obecnie 9 ciepłowni geotermalnych, w tym 6 komunalnych (Tabela 9). Cztery z nich działają w oparciu o zamknięty system eksploatacji złożone z jednego lub dwóch dubletów geotermalnych, tj. par otworów eksploatacyjnego i chłonnego, służącego do odprowadzania schłodzonych wód do górotworu (Rysunek 21). Jedynie w Mszczonowie i Poddębicach, gdzie wody termalne charakteryzują się niską mineralizacją, zastosowane zostały systemy otwarte. Budowa otworów chłonnych w sposób istotny podnosi koszty inwestycji, dlatego też opracowywane są inne metody utylizacji schłodzonych wód, w tym poprzez ich odsalanie (Bujakowski, Tomaszewska, 2009). Rozwiązania alternatywne budzą zrozumiałe nadzieje wśród potencjalnych inwestorów, należy jednak pamiętać, że zatłaczanie wykorzystanych wód do górotworu służy nie tylko utylizacji słonych wód, które ze względu na mineralizację nie mogą zostać zrzucone do wód powierzchniowych, lecz również ochronie zasobów głęboko występujących poziomów wodonośnych o ograniczonej odnawialności.

Tabela 9. Zestawienie informacji o ciepłowniach geotermalnych w Polsce (wg stanu na 2018 r.; Felter i in., 2019)

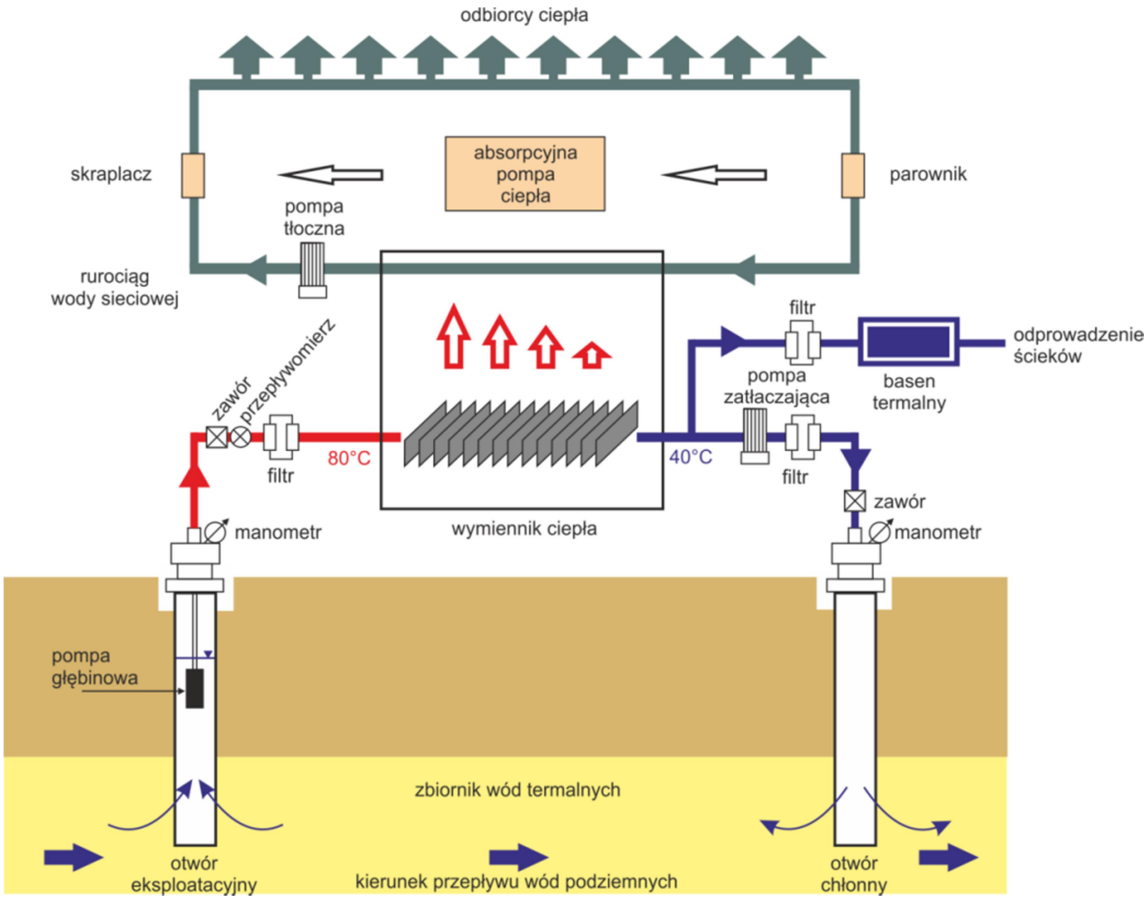
Nazwa instalacji / Rok powstania	Rodzaj instalacji / Otwór eksploatacyjny / Otwór chłonny	Łączne zasoby ekspl. [m^3/h] / Maksymalna temp. wody na wypływie [°C]	Moc zainstalowana[1]		Towarzyszące wykorzystanie wody
			całkowita	z geotermii	
			MW_t	MW_t	
Bańska / 1994	1 dublet 1 triplet Bańska IG-1 Bańska PGP-1 Bańska PGP-3 Biały Dunajec PAN-1 Biały Dunajec PGP-2	960 / 86	80,8	40,7	geotermalny kompleks rekreacyjny
Cudzynowice[2] / 2015	jednootworowa / Cudzynowice GT-1	82 / 28	brak danych	brak danych	brak
Karpniki[2] / 2016	jednootworowa / Karpniki KT-1	44 / 54	brak danych	brak danych	brak
Kleszczów[2] / 2016	jednootworowa / Kleszczów GT-1	150 / 52	brak danych	brak danych	brak
Mszczonów / 2001	jednootworowa / Mszczonów IG-1	60 / 41	10,2	2,7	geotermalny kompleks rekreacyjny
Poddębice / 2013	jednootworowa / Poddębice GT-2	252 / 71	3,8	3,8	geotermalny basen rekreacyjny
Pyrzyce / 1996	2 dublety Pyrzyce GT-1 Pyrzyce GT-3 Pyrzyce GT-2 Pyrzyce GT-4	340 / 62	48,0	14,8	brak
Stargard / 2005[3]	1 dublet Stargard GT-2 Stargard GT-1	200 / 69	10,0	10,0	brak
Uniejów / 2006	1 triplet Uniejów PIG/AGH-2 Uniejów IGH-1 Uniejów PIG/AGH-1	120 / 67	5,0	3,2	geotermalny kompleks rekreacyjny, zabiegi lecznicze

[1] na podstawie Kępińskiej, 2013

[2] lokalne geotermalne systemy ciepłownicze

[3] powtórne uruchomienie po zmianach właścicielskich w 2012 r.

Wody termalne wykorzystywane w krajowych ciepłowniach geotermalnych charakteryzują się temperaturą na wypływie z ujęć od 40 do 86°C i mineralizacją od 0,5 do niemal 130 g/dm^3. Zasoby eksploatacyjne ujęć służących do zaopatrzenia ciepłowni wynoszą od 60 do 550 m^3/h. W przypadku instalacji w Pyrzycach i Bańskiej-Niżnej, dysponujących odpowiednio dwoma i trzema otworami eksploatacyjnymi, łączne zasoby wynoszą 340 m^3/h i 960 m^3/h. W Poddębicach, Bańskiej-Niżnej, Mszczonowie i Uniejowie wody termalne są wykorzystywane również w geotermalnych ośrodkach rekreacyjnych. W ostatniej z wymienionych miejscowości ofertę usług świadczonych w oparciu o wody termalne, które uzyskały świadectwo potwierdzające ich właściwości lecznicze, uzupełniają dodatkowo zabiegi balneoterapeutyczne, a samo miasto posiada status uzdrowiska.



Rysunek 21. Schemat funkcjonowania instalacji ciepłowni geotermalnej wykorzystującej dublet otworów (Felter i in., 2019)

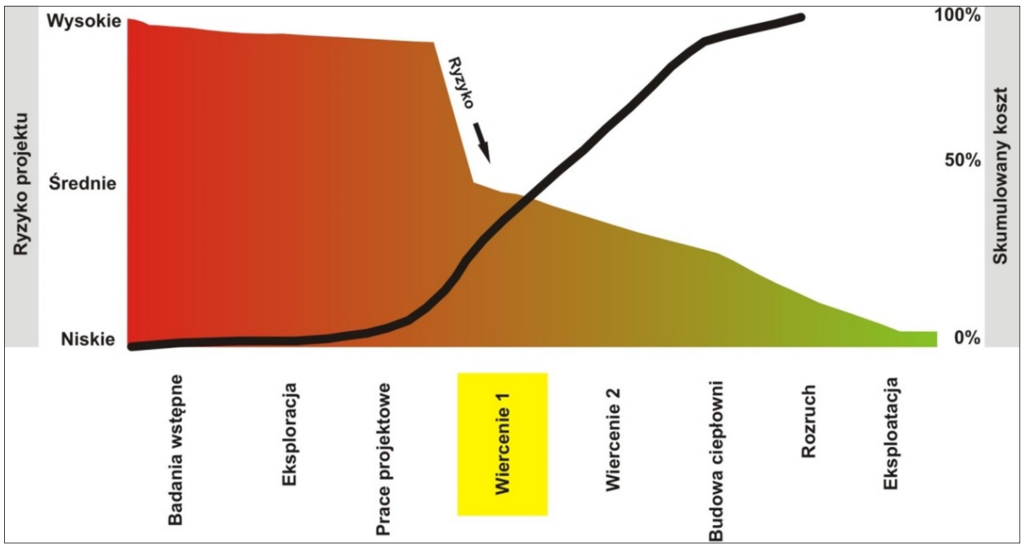
Przedsięwzięcia związane z ujmowaniem i wykorzystywaniem wód termalnych charakteryzują się wysokimi kosztami początkowymi i dużym ryzykiem gospodarczym, lecz pomimo tego cieszą się coraz większym zainteresowaniem ze strony potencjalnych inwestorów, którzy zwykle planują wykorzystanie wód do produkcji ciepła oraz dodatkowo w rekreacji.

Realizacja tego rodzaju przedsięwzięć jest możliwa między innymi dzięki publicznemu wsparciu finansowemu dedykowanemu samorządom.

W przypadku Wielunia wydaje się, iż jedynie w poziomie wodonośnym triasu dolnego mogą występować wody mające ewentualne zastosowanie w komunalnej ciepłowni geotermalnej. Wody te charakteryzują się dość korzystną temperaturą (ok. 50°C w złożu) i szacunkową wydajnością na poziomie około 50-60 m^3/h. Wysoka mineralizacja tego poziomu (minimum 110 g/dm^3) dodatkowo będzie utrudniać wykorzystanie wód termalnych do celów ciepłowniczych. Pozostałe poziomy wodonośne mają wyraźnie gorsze parametry temperatury wód lub wydajności potencjalnego ujęcia, które negatywnie wpływają na powodzenia przedsięwzięcia w postaci budowy ciepłowni.

9. Ryzyko inwestycyjne

Przedsięwzięcia związane z ujmowaniem i zagospodarowywaniem wód podziemnych zaliczonych do kopalin są obarczone ryzykiem ekonomicznym właściwym dla wszystkich inwestycji gospodarczych. Głównymi elementami tego ryzyka są warunki geologiczne i hydrogeologiczne. Wynika to z ich niedostatecznego rozpoznania, które może skutkować nieosiągnięciem oczekiwanego efektu w postaci ujęcia wody o określonych parametrach eksploatacyjnych. Ryzyko to utrzymuje się na wysokim poziomie do momentu wykonania wiercenia. Dopiero po jego wykonaniu w praktyce można ocenić wartość parametrów eksploatacyjnych ujmowanych wód termalnych (Rysunek 22).



Rysunek 22. Geologiczne ryzyko inwestycyjne w trakcie procesu inwestycyjnego

Podstawę rozpoznania warunków występowania wód zaliczonych do kopalin oraz wód zmineralizowanych i swoistych na obszarze kraju stanowią głównie istniejące ujęcia wód podziemnych oraz głębokie otwory badawcze, w których przeprowadzono badania parametrów złożowych. Wyniki tych badań pozwalają na wskazanie obszarów predysponowanych do lokalizowania inwestycji zmierzających do wykorzystania tego typu wód.

Ryzyko geologiczne oraz koszty prac związanych z ujmowaniem wód zaliczonych do kopalin mogą zostać zredukowane w przypadku zagospodarowania istniejących i dotychczas niewykorzystywanych ujęć. Ograniczeniem w przypadku tego rodzaju inwestycji jest brak rozpoznania stanu technicznego „starych" otworów wiertniczych, kwestie własności gruntów, na których są położone oraz lokalizacja, niekiedy niegwarantująca optymalnych warunków dla ekonomicznego powodzenia przedsięwzięcia związanego z ich wykorzystaniem. Przy zagospodarowywaniu wód zaliczonych do kopalin, w celu wiarygodnego określenia perspektywy powodzenia przedsięwzięcia, obok wskaźników geologiczno-złożowych, należy uwzględnić szereg innych kryteriów, takich jak uwarunkowania środowiskowe, techniczne, ekonomiczne oraz społeczne, które można określić mianem gospodarczego ryzyka inwestycyjnego (Socha, 2008).

9.1. Geologiczne ryzyko inwestycyjne

Geologiczne ryzyko inwestycyjne w przypadku Wielunia, pomimo dość dobrego rozpoznania otworami wiertniczymi, należy uznać za umiarkowane ze względu na niewielką ilość badań hydrogeologicznych wykonanych w tych otworach. Istniejące, archiwalne wyniki badań hydrogeologicznych wskazują na prawdopodobieństwo występowania zmineralizowanych wód termalnych o parametrach fizyczko-chemicznych pozwalających rozważać ich gospodarcze wykorzystanie w ciepłownictwie, rekreacji i potencjalnie w lecznictwie.

W związku z powyższym wnioski dotyczące ryzyka geologicznego opracowano na podstawie publikacji o charakterze regionalnym (Bojarski red., 1996; Górecki red., 2006a, b) (Tabela 10), wspomagając się informacjami uzyskanymi z wiercenia otworów:

- Aleksandrów-1 (18 km na południe od miasta Wieluń),
- Wieluń-5 (2, 5 km na północny zachód od miasta Wieluń),
- Wierzchlas 2 (4, 5 km na wschód od miasta Wieluń),
- Uników-2 (18 km na północ od miasta Wieluń).

Na podstawie badań archiwalnych za najbardziej perspektywiczny należy uznać poziom wodonośny triasu dolnego. Poziom ten jest predysponowany do wykorzystania w ciepłownictwie i rekreacji, potencjalnie także w lecznictwie. Ze względu na wysoką mineralizację wód tego poziomu (w stropie dochodzącą do około 110-150 g/dm^3), aby nadawały się do wykorzystania

w nieckach basenowych i kąpielach wannowych muszą być rozcieńczane. Za korzystne należy uznać prawdopodobne występowanie jonów jodu w wartościach farmakologicznie istotnych.

Tabela 10. Parametry poziomów wodonośnych wód termalnych w rejonie Wielunia (na podst.: Górecki red., 2006a)

Poziom wodonośny	Głębokość stropu [m]	Miąższość warstwy wodonośnej [m]	Typ chemiczny wody	Mineralizacja w stropie [g/dm^3]	Wydajność [m^3/h]	Temperatura w stropie warstwy [°C]
Jura dolna	100-200	50-150	HCO3-Ca HCO3-Na-Ca HCO3-SO4-Ca-Na	0,2-2	110-130	15-20
Trias górny	150-500	100-200	Cl-Na Cl-Ca	10-20	40-50	15-25
Trias środkowy	400-1100	50-300	Cl-Na Cl-Ca	30-50	b.d.	30-45
Trias dolny	**1200-1400**	**300-400**	**Cl-Na, I Cl-Ca, I**	**110-150**	**50-60**	**45-50**
Perm dolny	1400-2000	do 50	Cl-Na, I Cl-Ca, I	150-250	0-20	60-80
Karbon	2000-2400	b.d.	Cl-Na Cl-Ca	200-250	b.d.	60-80

W utworach triasu dolnego występują wody typu Cl-Na o mineralizacji w stropie od około 110 do 150 g/dm^3. Maksymalna zawartość składników biofilnych bromu i jodu przekracza wartości farmakodynamicznie istotne. Temperatura wód w stropie utworów triasu dolnego prawdopodobnie dochodzi do 45-50°C. W analizowanych otworach Wieluń 5 (trias dolny 1029-1720 m), Wierzchlas 2 (trias dolny 752-1943 m), Aleksandrów 1 (trias dolny 1395-1405 m), Uników 1 (trias dolny 1255-1943 m) utwory triasu dolnego charakteryzują się dużą zmiennością litologiczną, co może skutkować niższymi wydajnościami, jednocześnie posiadają znaczne miąższości. Przewidywana wydajność z utworów triasu dolnego powinna zawierać się w przedziale 50-60 m^3/h.

Poziom wodonośny triasu dolnego ze względu korzystną temperaturę i wydajności kształtujące się w granicach 50-60 m^3/h jest predysponowany do wykorzystania w ciepłownictwie. Największym ryzkiem geologicznym obarczony jest parametr wydajności, ze względu na niedostateczną liczbę wiarygodnych badań archiwalnych w tym zakresie. Jednak

wydajność około 50-60 m^3/h z utworów triasu dolnego na tym terenie należy uznać za wysoce prawdopodobną (Górecki red., 2006b). Działalność balneoterapeutyczna i rekreacyjna wymaga znacznie mniejszych wydajności niż ciepłownictwo, a zatem prognozowana wartość w przypadku poziomu wodonośnego triasu dolnego jest całkowicie wystarczająca dla inwestycji uzdrowiskowej i rekreacyjnej. W przypadku ciepłowni i kompleksu rekreacyjnego wydajność z ujęcia na poziomie 60 m^3/h należy uznać za parametr na minimalnym poziomie zabezpieczającym zapotrzebowanie. Przykładem krajowym o podobnych parametrach eksploatacyjnych jest ciepłownia i miejski kompleks basenowy w Mszczonowie. A zatem można zakładać zagospodarowanie wód termalnych w Wieluniu, poza celami ciepłowniczymi również w rekreacji i potencjalnie w balneoterapii.

9.2. Gospodarcze ryzyko inwestycyjne

Gospodarcze ryzyko inwestycyjne w przypadku budowy ciepłowni geotermalnej dla Wielunia należy uznać za niskie, ponieważ oprócz korzystnych parametrów wód termalnych miasto posiada ciepłownię i sieć ciepłowniczą z istotnym rynkiem odbiorców. „Energetyka Cieplna” w Wieluniu jest spółką z ograniczoną odpowiedzialnością, powołaną w roku 1992. Udziałowcami Spółki są: Gmina Wieluń, Wieluńska Spółdzielnia Mieszkaniowa oraz "TRANSBED" Spółka z o.o. z siedzibą w Pyrzowicach.

Wytwarzanie ciepła w wieluńskiej ciepłowni prowadzone jest w dwóch źródłach ciepła o łącznej mocy zainstalowanej 51, 46 MW scharakteryzowanych jako (www.ec-wielun.pl):

- źródło ciepła nr 1 – kotłownia zlokalizowana w Wieluniu przy ul. Ciepłowniczej, wyposażona w trzy kotły wodne WR-25, o łącznej mocy zainstalowanej 51,1 MW, opalane węglem kamiennym (www.ec-wielun.pl);
- źródło ciepła nr 2 – kotłownia lokalna zlokalizowana w Wieluniu przy ul. Przejazd, wyposażona w trzy kotły wodne „ISKRA”, o łącznej mocy zainstalowanej 0,36 MW, opalane węglem kamiennym (www.ec-wielun.pl).

Przesył i dystrybucja ciepła, wytworzonego w źródle nr 1, odbywa się siecią zlokalizowaną na terenie miasta Wielunia, w której nośnikiem ciepła jest woda o maksymalnej temperaturze 130°C w rurociągu zasilającym i 70°C w rurociągu powrotnym. Łączna długość sieci cieplnej wysokoparametrowej 130/70°C wynosi 41,367 km, w tym sieci preizolowane 28,325 km. Długość sieci cieplnej niskoparametrowej (instalacje zewnętrzne za grupowymi węzłami cieplnymi) wynosi 6,809 km, z czego 3,436 km to sieci preizolowane (www.ec-wielun.pl).

Istnienie tak rozbudowanej infrastruktury przesyłowej jest niezwykle korzystne dla ogólnej oceny racjonalności projektu ciepłowni geotermalnej w Wieluniu. Ze względu na fakt, że sieć

przesyłowa jest w standardzie 130/70°C należy projektować wykorzystanie potencjału energetycznego wód termalnych na tak zwanym powrocie. Rozwiązanie to skutecznie stosowane jest w ciepłowni w Stargardzie.

Gospodarcze ryzyko inwestycyjne w przypadku obiektów uzdrowiskowych i rekreacyjnych jest bardzo trudno identyfikowalne. Czynnikami pozytywnie wpływającymi na poziom ryzyka dla takich inwestycji jest położenie miejscowości, sieć komunikacyjna, obiekty rekreacyjno-wypoczynkowe oraz atrakcje turystyczne i unikalna przyroda. Biorąc pod uwagę powyższe należy uznać, iż Wieluń posiada bardzo korzystne warunki do budowy kompleksu rekreacyjnego. Za bardzo sprzyjające dla tego typu inwestycji należy uznać przede wszystkim położenie miejscowości w połowie drogi między dwiema dużymi aglomeracjami, łódzką i wrocławską, co gwarantuje stale wysoką liczbę osób zainteresowanych korzystaniem z takiego obiektu. Dojazd samochodem z centrum Łodzi do Wielunia zajmuje około 80 minut, natomiast z Wrocławia około 90 minut (www.google.pl/maps).

Wieluń posiada także dobre warunki do aktywnego wypoczynku i rekreacji w oparciu o walory przyrodnicze. Turyści chcący aktywnie spędzić czas odwiedzając Wieluń mogą udać się na kryty basen lub do skatepark, a zimą pojeździć na łyżwach. Warto też wybrać się do Lasku Miejskiego lub na spacer Szlakiem Jury Wieluńskiej czy też Szlakiem Bursztynowym. W Wieluniu zachowały się liczne zabytki. Układ przestrzenny miasta zachował swój historyczny, średniowieczny układ z rynkiem w miejscu centralnym. Oprócz tego warto w Wieluniu zobaczyć mury obronne, oraz fragmenty XIV-wiecznych fortyfikacji, m.in. Bramy Krakowskiej czy Baszty Prochownia (www.polskieszlaki.pl).

Potencjalnego rynku osób zainteresowanych wypoczynkiem i rekreacją w Wieluniu należy upatrywać wśród mieszkańców aglomeracji łódzkiej, częstochowskiej i wrocławskiej, czemu sprzyjają dobre połączenia drogowe. Należy przyjąć, że potencjalni goście kompleksu rekreacyjno-balneoterapeutycznego zainteresowani dłuższym pobytem będą korzystać z bazy noclegowej w Wieluniu i okolicach.

Potencjalny kompleks rekreacyjno-balneoterapeutyczny w Wieluniu będzie działał w warunkach konkurencji z kompleksem w Uniejowie i Poddębicach. Jednak przy odpowiednim doborze profilu działalności nie powinno to istotnie ograniczać rozwoju. Sytuacja ta jednak może zmienić się w chwili gdyby podobny kompleks powstał w bliższej odległości od Wielunia. Możliwości tego typu posiada miasto Sieradz, gdzie wykonano pozytywny odwiert geotermalny jednak póki co planuje się tam wykorzystywać wody termalne tylko w celach energetycznych.

Rynek odbiorców usług rekreacyjnych i balneoterapeutycznych w Łodzi, Częstochowie i Wrocławiu jest na tyle szeroki, aby mógł z powodzeniem funkcjonować w Wieluniu ośrodek

rekreacyjno-balneoterapeutyczny, jednak wymaga to bardzo precyzyjnych badań potrzeb użytkowników i właściwego profilowania działalności potencjalnego obiektu. W związku z tym należy uznać, iż cel inwestycyjny w postaci budowy kompleksu rekreacyjno-balneoterapeutycznego w Wieluniu, jest uzasadniony, jednocześnie obarczony istotnym ryzykiem inwestycyjnym.

10. Proces uzyskania statusu uzdrowiska/obszaru ochrony uzdrowiskowej

Wymagania, jakie należy spełnić, aby uzyskać status uzdrowiska lub obszaru ochrony uzdrowiskowej określa ustawa z dnia 28 lipca 2005 r. o lecznictwie uzdrowiskowym, uzdrowiskach i obszarach ochrony uzdrowiskowej oraz o gminach uzdrowiskowych (Dz.U. 2017 poz. 1056, j.t.).

Uzdrowisko to obszar wydzielony w celu wykorzystania oraz ochrony znajdujących się tam naturalnych surowców leczniczych. Na terenie uzdrowiska musi być także prowadzone lecznictwo uzdrowiskowe rozumiane jako zorganizowana działalność, polegająca na udzielaniu świadczeń opieki zdrowotnej z zakresu leczenia lub rehabilitacji uzdrowiskowej.

Aby uzyskać status uzdrowiska dany obszar musi spełniać następujące warunki:

1) Posiadać złoża naturalnych surowców leczniczych o potwierdzonych właściwościach leczniczych, np. wód leczniczych, torfów;
2) Charakteryzować się specyficznym klimatem o potwierdzonych leczniczych właściwościach;
3) Dysponować urządzeniami i zakładami lecznictwa uzdrowiskowego gotowymi do prowadzenia działalności (lecznictwa) uzdrowiskowego;
4) Posiadać infrastrukturę techniczną w zakresie gospodarki wodno-ściekowej, energetycznej transportu zbiorowego oraz prowadzić gospodarkę odpadami;
5) Spełniać wymagania dotyczące środowiska.

Jeżeli podmiot spełnia powyższe warunki, z wyjątkiem posiadania urządzeń i zakładów lecznictwa uzdrowiskowego, to może się ubiegać o uzyskanie statusu obszaru ochrony uzdrowiskowej.

Uzdrowiska i obszary ochrony uzdrowiskowej ze względu na specyfikę funkcjonowania poddane są pewnym ograniczeniom prawnym. Obostrzenia mają na celu ochronę naturalnych surowców leczniczych oraz zapewnienie dobrych warunków środowiskowych do prowadzenia lecznictwa uzdrowiskowego. W związku z tym, w ich obrębie wydziela się trzy strefy ochrony uzdrowiskowej:

- strefa „A”,
- strefa „B”,

- strefa „C”.

W **strefie „A”** zlokalizowane są (lub planowane) zakłady i urządzenia lecznictwa uzdrowiskowego oraz wszelkie inne obiekty, które służą lecznictwu uzdrowiskowemu lub obsłudze pacjenta (np. pensjonaty, restauracje). Procentowy udział terenów zielonych w strefie „A” powinien wynosić co najmniej 65%. Strefa ta jest poddana szczególnym restrykcjom. Zabrania się budowania w niej:

- budynków mieszkalnych,
- garaży wolnostojących,
- obiektów handlowych o powierzchni powyżej 400 m^2,
- stacji paliw i punktów dystrybucji produktów naftowych,
- autostrad i dróg ekspresowych,
- parkingów naziemnych o liczbie miejsc postojowych większej niż 15% miejsc noclegowych w szpitalach uzdrowiskowych lub obiektach noclegowych oraz jednocześnie nie większej niż 30 miejsc,
- parkingów naziemnych o liczbie większej niż 10 miejsc postojowych w przypadku obiektów usługowych,
- wszelkich obiektów, które mogą znacząco oddziaływać na środowisko (np. warsztaty samochodowe, wędzarnie), z wyjątkiem obiektów, które służą poprawie stanu sanitarnego uzdrowiska,
- zapór piętrzących wodę na rzekach,
- elektrowni wodnych i wiatrowych.

Nie można także prowadzić składowisk odpadów, punktów skupu złomu czy produktów rolnych, składów nawozów sztucznych, środków chemicznych i opału. Zakazuje się uruchamiania pól biwakowych i campingowych oraz budowy domków turystycznych i campingowych. Ograniczenia dotyczą także prowadzenia targowisk (z wyjątkiem sprzedaży pamiątek oraz wyrobów ludowych i regionalnych w specjalnie do tego przeznaczonych miejscach). Zabrania się prowadzenia działalności rolniczej oraz hodowlanej. Organizacja rajdów samochodowych i motocyklowych jest bezwzględnie zakazana. Zabrania się również organizacji innych imprez masowych, które mogą zakłócać proces leczenia lub rehabilitacji uzdrowiskowej, a także innych działalności o charakterze rozrywkowym naruszających ciszę nocną. Ustawowo zabroniona jest wycinka drzew leśnych i parkowych, z wyjątkiem cięć pielęgnacyjnych.

Strefa „B” przylega do strefy „A” i stanowi jej bezpośrednie otoczenie. Jest to obszar przeznaczony dla działalności, która nie wywiera negatywnego wpływu na właściwości lecznicze uzdrowiska lub obszaru ochrony uzdrowiskowej oraz nie jest uciążliwa dla pacjentów (np.

obiekty usługowe, turystyczne, rekreacyjne czy sportowe). Udział terenów zielonych w strefie „B" wynosi nie mniej niż 50%.

W strefie „B" zabrania się budowania stacji paliw w odległości mniejszej niż 500 m od granicy strefy „A" oraz parkingów naziemnych o liczbie miejsc postojowych większej niż 50 (z wyjątkiem parkingów wielopoziomowych). Zakazany jest także wyrąb drzew leśnych i parkowych (z wyjątkiem wyrębu określonego w planie urządzenia lasu i cięć pielęgnacyjnych). Tak samo jak w strefie „A", zabrania się budowy dużych obiektów handlowych o powierzchni powyżej 400 m^2. Nie można uruchamiać składowisk odpadów, punktów skupu złomu i produktów rolnych, składów nawozów sztucznych środków chemicznych i opału.

W **strefie „C"**, stanowiącej bezpośrednie otoczenie strefy „B", udział terenów biologicznie czynnych wynosi co najmniej 45%. Strefa ta ma wpływ na zachowanie walorów krajobrazowych i klimatycznych, a także na ochronę złóż surowców leczniczych. W strefie tej zabrania się wyrębu drzew leśnych i parkowych, z wyjątkiem działań pielęgnacyjnych lub określonych w planie urządzenia lasu.

Dodatkowo **we wszystkich trzech strefach** kategorycznie zabrania się budowania zakładów przemysłowych. Jeżeli na terenie którejkolwiek ze stref występują surowce mineralne inne niż surowce lecznicze, to ich eksploatacja jest niemożliwa. Zabronione jest również prowadzenie wszelkich działań, które powodują niekorzystną zmianę istniejących stosunków wodnych (np. roboty melioracyjne) oraz działań mających negatywny wpływ na fizjografię uzdrowiska, jego układ urbanistyczny czy właściwości lecznicze klimatu.

Na etapie wyznaczania powyższych stref należy brać pod uwagę ustalenia przyjęte w innych aktach planistycznych, tak by nie doprowadzić do sytuacji, że akty normatywne podejmowane przez jednostki samorządu terytorialnego będą się wzajemnie wykluczać.

Proces uzyskania statusu uzdrowiska wiąże się z podjęciem konkretnych działań przez gminę. Decyzje te możemy podzielić na decyzje o charakterze kosztowym i bezkosztowym.

Do **decyzji bezkosztowych** zaliczamy:

- podjęcie uchwały Rady Gminy/Miasta o przystąpieniu do prac związanych z uzyskaniem przez gminę/miasto statusu uzdrowiska lub statusu obszaru ochrony uzdrowiskowej,
- uzyskanie informacji w Ministerstwie Zdrowia czy istnieją przesłanki, aby utworzyć w gminie uzdrowisko (stwierdzenie posiadania odpowiednich przestrzeni i wskaźników zieleni umożliwiających utworzenie poszczególnych stref ochrony uzdrowiskowej).

Do **decyzji kosztowych** należą:

- wykonanie ujęcia wód leczniczych wraz z odpowiednią dokumentacją hydrogeologiczną,

- wykonanie badań wód podziemnych i uzyskanie świadectwa potwierdzającego właściwości lecznicze wody. Świadectwo takie można uzyskać jedynie w instytucjach uprawnionych przez Ministra Zdrowia. Ocena właściwości leczniczych wód jest przeprowadzona na podstawie wyników badań prowadzonych w okresie 24 miesięcy przed złożeniem wniosku o potwierdzenie tych właściwości (Dz.U. 2018 poz. 605),
- wykonanie badań klimatu wraz z uzyskaniem świadectwa od jednego z uprawnionych przez Ministra Środowiska instytutów potwierdzającego jego właściwości lecznicze. Ocena właściwości leczniczych klimatu jest przeprowadzona na podstawie wyników badań prowadzonych w okresie 24 miesięcy przed złożeniem wniosku o potwierdzenie tych właściwości (Dz.U. 2018 poz. 605),
- utworzenie obszaru i terenu górniczego oraz powołanie uzdrowiskowego zakładu górniczego,
- w przypadku ubiegania się o status uzdrowiska budowa zakładu lecznictwa uzdrowiskowego wraz z doprowadzeniem do niego wód leczniczych. Jeżeli gmina ubiega się jedynie o status obszaru ochrony uzdrowiskowej to posiadanie zakładu lecznictwa uzdrowiskowego nie jest konieczne,
- przygotowanie procesu utylizacji wykorzystanych wód w przypadku ubiegania się o status uzdrowiska. Jeśli gmina stara się uzyskać jedynie status obszaru ochrony uzdrowiskowej punkt ten nie jest wymagany,
- opracowanie operatu uzdrowiskowego.

Operat uzdrowiskowy należy przedstawić Ministrowi Zdrowia w celu zaopiniowania przede wszystkim przebiegu granic stref ochrony uzdrowiskowej oraz kierunków leczniczych określonych w oparciu o posiadane świadectwa. Po uzyskaniu pozytywnej opinii o możliwości prowadzenia lecznictwa uzdrowiskowego i uzyskaniu statusu uzdrowiska lub obszaru ochrony uzdrowiskowej na drodze decyzji Prezesa Rady Ministrów wnioskodawca jest zobowiązany w określonym terminie do opracowania **statutu uzdrowiska**. Statut ten należy przekazać Ministrowi Zdrowia. Następnie sporządza się i uchwala miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego dla strefy „A" ochrony uzdrowiskowej w terminie do 2 lat od otrzymania decyzji Ministra Zdrowia potwierdzającej możliwości prowadzenia lecznictwa uzdrowiskowego. Do nazwy miejscowości, w obrębie której znajduje się obszar uzdrowiska może zostać dodany wyraz „Zdrój", jeżeli podstawą leczenia uzdrowiskowego są wody lecznicze. W przypadku leczenia uzdrowiskowego opartego o wody termalne do nazwy miejscowości można dodać człon „cieplice" lub „uzdrowisko termalne".

Przystępując do działań mających na celu uzyskanie statusu uzdrowiska należy wziąć pod uwagę, iż jest to proces długotrwały, trwający zazwyczaj około 4 lata.

CZĘŚĆ IV. UWARUNKOWANIA FORMALNO-PRAWNE POSZUKIWANIA I EKSPLOATACJI WÓD PODZIEMNYCH ZALICZONYCH DO KOPALIN

11. Przepisy prawa geologicznego i górniczego w procesie inwestycyjnym

Uwzględniając szczególne walory niektórych wód podziemnych, wynikające z ich mineralizacji i właściwości fizyko-chemicznych, ustawa z dnia 9 czerwca 2011 r. *Prawo geologiczne i górnicze* (*Dz.U. 2019 poz. 868, j.t.*) zalicza solanki, wody lecznicze i wody termalne, w odróżnieniu od zwykłych wód podziemnych, do kopalin. Fakt ten sprawia, iż w odniesieniu do wymienionych rodzajów wód obowiązują takie same przepisy jak dla złóż pozostałych kopalin (Rysunek 23).

11.1. Poszukiwanie wód podziemnych zaliczonych do kopalin

Przed przystąpieniem do jakichkolwiek prac i robót geologicznych zmierzających do ujęcia wód leczniczych, termalnych lub solanek w pierwszej kolejności należy rozpoznać warunki hydrogeologiczne danego obszaru. Gdy obszar badań charakteryzuje się słabym rozpoznaniem geologicznym zaleca się sporządzenie ekspertyzy hydrogeologicznej, określającej szacunkowe parametry wód podziemnych wraz z zaleceniami co do sposobu ich ujęcia, a w szczególnych przypadkach wykonanie dodatkowych badań, np. geofizycznych. W przypadku, gdy dostępna informacja geologiczna umożliwia wyciągnięcie wniosków co do głębokości zalegania poziomów wodonośnych i charakterystyki fizyko-chemicznej występujących w nich wód można od razu przystąpić do opracowania projektu robót geologicznych na wykonanie otworu wiertniczego w celu ujęcia wód podziemnych zaliczonych do kopalin.

Projekt robót geologicznych określa w szczególności:

- cel zamierzonych robót oraz sposób jego osiągnięcia,
- rodzaj dokumentacji geologicznej mającej powstać w wyniku robót geologicznych,
- harmonogram robót geologicznych,
- przestrzeń, w obrębie której mają być wykonywane roboty geologiczne,
- przedsięwzięcia konieczne ze względu na ochronę środowiska, w tym wód podziemnych, sposób likwidacji otworów wiertniczych, rekultywacji gruntów, a także czynności mające na celu zapobieżenie szkodom powstałym wskutek wykonywania zamierzonych robót.

Szczegółowe wymagania dotyczące projektów robót geologicznych określa rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 20 grudnia 2011 r. *w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących*

projektów robót geologicznych, w tym robót, których wykonywanie wymaga uzyskania koncesji (Dz.U. 2011 Nr 288 poz. 1696) oraz rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 1 lipca 2015 r. zmieniające rozporządzenie *w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących projektów robót geologicznych, w tym robót, których wykonywanie wymaga uzyskania koncesji (Dz.U. 2015 poz. 964).*

Poszukiwanie wód podziemnych zaliczonych do kopalin jest czynnością, która nie wymaga uzyskania koncesji. Gotowy projekt przedkłada się do zatwierdzenia w drodze decyzji właściwemu organowi administracji geologicznej w dwóch egzemplarzach w postaci wydrukowanej. W przypadku wód leczniczych, termalnych i solanek organem tym jest Marszałek Województwa. Zatwierdzenie projektu wymaga opinii wójta (burmistrza, prezydenta miasta). Projekt zatwierdza się na czas określony, jednak nie dłuższy niż 5 lat. Organ administracji geologicznej, który zatwierdził projekt robót geologicznych, doręcza kopię decyzji właściwym miejscowo organom administracji geologicznej (starostom powiatowym lub prezydentom/burmistrzom miast) oraz nadzoru górniczego (okręgowy urząd górniczy).

Organ administracji geologicznej odmawia zatwierdzenia projektu robót geologicznych, jeżeli projektowane roboty geologiczne naruszałyby wymagania ochrony środowiska oraz gdy projekt robót geologicznych nie odpowiada wymaganiom prawa.

We wniosku o zatwierdzenie projektu robót geologicznych zamieszcza się informację o prawach, jakie przysługują wnioskodawcy do nieruchomości, w granicach której roboty te mają być wykonywane.

Zmiany projektu robót geologicznych dokonuje się przez sporządzenie dodatku.

11.2. Wykonanie otworu wiertniczego

Zamiar przystąpienia do robót geologicznych należy zgłosić organowi administracji geologicznej zatwierdzającemu projekt oraz wójtowi (burmistrzowi, prezydentowi miasta), a także organowi nadzoru górniczego (okręgowemu urzędowi górniczemu). W tym ostatnim przypadku jest to konieczne, gdy do robót geologicznych stosuje się wymagania dotyczące ruchu zakładu górniczego, co m.in. ma miejsce gdy wykonuje się otwór wiertniczy o głębokości powyżej 100,0 m. Zgłoszenie takie dokonuje się na piśmie, najpóźniej na dwa tygodnie przed zamierzonym terminem rozpoczęcia robót geologicznych, określając zamierzone terminy rozpoczęcia i zakończenia robót, ich rodzaj i podstawowe dane oraz dane osób sprawujących dozór i kierownictwo wraz z podaniem numerów świadectw stwierdzających kwalifikacje do wykonywania tych czynności.

Osoba wykonująca czynności polegające na wykonywaniu, dozorowaniu i kierowaniu pracami geologicznymi dotyczącymi wód leczniczych, termalnych i solanek powinna posiadać

kwalifikacje geologiczne kategorii IV, umożliwiające m.in.: poszukiwanie i rozpoznawanie zasobów wód podziemnych, w tym wód leczniczych, wód termalnych i solanek.

W trakcie prac wiertniczych przedsiębiorca ma obowiązek przekazywania państwowej służbie geologicznej informacji z bieżącego dokumentowania przebiegu prac geologicznych zgodnie z rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 30 października 2017 r. *w sprawie gromadzenia i udostępniania informacji geologicznej (Dz.U. 2017 r. poz. 2075).* Wykonywanie robót geologicznych na podstawie projektu robót geologicznych nie może naruszać praw właścicieli nieruchomości.

Jak już wspomniano do robót geologicznych wykonywanych na głębokości większej niż 100,0 m stosuje się przepisy dotyczące zakładu górniczego i jego ruchu oraz ratownictwa górniczego. Skutkuje to koniecznością opracowania na etapie wiercenia otworu plan ruchu zakładu górniczego, który m.in. określa sposób utylizacji urobku i płuczki wykorzystywanej w trakcie wiercenia, a także zasady współpracy z ratownictwem górniczym. Szczegóły dotyczące planu ruchu przedstawiono w rozdziale nr 11.9.

W przypadku wykonywania głębokiego otworu wiertniczego może być również wymagana ocena oddziaływania na środowisko. Dotyczy to sytuacji, gdy wykonywanie otworu o głębokości ponad 1000 m odbywa się w strefach ochrony ujęć wód, na obszarach ochronnych zbiorników wód śródlądowych i na obszarach objętych formami ochrony przyrody lub w otulinach form ochrony przyrody lub w każdym przypadku, gdy wykonywany otwór posiada głębokość większą niż 5000 m. Taka działalność jest bowiem zaliczona do przedsięwzięć mogących potencjalnie znacząco oddziaływać na środowisko zgodnie z rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 10 września 2019 r. *w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko (Dz.U. 2019 poz. 1839).*

11.3. Opracowanie dokumentacji hydrogeologicznej

Wyniki prac geologicznych wraz z ich interpretacją, określeniem stopnia osiągniecia zamierzonego celu z uzasadnieniem, należy przedstawić w dokumentacji geologicznej.

W przypadku pozytywnego wyniku prac poszukiwawczych dla wód leczniczych, termalnych i solanek należy wykonać dokumentację hydrogeologiczną ustalającą zasoby eksploatacyjne otworu. Dokumentacja hydrogeologiczna określa m.in.:

- budowę geologiczną i warunki hydrogeologiczne badanego obszaru,
- warunki występowania wód podziemnych, w tym charakterystykę warstw wodonośnych,
- wyniki wiercenia wraz z konstrukcją otworu,

- informacje przedstawiające skład chemiczny, cechy fizyczne oraz inne właściwości wód,
- ilość wody możliwej do eksploatacji,
- przedsięwzięcia niezbędne do ochrony środowiska,
- propozycje granic obszaru i terenu górniczego.

Zakres i formę dokumentacji hydrogeologicznej określa rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2016 r. *w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i dokumentacji geologiczno-inżynierskiej (Dz.U. 2016 poz. 2033).* Dokumentacja taka powinna zostać przedłożona właściwemu organowi administracji geologicznej (marszałkowi województwa) w czterech egzemplarzach w postaci papierowej oraz w czterech egzemplarzach w postaci elektronicznej w celu zatwierdzenia w drodze decyzji.

Jeżeli dokumentacja nie odpowiada wymaganiom prawa albo powstała w wyniku działań niezgodnych z prawem organ administracji geologicznej odmawia jej zatwierdzenia. Zmiany dokumentacji hydrogeologicznej dokonuje się przez sporządzenie dodatku. Kopia decyzji zatwierdzającej dokumentację hydrogeologiczną jest przesyłana jednostkom samorządu terytorialnego, a także – wraz z jednym egzemplarzem dokumentacji w postaci papierowej i elektronicznej – wojewodom oraz właściwym miejscowo organom administracji geologicznej (starostom powiatowym lub prezydentom/burmistrzom miast).

Udokumentowane złoża wód podziemnych zaliczonych do kopalin w celu ich ochrony ujawnia się w studiach uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego gmin (w terminie do 2 lat od dnia zatwierdzenia dokumentacji), miejscowych planach zagospodarowania przestrzennego oraz planach zagospodarowania przestrzennego województwa.

W przypadku, gdy wyniki badań należy uznać za negatywne otwór wiertniczy należy zagospodarować w innych sposób lub zlikwidować (na podstawie uprzednio zatwierdzonego projektu robót geologicznych na likwidację otworu), a wyniki prac przedstawić w dokumentacji geologicznej otworu wiertniczego wykonanej zgodnie z rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 6 grudnia 2016 r. *w sprawie innych dokumentacji geologicznych (Dz.U. 2016 poz. 2023).* Dokumentację tą sporządza się w trzech egzemplarzach w postaci papierowej i w trzech egzemplarzach w postaci elektronicznej, w terminie 6 miesięcy od dnia zakończenia prac, i przekazuje się organowi, który zatwierdził projekt robót geologicznych. Dokumentacja ta nie wymaga zatwierdzenia w drodze decyzji. Jeden egzemplarz dokumentacji w postaci papierowej i elektronicznej jest przekazywany właściwym miejscowo organom administracji geologicznej (starostom powiatowym lub prezydentom/burmistrzom miast).

11.4. Informacja geologiczna

Powstała dokumentacja geologiczna stanowi informację geologiczną, która jest ustawowo gromadzona, ewidencjonowana, archiwizowana, chroniona i udostępniana przez organy administracji geologicznej oraz państwową służbę geologiczną.

Prawo do informacji geologicznej przysługuje Skarbowi Państwa. Przedsiębiorcy, który poniósł koszty uzyskując informację geologiczną, przysługuje prawo do nieodpłatnego korzystania z niej.

Ponadto, w okresie 3 lat od dnia doręczenia decyzji zatwierdzającej dokumentację przedsiębiorcy przysługuje wyłączne prawo do korzystania z informacji geologicznej w celu ubiegania się o wydobywanie kopaliny ze złoża.

Istnieje obowiązek udostępniania nieodpłatnie zgromadzonej informacji geologicznej organom administracji publicznej w zakresie niezbędnym do wykonania ich zadań ustawowych. Udostępnione informacje nie mogą być wykorzystywane w celach komercyjnych ani przekazywane innym podmiotom.

11.5. Projekt zagospodarowania złoża

Projekt zagospodarowania złoża (w skrócie PZZ) jest dokumentem określającym wymagania w zakresie racjonalnej gospodarki złożem kopaliny, w szczególności przez kompleksowe i racjonalne wykorzystanie kopaliny oraz technologii eksploatacji zapewniającej ograniczenie ujemnych wpływów na środowisko. Projekt zagospodarowania złoża sporządza się na podstawie dokumentacji hydrogeologicznej, według zasad określonych w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 24 kwietnia 2012 r. *w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących projektów zagospodarowania złóż (Dz.U. 2012 poz. 511).*

Projekt zagospodarowania złoża podlega zaopiniowaniu przez właściwy organ nadzoru górniczego, tj. Dyrektora Okręgowego Urzędu Górniczego. Organ nadzoru górniczego wydaje wnioskodawcy opinię w terminie 14 dni od dnia doręczenia PZZ. W przypadku niewyrażenia opinii w tym terminie uważa się, że organ nadzoru górniczego nie zgłasza uwag.

11.6. Uzyskanie koncesji na eksploatacje wód

Zgodnie z ustawą Prawo geologiczne i górnicze wydobywanie wód leczniczych, termalnych i solanek wymaga uzyskania koncesji, której udziela Marszałek Województwa, jako właściwa jednostka administracji geologicznej. Koncesja uprawnia do wykonywania działalności gospodarczej w oznaczonej przestrzeni.

We wniosku koncesyjnym określa się:

- stan prawny nieruchomości, w granicach której ma być wykonywana zamierzona działalność oraz oznaczenie tych nieruchomości zgodnie z ewidencją gruntów i budynków,
- praw wnioskodawcy do nieruchomości (przestrzeni), w granicach której ma być wykonywana zamierzona działalność, lub prawo, o ustanowienie którego ubiega się wnioskodawca,
- czas, na jaki koncesja ma być udzielona wraz ze wskazaniem terminu rozpoczęcia działalności,
- środki, jakimi wnioskodawca dysponuje w celu zapewnienia prawidłowego wykonywania zamierzonej działalności,
- sposób przeciwdziałania ujemnym wpływom zamierzonej działalności na środowisko.

We wniosku o udzielenie koncesji na wydobywanie kopalin ze złóż określa się także:

- złoże kopaliny, która ma być przedmiotem wydobycia,
- wielkość i sposób zamierzonego wydobycia kopaliny,
- zasoby eksploatacyjne ujęcia,
- projektowane położenie obszaru górniczego i terenu górniczego, przedstawione zgodnie z wymaganiami dotyczącymi map górniczych,
- geologiczne i hydrogeologiczne warunki wydobycia kopaliny.

Do wniosku o udzielenie koncesji dołącza się:

- wyciągi z odpowiednich rejestrów,
- informacje o przeznaczeniu nieruchomości, w granicach której ma być wykonywana zamierzona działalność, w szczególności określonym przez miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego,
- załączniki graficzne, sporządzone zgodnie z wymaganiami dotyczącymi map górniczych,
- kopię decyzji zatwierdzającej dokumentację geologiczną.

Jeżeli dla przestrzeni objętej wnioskiem została sporządzona dokumentacja geologiczna, organ koncesyjny może żądać jej przedłożenia.

Do wniosku o udzielenie koncesji na wydobywanie wód podziemnych zaliczonych do kopalin należy dołączyć także projekt zagospodarowania złoża wraz z opinią organu nadzoru górniczego albo informacją o jej braku, a w przypadku zgłoszenia uwag oświadczenie o sposobie ich uwzględnienia lub przyczynach ich nieuwzględnienia.

Jeżeli zamierzona działalność sprzeciwia się interesowi publicznemu, w szczególności związanemu z bezpieczeństwem państwa lub ochroną środowiska, w tym z racjonalną gospodarką złożami kopalin, bądź uniemożliwiałyby wykorzystanie nieruchomości zgodnie z ich

przeznaczeniem określonym odpowiednio przez miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego (ewentualnie studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego gminy), organ koncesyjny odmawia udzielenia koncesji.

Organ koncesyjny odmawia udzielenia koncesji, jeżeli wniosek o udzielenie koncesji obejmuje tę samą przestrzeń oraz rodzaj działalności, a także rodzaj kopaliny, objęte już koncesją udzieloną innemu podmiotowi.

Koncesja wygasa:

- z upływem czasu, na jaki została udzielona,
- jeżeli stała się bezprzedmiotowa,
- w przypadku likwidacji przedsiębiorcy,
- w przypadku jej zrzeczenia się.

Do wniosku koncesyjnego należy dołączyć również decyzję o środowiskowych uwarunkowaniach przedsięwzięcia. Wynika to z faktu, iż wydobywanie wód podziemnych zaliczonych do kopalin ze złoża metodą otworów wiertniczych jest zaliczone do przedsięwzięć mogących potencjalnie znacząco oddziaływać na środowisko – wg rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 10 września 2019 r. *w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko (Dz.U. 2019 poz. 1839).* Procedurę postępowania o uzyskanie decyzji środowiskowej i wymagania, jakim powinien odpowiadać raport oceny oddziaływania przedsięwzięcia na środowisko określa ustawa z dnia 3 października 2008 r. *o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz ocenach oddziaływania na środowisko (Dz.U. 2020 poz. 283, j.t.).* Organem właściwym do wydania takiej decyzji jest odpowiednio wójt, burmistrz lub prezydent miasta. Ustawodawca, mając na uwadze ważny interes państwa lub szczególnie ważny interes publiczny, może zażądać zabezpieczenia na wypadek ewentualnych roszczeń. Zabezpieczenie takie może mieć postać ubezpieczenia OC, gwarancji bankowej lub poręczenia bankowego.

11.7. Obszar i teren górniczy

Koncesja na wydobywanie kopaliny ze złoża wyznacza granice obszaru i terenu górniczego. Podstawą wyznaczenia tych granic są ustalenia dokumentacji hydrogeologicznej ustalającej zasoby eksploatacyjne otworu oraz projekt zagospodarowania złoża.

Granice obszaru i terenu górniczego określonego w koncesji podlegają ogłoszeniu w gminie. Obszar górniczy podlega wpisowi do rejestru obszarów górniczych.

11.8. Własność górnicza i użytkowanie górnicze

Zgodnie z ustawą Prawo geologiczne i górnicze złoża wód leczniczych, termalnych i solanek są objęte własnością górniczą. Prawo własności górniczej przysługuje Skarbowi Państwa, w imieniu którego działa Minister Środowiska. W granicach określonych przez ustawy Skarb Państwa, z wyłączeniem innych osób, może korzystać z przedmiotu własności górniczej albo rozporządzać swoim prawem wyłącznie przez ustanowienie użytkowania górniczego. Ustanowienie użytkowania górniczego następuje w drodze umowy zawartej na piśmie pod rygorem nieważności.

Uprawnienia Skarbu Państwa w zakresie wynikającym z własności górniczej, w przypadku wód leczniczych, termalnych i solanek, wykonują właściwe organy koncesyjne, tj. Marszałkowie Województw. Przepisów dotyczących użytkowania górniczego nie stosuje się do robót geologicznych, których wykonywanie nie wymaga uzyskania koncesji, a więc do poszukiwania wód leczniczych, termalnych i solanek.

Wynagrodzenie z tytułu ustanowienia użytkowania górniczego stanowi dochód budżetu państwa. W przypadku nie uzyskania koncesji na eksploatację wód w terminie roku od dnia zawarcia umowy o ustanowienie użytkowania górniczego, umowa ta wygasa. Użytkowanie górnicze wygasa również w przypadku wygaśnięcia, cofnięcia lub utraty mocy koncesji (bez względu na przyczynę).

Przedsiębiorca, który rozpoznał złoże kopaliny stanowiące przedmiot własności górniczej, w tym przypadku wód leczniczych, termalnych i solanek, i udokumentował je w stopniu umożliwiającym sporządzenie projektu zagospodarowania złoża oraz uzyskał decyzję zatwierdzającą dokumentację geologiczną tego złoża, może żądać ustanowienia na jego rzecz użytkowania górniczego z pierwszeństwem przed innymi.

W granicach określonych przez ustawy oraz przez umowę o ustanowieniu użytkowania górniczego przedsiębiorca, w celu wykonywania działalności regulowanej ustawą Prawo geologiczne i górnicze, może, z wyłączeniem innych osób, korzystać z przestrzeni objętej tym użytkowaniem, w szczególności wykonywać roboty geologiczne i wydobywać kopalinę ze złoża.

Obiekty, urządzenia i instalacje wzniesione w przestrzeni objętej użytkowaniem górniczym stanowią własność użytkownika górniczego. Jeśli jednak umowa o ustanowienie użytkowania górniczego nie stanowi inaczej, przed wygaśnięciem tego prawa użytkownik górniczy jest zobowiązany zabezpieczyć lub usunąć te obiekty.

Jeżeli cudza nieruchomość lub jej część jest niezbędna do wykonywania działalności regulowanej ustawą, przedsiębiorca może żądać umożliwienia korzystania z tej nieruchomości przez czas oznaczony za wynagrodzeniem. Jeżeli na skutek ograniczenia prawa nieruchomość

nie nadaje się do wykorzystania na dotychczasowe cele właściciel może żądać, aby przedsiębiorca dokonał jej wykupu.

11.9. Plan ruchu zakładu górniczego

Eksploatacja kopalin, jakimi są wody lecznicze, termalne i solanki, może być prowadzona jedynie przez utworzony w tym celu zakład górniczy na podstawie planu ruchu. Plan ruchu zakładu górniczego sporządza przedsiębiorca w celu prowadzenia wydobycia kopalin zgodnie z warunkami określonymi w koncesji i PZZ. Plan ruchu zakładu górniczego jest zatwierdzany decyzją Dyrektora Okręgowego Urzędu Górniczego. Realizacja ustaleń koncesji i planu ruchu objęta jest nadzorem i kontrolą organów nadzoru górniczego (okręgowego urzędu górniczego) i administracji geologicznej (marszałka województwa).

Plan ruchu zakładu górniczego określa:

- strukturę organizacyjną zakładu, w tym osoby kierownictwa i dozoru ruchu,
- granice zakładu górniczego,
- przedsięwzięcia niezbędne w celu zapewnienia wykonywania działalności objętej koncesją oraz bezpieczeństwa, racjonalnej gospodarki złożem, ochrony środowiska, obiektów budowlanych, zapobiegania szkodom i ich naprawy.

Plan ruchu zakładu górniczego sporządza się z uwzględnieniem warunków określonych w koncesji oraz projekcie zagospodarowania złoża. Plan ten sporządza się na okres od 2 do 6 lat. Wniosek

o zatwierdzenie planu ruchu przedkłada się organowi nadzoru górniczego (okręgowemu urzędowi górniczemu) co najmniej na 30 dni przed dniem zamierzonego rozpoczęcia robót lub wydobycia. Do wniosku o zatwierdzenie planu ruchu dołącza się:

- dwa egzemplarze planu ruchu,
- odpisy decyzji wydanych przez inne organy,
- opinię wójta/prezydenta/burmistrza albo informację o jej braku, a w przypadku uwag oświadczenie o ich uwzględnieniu lub przyczynach ich nieuwzględnienia.

Do wglądu przekazuje się odpis koncesji, projekt zagospodarowania złoża i projekt robót geologicznych.

Organ nadzoru górniczego (okręgowy urząd górniczy) przesyła organowi koncesyjnemu (marszałkowi województwa) kopię decyzji zatwierdzającej plan ruchu zakładu górniczego. Zmiany planu ruchu dokonuje się w formie dodatku do planu.

Szczegółowe wymagania dotyczące treści planu ruchu zakładu górniczego oraz jego elementów określone są w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 8 grudnia 2017 r. *w sprawie planów ruchu zakładów górniczych (Dz.U. 2017 poz. 2293).*

11.10. Dokumentacja mierniczo-geologiczna

Przedsiębiorca jest zobowiązany posiadać dokumentację mierniczo-geologiczną złoża. Na żądanie organów administracji geologicznej i nadzoru górniczego przedsiębiorca jest obowiązany do jej nieodpłatnego udostępnienia w zakresie niezbędnym do wykonywania ich działań.

W czasie eksploatacji kopaliny ze złoża przedsiębiorca, który uzyskał koncesję, powinien uiszczać opłatę eksploatacyjną, ustalaną jako iloczyn stawki opłaty oraz ilości wydobytej kopaliny. Aktualne stawki tych opłat znajdują się w obwieszczeniu Ministra Środowiska z dnia 17 września 2019 r. *w sprawie stawek opłat na rok 2020 z zakresu przepisów Prawa geologicznego i górniczego (M.P. 2019 poz. 927)* i wynoszą:

- dla wód leczniczych: 1,59 zł/m^3,
- dla wód termalnych: 0,00 zł/m^3,
- dla solanek: 2,37 zł/m^3.

W ramach prowadzonej ewidencji zasobów złoża, na podstawie wyników eksploatacji, corocznie sporządza się operat. Operat stanowi element dokumentacji mierniczo-geologicznej złoża, a wymagania, jakim powinien odpowiadać zostały określone w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 15 listopada 2011 r. *w sprawie operatu ewidencyjnego oraz wzorów informacji o zmianach zasobów złoża kopaliny (Dz.U. 2011 Nr 262 poz. 1568).* Zgodnie z ustawą Prawo geologiczne i górnicze na podstawie operatu ewidencyjnego przedsiębiorca jest zobowiązany do przekazywania corocznie Państwowemu Instytutowi Geologicznemu – Państwowemu Instytutowi Badawczemu, pełniącemu rolę państwowej służby geologicznej, informacji o wielkości wydobycia kopaliny ze złoża i zmianie stanu zasobów kopaliny. W przypadku wód podziemnych zaliczonych do kopalin informację taką przekazuje się na formularzu oznaczonym symbolem Z-4.

11.11. Likwidacja zakładu górniczego

Przedsiębiorca, który uzyskał koncesję na wydobywanie kopaliny ze złoża jest zobowiązany do utworzenia funduszu likwidacji zakładu górniczego, oraz do gromadzenia na nim środków finansowych. Dla wydobywania kopalin metodą otworów wiertniczych na fundusz przeznacza się równowartość nie mniej niż 3% odpisów amortyzacyjnych od środków trwałych zakładu górniczego, ustalanych stosownie do przepisów o podatku dochodowym.

Środki na funduszu gromadzi się od dnia wymagalności opłaty eksploatacyjnej. Środki funduszu stanowią koszty uzyskania przychodów w rozumieniu przepisów o podatku dochodowym i mogą być wykorzystane wyłącznie w celu pokrycia kosztów likwidacji zakładu górniczego lub jego oznaczonej części, a także zbędnych ze względów technicznych

i technologicznych urządzeń, instalacji, obiektów lub wyrobisk górniczych tego zakładu. Na żądanie właściwego organu koncesyjnego lub właściwego organu nadzoru górniczego przedsiębiorca jest zobowiązany do przedstawienia aktualnych wyciągów z rachunku bankowego, na którym gromadzi środki funduszu, oraz informacje o sposobie ich wykorzystania.

Rysunek 23. Uwarunkowania formalno-prawne poszukiwania i eksploatacji wód podziemnych zaliczonych do kopalin

CZĘŚĆ V. FINANSOWANIE INWESTYCJI

12. Możliwości dofinansowania inwestycji

Inwestycje związane z wykorzystaniem wód podziemnych zaliczonych do kopalin charakteryzują się dużymi początkowymi nakładami finansowymi oraz długim okresem zwrotu poniesionych nakładów. W związku z tym powinny one korzystać ze wszelkiej możliwej pomocy, także finansowej, oferowanej przez takie instytucje państwa jak Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej (NFOŚiGW) czy Wojewódzkie Fundusze Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej.

Głównym źródłem finansowania inwestycji polegających na zagospodarowaniu wód podziemnych zaliczonych do kopalin jest Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej. Z jego udziałem zrealizowano m.in. inwestycje geotermalne na Podhalu, Uniejowie, Stargardzie i Pyrzycach. W przypadku Wojewódzkich Funduszy Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej warto ubiegać się o środki w bezpośrednich negocjacjach na podstawie posiadanych dokumentów projektowych. W takich przypadkach zapadają indywidualne decyzje w odniesieniu do konkretnych projektów.

Dotychczasowa praktyka pokazuje, że finansowane są przede wszystkim te projekty, które pozwalają na uzyskanie wymiernego efektu ekologicznego, a zatem wykorzystują wody termalne. Wsparcie finansowe wykorzystania wód termalnych w rekreacji i ewentualnie balneoterapii jest również możliwe, jeśli pozwalają na to ich zasoby po wcześniejszym zagospodarowaniu w ciepłownictwie.

Za pośrednictwem NFOŚiGW oraz wojewódzkich funduszy udzielane jest wsparcie ze środków krajowych i europejskich. W przypadku inwestycji polegającej na zagospodarowaniu wód termalnych w Wieluniu należy w pierwszej kolejności rozważać wykorzystanie preferencyjnych środków Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w programie „Udostępnianie wód termalnych w Polsce". W ramach tego programu realizowane są przedsięwzięcia polegające na wykonywaniu prac i robót geologicznych związanych z poszukiwaniem i rozpoznawaniem złóż wód termalnych w celu ich udostępnienia do wykorzystania pozyskanego ciepła do ogrzewania. Kontynuacja przedsięwzięć może nastąpić w ramach programu priorytetowego **Polska Geotermia Plus.**

12.1. Budowa podziemnej części inwestycji

Budowa podziemnej części inwestycji, tj. otworu wiertniczego, może być sfinansowana ze środków Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej, z programu „Udostępnianie wód termalnych w Polsce". Celem programu jest wykonywanie prac i robót

geologicznych związanych z poszukiwaniem i rozpoznawaniem złóż wód termalnych w celu ich udostępnienia. Nabór wniosków odbywa się w trybie konkursowym. Terminy, sposób składania i rozpatrywania wniosków określone zostaną odpowiednio w ogłoszeniu o naborze lub w regulaminie naboru, które zamieszczane będą na stronie internetowej NFOŚiGW. Formą dofinansowania jest dotacja. Dofinansowanie możliwe jest do 100 % kosztów kwalifikowanych dla przedsięwzięć takich jak poszukiwanie i rozpoznawanie złóż wód termalnych.

Warunkami dofinansowania są:

- przedsięwzięcie posiada projekt robót geologicznych na poszukiwanie i rozpoznawanie złóż wód termalnych, zatwierdzony decyzją właściwego marszałka województwa. Zalecane jest sporządzenie projektu robót zgodnie z rekomendacjami ministra właściwego ds. środowiska, stanowiącymi załącznik nr 3 do programu „Udostępnianie wód termalnych w Polsce". Za spełnienie kryterium: Uwzględnienie zaleceń rekomendacji ministra właściwego ds. środowiska do projektu robót można uzyskać dodatkowe 5 pkt w ocenie punktowej ministra właściwego ds. środowiska.
- przedsięwzięcie posiada *Analizę uwarunkowań wykorzystania wód termalnych*, zawierającą istotne elementy pozwalające na ocenę wniosku, zgodnie z wytycznymi ustalonymi w załączniku nr 4 do programu „Udostępnianie wód termalnych w Polsce" pn. Ocena analizy uwarunkowań wykorzystania zasobów geotermalnych, będącym listą sprawdzającą wykonanej analizy. Ocena dokonywana jest na etapie oceny formalnej, w oparciu o kryteria dostępu i jeśli jej ostateczny wynik jest negatywny wniosek zostaje odrzucony,
- wnioskodawca posiada prawo własności lub prawo użytkowania wieczystego nieruchomości na okres realizacji przedsięwzięcia.

Beneficjentami programu są **jednostki samorządu terytorialnego lub związki jednostek samorządu terytorialnego.** Budżet na realizację celu programu dla bezzwrotnych form dofinansowania wynosi **do 300, 0 mln zł.**

Kryteria i ocena punktowa przedsięwzięć w celu poszukiwania i rozpoznawania wód termalnych planowanych do realizacji w ramach dofinansowania w programie priorytetowym NFOŚiGW pn. *Udostępnianie wód termalnych w Polsce* zostały zamieszczone w tabeli 11.

Tabela 11. Kryteria i ocena punktowa przedsięwzięć w celu poszukiwania i rozpoznawania wód termalnych planowanych do realizacji w ramach dofinansowania w programie priorytetowym NFOŚiGW pn. Udostępnianie wód termalnych w Polsce

Parametry charakteryzujące warunki hydrotermalne na danym obszarze					
Niż Polski					
Lp.	**Parametr, kryteria podstawowe**	Zakres zmienności			
1	wydajność eksploatacyjna wód termalnych	poniżej 20 m^3/h	20- poniżej 40 m^3/h	40-60 m^3/h	powyżej 60 m^3/h
	punkty	**2**	**5**	**7**	**10**
2	Temperatura wód termalnych (na wypływie)	20- poniżej 30^{0}C	30- poniżej 40^{0}C	40-50^{0}C	powyżej 50^{0}C
	punkty	**5**	**6**	**8**	**10**
3	Głębokość warstwy wodonośnej (geotermalnej)	poniżej 1000 m	1000-1500 m	powyżej 1500-2000 m	powyżej 2000 m
	punkty	**10**	**8**	**6**	**4**
4	Mineralizacja/ skład chemiczny wód termalnych	poniżej 1 g/dm^3	1-20 g/dm^3	powyżej 20-60 g/dm^3	powyżej 60 g/dm^3
	punkty	**10**	**8**	**6**	**5**

Obszar górski (Sudety, Karpaty, Monoklina Przedsudecka, Zapadlisko Przedkarpackie)					
Lp.	**Parametry**	Zakres zmienności			
1	Wydajność eksploatacyjna wód termalnych	poniżej 20 m^3/h	20- poniżej 30 m^3/h	30-40 m^3/h	powyżej 40 m^3/h
	punkty	**3**	**5**	**7**	**10**
2	Temperatura wód termalnych (na wypływie)	20- poniżej 30^0C	30- poniżej 50^0C	50-70^0C	powyżej 70^0C
	punkty	**5**	**7**	**8**	**10**
3	Głębokość warstwy wodonośnej (geotermalnej)	poniżej 1200 m	1200-1700 m	powyżej 1700-2500 m	powyżej 2500 m
	punkty	**10**	**8**	**6**	**5**
4	Mineralizacja/skład chemiczny wód termalnych	poniżej 1 g/dm^3	1-30 g/dm^3	powyżej 30-70 g/dm^3	powyżej 70 g/dm^3
	punkty	**10**	**8**	**6**	**5**
Czynniki ekonomiczne i techniczne					
Lp.	**Parametr**	Zakres zmienności wartości			
1	Koszt przedsięwzięcia (w PLN)	poniżej 10 mln	10 - poniżej 14 mln	14 -18 mln	powyżej 18 mln
	punkty	**5**	**4**	**3**	**2**

2	Zaprojektowanie robót w sposób zapewniający izolację poziomów wodonośnych zarówno podczas wykonywania wiercenia jak i ewentualnej likwidacji otworu	tak	nie		
	punkty	**5**	**0**		
3	Opróbowanie ze szczególnym uwzględnieniem opróbowania hydrogeochemicznego i petrofizycznego	szczegółowo zaplanowane, pełna diagnostyka	częściowo planowane, ograniczone	słabe zaplanowanie, niedające w perspektywie opisu petrofizycznego i hydrogeochemicznego	
	punkty	**6**	**3**	**0**	
Czynniki zależne od makrootoczenia					
Lp.	**Parametr**	Zakres zmienności wartości			
1	Rozpoznanie geotermalne minimalizujące ryzyko realizacji przedsięwzięcia	istniejące rozpoznanie w odległości do 20 km	istniejące rozpoznanie w odległości ponad 20 km	istniejące rozpoznanie w strukturze geologicznej (jednostce)	brak rozpoznania
	punkty	**4**	**3**	**3**	**0**

2	Konfliktowość wykonania otworu (obszar górniczy, teren górniczy, obszar ochronny GZWP, strefa ochronna ujęcia, formy ochrony przyrody, współwystępowanie wód zwykłych, inne)	brak konfliktowości	konfliktowość z możliwym przeciwdziałaniem
	punkty	**5**	**3**
Czynniki formalne			
Lp.	**Parametr**	Zakres zmienności wartości	
1	Uwzględnienie zaleceń i rekomendacji do projektu robót	tak	
	punkty	**5**	
Kryteria wykluczające realizację wiercenia, skutkujące opinią negatywną			
1	Konfliktowość wiercenia uniemożliwiające jego realizację	Planowanie wiercenia w obszarze o ograniczonych zasobach wód termalnych, w którym istnieje obawa o wyczerpanie zasobów dyspozycyjnych wód termalnych, w obszarze konfliktowym w zakresie eksploatacji wód lub kopalin itp.	
2	Zasadnicze problemy związane z PRG	Kwestie formalne i niezgodności merytoryczne uniemożliwiające realizację przedsięwzięcia	

12.2. Budowa naziemnej części inwestycji

Budowa naziemnej części inwestycji wraz z infrastrukturą towarzyszącą może być sfinansowana ze środków programu **Polska Geotermia Plus.** Operatorem programu jest Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej. Celem programu jest zwiększenie wykorzystania zasobów geotermalnych w Polsce. Podstawowymi formami dofinansowania jest dotacja i pożyczka. Dofinansowanie w formie pożyczki do **100% kosztów kwalifikowanych**, dofinansowanie w formie dotacji **do 40% kosztów kwalifikowanych**, w ramach budowy nowej, rozbudowy lub modernizacji istniejącej ciepłowni geotermalnej lub modernizacji lub rozbudowy istniejących źródeł wytwarzania energii o ciepłownię geotermalną **do 50% kosztów kwalifikowanych**. Warunkiem udzielenia dotacji jest zaciągnięcie pożyczki z NFOŚiGW, w części stanowiącej uzupełnienie do 100% kosztów kwalifikowanych.

Dla przedsięwzięć realizowanych w formule „project finance" obowiązuje wymóg udziału środków własnych Wnioskodawcy (z zastrzeżeniem, że środki własne nie obejmują: kredytów bankowych, emisji obligacji, pożyczek właścicielskich, pożyczek udzielonych przez inne podmioty, w tym pożyczek ze środków NFOŚiGW itp.) w wysokości, co najmniej 15% kosztów kwalifikowanych przedsięwzięcia, wniesionego w postaci udziału kapitału zakładowego pokrytego wkładem pieniężnym.

Beneficjentami tego programu mogą być Przedsiębiorcy w rozumieniu ustawy z dnia 6 marca 2018 r. Prawo przedsiębiorców (Dz. U. z 2018 r. poz. 646, z późn. zm.) wykonujący działalność gospodarczą. W przypadku Wielunia głównym beneficjentem programu będzie Spółka z o.o. Energetyka Cieplna, której jednym z udziałowców jest gmina Wieluń. Warunki dofinansowania w formie pożyczki w tym programie zostały określone w sposób następujący:

a) kwota pożyczki: od **1 mln zł** do **300 mln zł,**

b) oprocentowanie pożyczki:

a. na warunkach preferencyjnych: **WIBOR 3M + 50 pb, nie mniej niż 2%** w skali roku,

b. na warunkach rynkowych (pożyczka nie stanowi pomocy publicznej): oprocentowanie na poziomie stopy referencyjnej ustalanej zgodnie z komunikatem Komisji Europejskiej w sprawie zmiany metody ustalania stóp referencyjnych i dyskontowych (Dz. Urz. UE C 14, 19.01.2008, str. 6), z zastrzeżeniem zapisów lit. c),e),

c. dla wnioskodawcy będącego spółką nowoutworzoną lub specjalnego przeznaczenia, dla której nie można określić ratingu na podstawie danych finansowych dotyczących jej dotychczasowej działalności, może być zastosowane oprocentowanie wynikające z ratingu, o którym mowa w Komunikacie, o jedną kategorię niższego od kategorii ratingu

właściwego dla podmiotu dominującego, o ile podmiot dominujący wobec wnioskodawcy udziela pełnej, bezwarunkowej i płatnej na pierwsze żądanie gwarancji spłaty pożyczki,

d. w sytuacji gdy wnioskodawca jest spółką nowoutworzoną lub specjalnego przeznaczenia, utworzoną przez kilka podmiotów, wówczas rating dla wnioskodawcy może być ustalony na poziomie o jedną kategorię niżej od zaokrąglonej w dół średniej ważonej punktów ratingu uzyskanych przez poszczególnych wspólników, o ile wspólnicy łącznie udzielają pełnej, bezwarunkowej i płatnej na pierwsze żądanie gwarancji spłaty pożyczki,

e. w przypadku ustalenia ratingu w sposób opisany w ust. c), d), może być wymagane dodatkowe zabezpieczenie zwrotu pożyczki,

c) odsetki z tytułu oprocentowania spłacane są na bieżąco w okresach kwartalnych. Pierwsza spłata na koniec kwartału kalendarzowego, następującego po kwartale, w którym wypłacono pierwszą transzę środków,

d) okres finansowania – pożyczka może być udzielona na okres nie dłuższy niż **20 lat** liczony od daty planowanej wypłaty pierwszej transzy pożyczki do daty planowanej spłaty ostatniej raty kapitałowej.

e) okres karencji – przy udzielaniu pożyczki może być stosowana karencja w spłacie rat kapitałowych, liczona od daty wypłaty ostatniej transzy pożyczki do daty spłaty pierwszej raty kapitałowej, lecz nie dłuższa niż 12 miesięcy od daty zakończenia realizacji przedsięwzięcia,

f) pożyczka nie podlega umorzeniu.

W przypadku, gdy dofinansowanie stanowi pomoc publiczną, musi być ono udzielane zgodnie z regulacjami dotyczącymi pomocy publicznej.

Z programu tego dofinansowane mogą być **budowa nowej, rozbudowa lub modernizacja istniejącej ciepłowni geotermalnej, opartej na źródle geotermalnym, lub modernizacja lub rozbudowa istniejących źródeł wytwarzania energii o ciepłownię geotermalną, opartej na źródle geotermalnym.**

CZĘŚĆ VI. PODSUMOWANIE

13. Podsumowanie i wnioski

1. Rozpoznanie wgłębnej budowy geologicznej miasta Wielunia oraz warunków hydrogeologicznych panujących w poszczególnych piętrach wodonośnych było możliwe dzięki wykonaniu kilku głębokich otworów wiertniczych o charakterze badawczym zlokalizowanych w pobliżu miasta. W granicach miasta prace wiertniczo-poszukiwawcze tego typu nie były dotychczas prowadzone.
2. Zarówno publikacje, jak i dostępne materiały archiwalne dotyczące nie tylko budowy geologicznej, ale również warunków hydrogeologicznych głębokich poziomów wodonośnych i ich charakterystyki geotermicznej mają charakter przeglądowy (regionalny), stąd przytaczane w niniejszej ekspertyzie parametry złożowe wód termalnych i leczniczych mają charakter przybliżony.
3. Rejon Wielunia znajduje się na obszarze platformy zachodnioeuropejskiej (paleozoicznej) na styku zapadliska przedgórskiego waryscydów z ich strefą fałdową. Wyróżnia się tu 3 główne piętra strukturalne (od góry): kenozoiczne, permsko-mezozoiczne (staroalpejskie) i karbońskie (waryscyjskie). Poniżej znajdują się piętra wczesnopaleozoiczne i prekambryjskie. W podkenozoicznym planie strukturalnym obszar ten leży w obrębie monokliny przedsudeckiej. W podpermskim planie strukturalnym znajduje się w obrębie strefy zewnętrznej orogenu waryscyjskiego, reprezentowanej przez wielkopolskie pasmo fałdowe.
4. Wody zwykłe rejonu Wielunia występują w utworach czwartorzędowych i jurajskich. Obszar miasta został objęty zasięgiem Głównego Zbiornika Wód Podziemnych (GZWP) nr 325 Częstochowa W, który udokumentowano w poziomie jury środkowej, w utworach zwanych warstwami kościeliskimi w ośrodku porowo-szczelinowym.
5. W rejonie Wielunia korzystne warunki hydrogeologiczne dla występowania wód termalnych i leczniczych związane są głównie z utworami triasu dolnego, w którym zgromadzone są największe zasoby energii geotermalnej.
6. Przypuszcza się, iż na obszarze Wielunia temperatura w stropie najpłycej występującego poziomu wodonośnego branego pod uwagę jako zbiornik wód termalnych, tj. triasu dolnego powinna kształtować się na poziomie około 45-50°C.

7. Wody podziemne ujmowane z potencjalnego ujęcia w Wieluniu będą reprezentować typ chlorkowy z istotną pod względem farmakologicznym zawartością jodu, jako składnika swoistego, a ich mineralizacja prawdopodobnie przekroczy 110-150 g/dm^3.
8. Przypuszcza się, że na terenie Wielunia ewentualne zastosowanie w komunalnej ciepłowni geotermalnej mogą mieć jedynie wody występujące w poziomie wodonośnym triasu dolnego, które charakteryzują się dość korzystną temperaturą (ok. 45-50°C w złożu) i szacunkową wydajnością na poziomie około 50-60 m^3/h.
9. Głównym czynnikiem geologicznego ryzyka inwestycyjnego w rozważanym projekcie jest brak dostatecznego rozpoznania geologicznego i hydrogeologicznego regionu, co skutkuje brakiem możliwości precyzyjnego określenia przewidywanych parametrów temperatury, wydajności i mineralizacji w rozpatrywanych poziomach.
10. Jednym z niekorzystnych czynników wpływających na możliwość wykorzystania wód i powodzenie inwestycji jest wysoka mineralizacja, przekraczająca 110 g/dm^3, powodująca agresywność wody wobec niektórych materiałów konstrukcyjnych użytych do budowy otworów eksploatacyjnych oraz kolmatację przestrzeni porowych stref przyfiltrowych otworów chłonnych. Współczesna technologia potrafi jednak przeciwdziałać temu procesowi i wysoka mineralizacja nie przekreśla powodzenia inwestycji geotermalnej, generuje jednak dodatkowe koszty finansowe.
11. Największym ryzkiem geologicznym obarczony jest parametr wydajności poziomu wodonośnego, ze względu na niedostateczną liczbę wiarygodnych badań archiwalnych w tym zakresie, jednak wydajność na poziomie 50-60 m^3/h z utworów triasu dolnego na tym obszarze należy uznać za wysoce prawdopodobną. W przypadku ciepłowni i kompleksu rekreacyjnego wydajność z ujęcia na poziomie 60 m^3/h należy uznać za parametr na minimalnym poziomie zabezpieczającym zapotrzebowanie. Uzyskanie wydajności w granicach 50 m^3/h może ograniczyć wykorzystanie wód termalnych jedynie do rekreacji.
12. Gospodarcze ryzyko inwestycyjne w przypadku budowy ciepłowni geotermalnej dla Wielunia należy uznać za niskie, ponieważ oprócz korzystnych parametrów wód termalnych miasto posiada ciepłownię i sieć ciepłowniczą z istotnym rynkiem odbiorców.
13. W oparciu o doświadczenia z już istniejących obiektów krajowych oraz o dane archiwalne, za najbardziej obiecujące kierunki wykorzystania wód podziemnych zaliczonych do kopalin rejonu Wielunia należy uznać ciepłownictwo z uzupełniającym kierunkiem rekreacyjno-balneoterapeutycznym.

Spis wykorzystanych materiałów

Publikacje i materiały archiwalne:

Aleksandrowski P., 2017 - Struktury mezozoiczne (młodoalpejskie). [W:] Nawrocki J., Becker A. red., Atlas geologiczny Polski. Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa.

Aleksandrowski P., Buła Z., 2017 - Struktury późnopaleozoiczne (waryscyjskie). [W:] Nawrocki J., Becker A. red., Atlas geologiczny Polski. PIG-PIB, Warszawa.

Bojarski L. red., 1996. Atlas hydrochemiczny i hydrodynamiczny paleozoiku i mezozoiku oraz ascenzyjnego zasolenia wód podziemnych na Niżu Polskim, skala 1:1 000 000. PIG, Warszawa.

Borowicz A., Frankowski R., Gądek A., Jończyk W., Specylak-Skrzynecka J., Ślusarczyk G., 2007 - Złoże węgla brunatnego Złoczew – budowa geologiczna, zasoby i perspektywy eksploatacji. Górnictwo i Geoinżynieria. Górnictwo i Geoinżynieria 31 (2): 141–150.

Chmielewski W., Cygański K., 1971 - Wstępna dokumentacja wynikowa otworu wiertniczego Dymek IG-1. Mat. niepublikowane. Nar. Arch. Geol., Warszawa. Nr inw. 117358.

Chowaniec J., 2009 - Studium hydrogeologii zachodniej części Karpat polskich. Biul. Państw. Inst. Geol., 434.

Chowaniec J., Długosz P., Drozdowski B., Nagy S., Witczak W., Witek K., 1997 - Dokumentacja hydrogeologiczna zasobów wód termalnych niecki podhalańskiej. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.

Chowaniec J., Nagy S., Owsiak P., Witek K., Freiwald P., Operacz T., Patorski R., 2011 - Dodatek do dokumentacji hydrogeologicznej zasobów wód termalnych niecki podhalańskiej z uwzględnieniem transgranicznego przepływu wód. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.

Ciałowicz W., 1971 - Karta otworu Wieluń-4. Mat. niepublikowane. Nar. Arch. Geol., Warszawa. Nr inw. 110529.

Ciałowicz W., 1971 - Karta otworu: Raczyn i Wieluń-8. Mat. niepublikowane. Nar. Arch. Geol., Warszawa. Nr inw. 110663.

Ciężkowski W., Kapuściński J., 2011 - Wyznaczanie granic obszaru i terenu górniczego dla złóż wód podziemnych uznanych za kopaliny. Poradnik metodyczny. Ministerstwo Środowiska, Warszawa.

Ciężkowski W., Michniewicz M., Przylibski T. A., 2011 - Wody termalne na Dolnym Śląsku. [W:] Mezozoik i kenozoik Dolnego Śląska (red. A. Żelażniewicz, J. Wojewoda, W. Ciężkowski). WIND, Wrocław.

Dadlez R. red., 1998 - Mapa tektoniczna kompleksu cechsztyńsko-mezozoicznego na Niżu Polskim, 1:500 000. Państw. Inst. Geol., Warszawa.

Dadlez R., Marek S., Pokorski J., 2000 - Mapa geologiczna Polski bez utworów kenozoiku. PIG, Warszawa.

Deczkowski Z, 1963 - Górny trias i jura okolic Wielunia. Biuletyn Instytutu Geologicznego, 168, tom. IV.

Deczkowski Z., 1976 - Charakterystyka osadów jury dolnej i środkowejobszaru Kalisko-Częstochowskiego. Biuletyn Instytutu Geologicznego, 295: 57–80.

Deczkowski Z., 1977 - Budowa geologiczna pokrywy permsko-mezozoicznej i jej podłoża we wschodniej części monokliny przedsudeckiej (obszar kalisko-częstochowski). Pr. Inst. Geol., 82: 37–56.

Dowgiałło J., 2001 - Sudecki region geotermiczny (SRG) – określenie, podział, perspektywy poszukiwawcze. Współczesne Problemy Hydrogeologii Regionalnej. T. 10. Wydaw. UWroc., Wrocław.

Dowgiałło J., 2007a - Zagadnienia prawne i terminologiczne. [W:] Hydrogeologia regionalna Polski. T. 2. Wody mineralne, lecznicze i termalne oraz kopalniane (Paczyński B., Sadurski A. red.). PIG, Warszawa.

Dowgiałło J., 2007b - Prowincja platformy prekambryjskiej. [W:] Hydrogeologia regionalna Polski. T. 2. Wody mineralne, lecznicze i termalne oraz kopalniane (Paczyński B., Sadurski A. red.). PIG, Warszawa.

Dowgiałło J., 2008 - Stan rozpoznania zasobów wód termalnych regionu sudeckiego i perspektyw ich wykorzystania. Mat. I Ogólnopolskiego Kongresu Geotermalnego, Radziejowice 17-19.10.2007, Kraków.

Dziedzic M., Kochanowska J., Lichwierowicz T., Lis J., Osendowska E., Pasieczna A., Tomassi-Morawiec H., 2004 - Objaśnienia do Mapy Geośrodowiskowej Polski 1:50 000 Arkusz Wieluń (733), PIG, Warszawa.

Felter A., Szkrzypczyk L., Socha M., Sokołowski J., Sosnowska M., Stożek J., Gryszkiewicz I., Wrzosek A., 2019 - Mapa zagospodarowania wód podziemnych zaliczonych do kopalin w Polsce. Tekst objaśniający. PIG-PIB, Warszawa.

Fijałkowska-Mader A., 2013 - Palinostratygrafia, paleoekologia i paleoklimat późnego permu i triasu Niecki Nidy. Biuletyn Instytutu Geologicznego, 454: 15-70.

Głazek J., Dąbrowski P., Ratajczak R., 2015 - Szczegółowa mapa geologiczna Polski. Arkusz Wieluń (733). PIG, Warszawa.

Górecki W. red., 2006a - Atlas zasobów geotermalnych formacji mezozoicznej na Niżu Polskim. Min. Śr., NFOŚiGW, AGH, PIG, Kraków.

Górecki W. red., 2006b - Atlas zasobów geotermalnych formacji paleozoicznej na Niżu Polskim. Min. Śr., NFOŚiGW, AGH, PIG, Kraków.

Górecki W. red., 2011 - Atlas zasobów wód i energii geotermalnej Karpat Zachodnich. AGH, Kraków.

Górecki W. red., 2012 - Atlas geotermalny zapadliska przedkarpackiego. AGH, Kraków.

Górecki W. red., 2013 - Atlas geotermalny Karpat Wschodnich. AGH, Kraków.

Górnik M., 2000 - Objaśnienia do Mapy Hydrogeologicznej Polski w skali 1:50 000. Arkusz Wieluń (0733). PIG-PIB, Warszawa.

Hajto M., 2008 - Baza zasobowa wód termalnych na Niżu Polskim – geologiczne i hydrogeologiczne uwarunkowania lokalizacji obszarów perspektywicznych. Geologia. Tom 34, Zeszyt 3: 503-526.

Hajto M., 2014 - Wody termalne polskich Karpat. Mat. Resortowego szkolenia służb geologiczno-górniczych. Krynica-Zdrój 11–13.12.2014 r.

Hałaj E., Kępińska B., 2013 - Stan i perspektywy rozwoju geotermalnej balneoterapii i rekreacji w Polsce. [W:] Rekreacyjne wykorzystanie wód geotermalnych w krajach Grupy Wyszehradzkiej (Dej M., Huculak M., Jarczewski W. red.). Instytut Rozwoju Miast, Kraków.

Huculak M., 2013 - Uwarunkowania rozwoju energetyki geotermalnej w Polsce. [W:] Rekreacyjne wykorzystanie wód geotermalnych w krajach Grupy Wyszehradzkiej (Dej M., Huculak M., Jarczewski W. red.). Instytut Rozwoju Miast, Kraków.

Kępińska B., 2001 - Warunki hydrotermalne i termiczne podhalańskiego systemu geotermalnego w rejonie otworu biały Dunajec PAN 1. Stud., Rozpr., Monogr., 93.

Kiełczawa B., 2010 - Wybrane zagadnienia występowania i wykorzystania wód zmineralizowanych i termalnych monokliny przedsudeckiej. Technika Poszukiwań Geologicznych, R. 49, nr 1-2: 39-48.

Kieńć D., Wąsik M., Śliwka R., Mżyk S., Kuczer M., 2008 - Dokumentacja określająca warunki hydrogeologiczne dla ustanowienia obszarów ochronnych zbiornika wód podziemnych Częstochowa (W) – GZWP nr 325. Tom I. Przedsiębiorstwo Geologiczne PROXIMA Spółka Akcyjna, Wrocław.

Kotański Z. red., 1997 - Atlas geologiczny Polski. Mapy geologiczne ścięcia poziomego w skali 1:750 000. PIG, Warszawa.

Krystek M., 2010 - Zróżnicowanie, wykorzystanie i pochodzenie piaskowców w budowlach romańskich regionu łódzkiego. Rozprawa doktorska. UAM. Instytut Geologii, Poznań.

Kudrewicz R., 2007 - GIS-based Structural Geology for Petroleum Exploration within the Polish Permian Basin. AAPG Annual Convention, Long Beach, California. AAPG Search and Discover Article, #90063.

Lis-Martyniak B., 1973 - Dokumentacja wynikowa otworu poszukiwawczego Biała-5. Mat. niepublikowane. Nar. Arch. Geol., Warszawa. Nr inw. 935002.

Łucki P., 1971 - Karta otworu Wierzchlas 1.. Mat. niepublikowane. Nar. Arch. Geol., Warszawa. Nr inw. 110528.

Małecka D., 2003 - The thermal waters of Podhale, southern Poland: history of research, genesis and utility. Geol. Quart., 47, 3.

Marks L., Ber A., Gogołek W., Piotrowska K. red., 2006 - Mapa geologiczna Polski. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.

Mikołajków J., Sadurski A. red. 2017 - Główne zbiorniki wód podziemnych w Polsce. Informator PSH. PIG-PIB, Warszawa.

Mrozek K., 1975 - Budowa geologiczna struktur wgłębnych w południowej części synklinorium łódzkiego. Wyd. Geol. Warszawa.

Okołowicz W., Martyn D., 1984 - Regiony klimatyczne. [W:] Atlas Geograficzny Polski. PPWK, Warszawa.

Olędzki J. R. red., 2007 - Regiony geograficzne Polski. Charakterystyka regionów geograficznych Polski. Równiny Środkowopolskie [W:] Teledetekcja Środowiska, T. 38, 123-151, Wyd. PTG, Warszawa.

Paczyński B., red., 1995 - Atlas hydrogeologiczny Polski, skala 1:500 000. PIG, Warszawa.

Paczyński B., Płochniewski Z., 1996 - Wody mineralne i lecznicze Polski. PIG, Warszawa.

Paczyński B., Sadurski A. red., 2007 - Hydrogeologia regionalna Polski. Tom I. Wody słodkie. PIG, Warszawa.

Paczyński B., Sadurski A. red., 2007 - Hydrogeologia regionalna Polski. Tom II. Wody mineralne, lecznicze i termalne oraz kopalniane. PIG, Warszawa.

Pieńkowski G., 2004 - The epicontinental Lower Jurassic of Poland. Polish Geological Institute Special Papers, 12: 1–122.

Pożaryski W., Dembowski Z., 1983 - Mapa geologiczna Polski i krajów ościennych bez utworów kenozoicznych, mezozoicznych i permskich, 1 : 1 000 000. Instytut Geologiczny, Warszawa.

Rowan M., Krzywiec P., 2014 - The Szamotuły salt diapir and Mid-Polish Trough: Decoupling during both Triassic-Jurassic rifting and Alpine inversion. Interpretation, 2(4), SM1-SM18.

Smolec A., 2007 - Regiony termiczne Europy. [W:] Wahania klimatu w różnych skalach przestrzennych i czasowych. Piotrowicz K., Twardosz R. red., 175-183, IGiGP UJ, Kraków.

Socha M., 2008 - Geośrodowiskowe uwarunkowania wykorzystania energii wód termalnych paleogeńsko-mezozoicznego zbiornika podhalańskiego. Praca doktorska. Arch. Wydz. Geologii Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa.

Sowiżdżał A., Górecki W., 2013 - Możliwości wykorzystania energii geotermalnej w rejonie zapadliska przedkarpackiego. Technika Poszukiwań Geologicznych, Geotermia, Zrównoważony, 52, 2.

Szewczyk J., 2007 - Strumień cieplny a temperatura i mineralizacja wód podziemnych. [W:] Hydrogeologia regionalna Polski. Tom II. Wody mineralne, lecznicze i termalne oraz kopalniane (Paczyński B., Sadurski A. red.). Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa, 14-24.

Szewczyk J., 2010 - Geofizyczne oraz hydrogeologiczne warunki pozyskiwania energii geotermicznej w Polsce. Przegląd Geologiczny, 7.

Szewczyk J., Gientka D., 2009 - Terrestrial heat flow density in Poland – a new approach. Geological Quarterly, 53, 1: 125-140.

Urban E., 1971 – Karta otworu Wieluń-4. Mat. niepublikowane. Nar. Arch. Geol., Warszawa. Nr inw. 110677.

Urban-Łucka E., 1972 - Dokumentacja wynikowa otworu badawczego Wierzchlas 3. Mat. niepublikowane. Nar. Arch. Geol., Warszawa. Nr inw. 114814.

Urban-Łucka E., Ciałowicz W., 1971 - Dokumentacja wynikowa otworu poszukiwawczego Biała-2. Mat. niepublikowane. Nar. Arch. Geol., Warszawa. Nr inw. 111316.

Urban-Łucka E., Tomasik J., 1972 - Dokumentacja wynikowa otworu poszukiwawczego Biała-3. Mat. niepublikowane. Nar. Arch. Geol., Warszawa. Nr inw. 114145.

Urban-Łucka E., Wandas T., Złonkiewicz A., 1969 - Dokumentacja wynikowa otworów: Małe Tyble 1 i Wieluń 3. Mat. niepublikowane. Nar. Arch. Geol., Warszawa. Nr inw. 102897.

Wandas T., 1971 - Dokumentacja wynikowa otworu strukturalnego: WIERZCHLAS 1 i otworu poszukiwawczego WIERZCHLAS 2. Mat. niepublikowane. Nar. Arch. Geol., Warszawa. Nr inw. 110524.

Wierzchowska-Kicułowa K., 1984 - Budowa geologiczna utworów podpermskich monokliny przedsudeckiej. Geologica Sudetica, 19: 121–142

Wiszniewski W., Chełchowski W., 1987 - Regiony klimatyczne [W:] Atlas hydrologiczny Polski, Wyd. Geol., Warszawa.

Woś A., 1993 - Regiony klimatyczne Polski w świetle występowania różnych typów pogody. Zeszyty IGiPZ PAN, Nr 20, Wyd. IGiPZ PAN, Warszawa.

Załuski W., 1986 - Charakterystyka klimatu i bioklimatu Załęczańskiego Parku Krajobrazowego. Acta Universitatis Lodziensis, Folia Sozologica, 179-202.

Żelaźniewicz A., Aleksandrowski P., Buła Z., Konon A., Oszczypko N., Ślączka A., Żaba J., Żytko K., 2011 - Regionalizacja tektoniczna Polski. Komitet Nauk Geologicznych PAN, Drukarnia KID.

Strony internetowe:

http://crfop.gdos.gov.pl

http://geoportal.pgi.gov.pl/otwory

http://geoportal.pgi.gov.pl/surowce

http://spd.pgi.gov.pl/PSHv8

http://www.ec-wielun.pl

http://www.google.pl/maps

http://www.polskieszlaki.pl

https://stat.gov.pl

https://wielun.lodz.lasy.gov.pl/lasy-regionu

https://www.bip.um.wielun.pl

https://www.isok.gov.pl/hydroportal.html

Akty prawne:

Obwieszczenie Ministra Środowiska z dnia 17 września 2019 r. w sprawie stawek opłat na rok 2020 z zakresu przepisów Prawa geologicznego i górniczego (M.P. 2019 poz. 927).

Obwieszczenie Ministra Zdrowia z dnia 27 lutego 2018 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Zdrowia w sprawie zakresu badań niezbędnych do ustalenia właściwości leczniczych naturalnych surowców leczniczych i właściwości leczniczych klimatu, kryteriów ich oceny oraz wzoru świadectwa potwierdzającego te właściwości (Dz.U. 2018 poz. 605).

Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 1 lipca 2015 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących projektów robót geologicznych, w tym robót, których wykonywanie wymaga uzyskania koncesji (Dz.U. 2015 poz. 964).

Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 10 września 2019 r. w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko (Dz.U. 2019 poz. 1839).

Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 15 listopada 2011 r. w sprawie operatu ewidencyjnego oraz wzorów informacji o zmianach zasobów złoża kopaliny (Dz.U. 2011 Nr 262 poz. 1568).

Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2016 r. w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i dokumentacji geologiczno-inżynierskiej (Dz.U. 2016 poz. 2033).

Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 20 grudnia 2011 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących projektów robót geologicznych, w tym robót, których wykonywanie wymaga uzyskania koncesji (Dz.U. 2011 Nr 288 poz. 1696).

Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 24 kwietnia 2012 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących projektów zagospodarowania złóż (Dz.U. 2012 poz. 511).

Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 30 października 2017 r. w sprawie gromadzenia i udostępniania informacji geologicznej (Dz.U. 2017 r. poz. 2075).

Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 6 grudnia 2016 r. w sprawie innych dokumentacji geologicznych (Dz.U. 2016 poz. 2023).

Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 8 grudnia 2017 r. w sprawie planów ruchu zakładów górniczych (Dz.U. 2017 poz. 2293).

Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 13 kwietnia 2006 r. w sprawie zakresu badań niezbędnych do ustalenia właściwości leczniczych naturalnych surowców leczniczych i właściwości leczniczych klimatu, kryteriów ich oceny oraz wzoru świadectwa potwierdzającego te właściwości (Dz. U. 2006 nr 80 poz. 565).

Ustawa z dnia 28 lipca 2005 r. o lecznictwie uzdrowiskowym, uzdrowiskach i obszarach ochrony uzdrowiskowej oraz gminach uzdrowiskowych (Dz.U. 2017 poz. 1056, j.t.).

Ustawa z dnia 3 października 2008 r. o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz ocenach oddziaływania na środowisko (Dz.U. 2020 poz. 283, j.t.).

Ustawa z dnia 6 marca 2018 r. Prawo przedsiębiorców (Dz. U. z 2018 r. poz. 646, z późn. zm.)

Ustawa z dnia 9 czerwca 2011 r. Prawo geologiczne i górnicze (Dz. U., 2019 poz. 868).