OCENA POTENCJAŁU SUROWCOWEGO I GOSPODARCZEGO

NIEUŻYTKOWANYCH I WSTĘPNIE ROZPOZNANYCH ZŁÓŻ WÓD LECZNICZYCH WRAZ ZE WSKAZANIEM OBSZARÓW PERSPEKTYWICZNYCH DLA ICH UJMOWANIA I ZAGOSPODAROWANIA

KARPATY I ZAPADLISKO PRZEDKARPACKIE 2021

Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

państwowa służba geologiczna

pgi.gov.pl

Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy
państwowa służba geologiczna

OCENA POTENCJAŁU SUROWCOWEGO I GOSPODARCZEGO NIEUŻYTKOWANYCH I WSTĘPNIE ROZPOZNANYCH ZŁÓŻ WÓD LECZNICZYCH WRAZ ZE WSKAZANIEM OBSZARÓW PERSPEKTYWICZNYCH DLA ICH UJMOWANIA I ZAGOSPODAROWANIA

KARPATY I ZAPADLISKO PRZEDKARPACKIE

Warszawa, 2021 r.

Autorzy:

Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy
Oddział Karpacki w Krakowie

mgr inż. Tomasz OPERACZ
mgr inż. Tomasz GĄGULSKI
mgr inż. Kamil PAWELEC
mgr inż. Robert PATORSKI

Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy

mgr Izabella GRYSZKIEWICZ
dr Mariusz SOCHA
mgr inż. DOROTA LASEK-WOROSZKIEWICZ
mgr Ewa FILIPPOVITS
mgr Jadwiga STOŻEK
mgr Jakub SOKOŁOWSKI

Polskie Stowarzyszenie Geotermiczne

dr hab. inż. Józef CHOWANIEC

Konsultacja naukowa:
prof. dr hab. Krzysztof SZAMAŁEK
dr Lesław SKRZYPCZYK

Recenzja: dr Mirosław WĄSIK

Projekt okładki: Monika CYRKLEWICZ

Zdjęcie na okładce: Łomnica-Zdrój (w pobliżu Źródła Górnego) (zdj. J. STOŻEK)

Redakcja: Izabella GRYSZKIEWICZ, Dorota LASEK-WOROSZKIEWICZ

Akceptował:
Dyrektor Państwowego Instytutu Geologicznego – Państwowego Instytutu Badawczego
dr inż. Mateusz DAMRAT

© Copyright by Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy,
Warszawa 2021

SPIS TREŚCI

SPIS TABEL **6**

SPIS RYCIN **7**

SPIS FOTOGRAFII **10**

SPIS ZAŁĄCZNIKÓW **10**

1. WPROWADZENIE **13**

1.1. Cel przedsięwzięcia *13*

1.2. Wyniki przedsięwzięcia i ich odbiorcy *15*

1.3. Akty prawne i terminologia *19*

2. CHARAKTERYSTYKA METODYKI WYBORU OBIEKTÓW **22**

2.1. Ocena przeglądowa *22*

2.2. Ocena wstępna *23*

2.3. Ocena szczegółowa *25*

3. Uwarunkowania występowania i aktualny stan wykorzystania wód leczniczych (ocena przeglądowa) **27**

3.1. Typy wód leczniczych *27*

3.2. Geologiczne warunki występowania wód leczniczych oraz wód zmineralizowanych i swoistych w prowincji karpackiej *33*

3.2.1. Zapadlisko przedkarpackie 33
3.2.2. Karpaty zewnętrzne 35
3.2.3. Karpaty wewnętrzne 37

3.3. Wykorzystanie wód leczniczych oraz zmineralizowanych i swoistych *38*

3.3.1. Balneoterapia 40
3.3.2. Rozlewnictwo 43
3.3.3. Wytwarzanie produktów zdrojowych 46
3.3.4. Rekreacja 48

4. Podstawowe cechy złoża oraz aspekty związane z możliwością jego zagospodarowania (ocena wstępna) **51**

4.1. Krosno *62*

4.1.1. Wstęp 62
4.1.2. Charakterystyka obszaru perspektywicznego dla ujęcia wód leczniczych 62
4.1.3. Stan środowiska w rejonie badań 64
4.1.4. Uzasadnienie lokalizacji i głębokości wiercenia 67
4.1.5. Budowa geologiczna 68
4.1.6. Warunki hydrogeologiczne 74
4.1.7. Chemizm wód podziemnych 77

4.2. Krościenko n/Dunajcem *79*

4.2.1. Wstęp 79
4.2.2. Charakterystyka obszaru perspektywicznego dla ujęcia wód leczniczych 79
4.2.3. Stan środowiska w rejonie badań 82
4.2.4. Uzasadnienie lokalizacji i głębokości wiercenia 85
4.2.5. Budowa geologiczna 86
4.2.6. Warunki hydrogeologiczne 89
4.2.7. Charakterystyka źródeł wód leczniczych 96

4.3. Lesko ... *104*
4.3.1. Wstęp ... 104
4.3.2. Charakterystyka obszaru perspektywicznego dla ujęcia wód leczniczych ... 104
4.3.3. Stan środowiska w rejonie badań ... 107
4.3.4. Uzasadnienie lokalizacji i głębokości wiercenia ... 110
4.3.5. Budowa geologiczna ... 110
4.3.6. Warunki hydrogeologiczne ... 114
4.3.7. Charakterystyka istniejących źródeł wód leczniczych ... 121

4.4. Lipnica Wielka ... *127*
4.4.1. Wstęp ... 127
4.4.2. Charakterystyka obszaru perspektywicznego dla ujęcia wód leczniczych ... 127
4.4.3. Stan środowiska w rejonie badań ... 130
4.4.4. Uzasadnienie lokalizacji i głębokości wiercenia ... 134
4.4.5. Budowa geologiczna ... 135
4.4.6. Warunki hydrogeologiczne ... 139
4.4.7. Charakterystyka istniejących źródeł wód leczniczych ... 142

4.5. Nieborów ... *148*
4.5.1. Wstęp ... 148
4.5.2. Charakterystyka obszaru perspektywicznego dla ujęcia wód leczniczych ... 148
4.5.3. Stan środowiska w rejonie badań ... 151
4.5.4. Uzasadnienie lokalizacji i głębokości wiercenia ... 154
4.5.5. Budowa geologiczna ... 155
4.5.6. Warunki hydrogeologiczne ... 162
4.5.7. Charakterystyka istniejących źródeł wód leczniczych ... 165

4.6. Słonne ... *170*
4.6.1. Wstęp ... 170
4.6.2. Charakterystyka obszaru perspektywicznego dla ujęcia wód leczniczych ... 170
4.6.3. Stan środowiska w rejonie badań ... 173
4.6.4. Uzasadnienie lokalizacji i głębokości wiercenia ... 176
4.6.5. Budowa geologiczna ... 178
4.6.6. Warunki hydrogeologiczne ... 181

4.7. Straszydle ... *188*
4.7.1. Wstęp ... 188
4.7.2. Charakterystyka obszaru perspektywicznego dla ujęcia wód leczniczych ... 188
4.7.3. Stan środowiska w rejonie badań ... 190
4.7.4. Uzasadnienie lokalizacji i głębokości wiercenia ... 193
4.7.5. Budowa geologiczna ... 194
4.7.6. Warunki hydrogeologiczne ... 197
4.7.7. Charakterystyka istniejących źródeł wód leczniczych ... 199

4.8. Wiślica ... *205*
4.8.1. Wstęp ... 205
4.8.2. Charakterystyka obszaru perspektywicznego dla ujęcia wód leczniczych ... 205
4.8.3. Stan środowiska w rejonie badań ... 208
4.8.4. Uzasadnienie lokalizacji i głębokości wiercenia ... 215
4.8.5. Budowa geologiczna ... 216
4.8.6. Warunki hydrogeologiczne ... 221
4.8.7. Charakterystyka istniejących wystąpień wód leczniczych ... 224

5. ANALIZA WYKORZYSTANIA WÓD ZMINERALIZOWANYCH I SWOISTYCH W BALNEOLOGII I REKREACJI ... 228

5.1. Wstępne szacunki nakładów inwestycyjnych ... *231*

5.2. Wstępne szacunki nakładów eksploatacyjnych ... *233*

5.3. Koszt wydobycia wody zmineralizowanej lub swoistej ... 236
5.4. Podsumowanie analizy ... 238
6. Podsumowanie ... 240
7. Słownik pojęć ... 242
Wykorzystane materiały ... 249

SPIS TABEL

Tabela 1.2.1. Działalność zakładów lecznictwa uzdrowiskowego w 2019 r. (Szlubowska, 2019).... 16

Tabela 2.1.1. Baza danych. Rodzaje zestawień 22

Tabela 2.1.2.Kryteria oceny przeglądowej 23

Tabela 2.2.1. Kryteria oceny wstępnej 25

Tabela 2.3.1. Kryteria oceny szczegółowej 26

Tabela 3.3.1. Zestawienie uzdrowisk wykorzystujących wody lecznicze 42

Tabela 3.3.2. Zestawienie miejscowości, w których butelkuje się wody lecznicze, naturalne wody mineralne oraz wody stołowe 45

Tabela 3.3.3. Zestawienie miejscowości, w których wytwarza się produkty zdrojowe 47

Tabela 4.1. Zagospodarowanie wytypowanych obszarów perspektywicznych w prowincji karpackiej 53

Tabela 4.2.1. Analiza wody ze źródła „Stefan" wykonana przez Trochanowskiego w 1897 r. (Dominikiewicz, 1951) 97

Tabela 4.2.2. Analiza wody ze źródła „Maria" („Anna") wykonana przez Trochanowskiego w 1897 r. (Dominikiewicz, 1951) 98

Tabela 4.2.3. Analiza wody ze źródła „Michalina" wykonana przez Trochanowskiego w 1897 r. (Dominikiewicz, 1951) 98

Tabela 4.2.4. Analiza wody ze źródła „Stefan" wykonana przez B. Wagnera w 1949 r. (Dominikiewicz, 1951) 99

Tabela 4.2.5. Charakterystyka wybranych ujęć w Krościenku nad Dunajcem 100

Tabela 4.2.6. Wyniki pomiarów „in situ" wykonane na źródle „Maria" 103

Tabela 4.3.1. Wyniki pomiarów wykonanych na wypływach w Lesku (Rajchel, 2000) 119

Tabela 4.3.2. Wyniki analiz wód pobranych z wypływów w Lesku (Rajchel, 2000) 120

Tabela 4.3.3. Wyniki analiz wód pobranych z wypływów w Lesku (Sokołowski, 1977) 120

Tabela 4.3.1. Wyniki pomiarów „in situ" źródła nr 1 w Lesku 126

Tabela 4.4.1. Wyniki pomiarów „in situ" punktów dokumentujących występowanie wód leczniczych 145

Tabela 4.5.1. Wyniki pomiarów „*in situ*" punktów dokumentujących występowanie wód leczniczych 168

Tabela 4.6.1. Zestawienie wykonanych w rejonie Słonnego otworów naftowych (wg CBDG) 177

Tabela 4.6.2. Wyniki pomiarów „*in situ"* wykonane w Słonnym 186

Tabela 4.8.1. Wyniki pomiarów „*in situ*" w studniach kopanych 227

Tabela 5.1. Przewidywane parametry złożowe (opracowanie własne na podstawie analiz archiwalnych) 229

Tabela 5.1.1. Przewidywane nakłady inwestycyjne dla balneologiczno-rekreacyjnego wykorzystania wody zmineralizowanej lub swoistej [zł] (opracowanie własne) 233

Tabela 5.3.1. Koszt wydobycia wody zmineralizowanej lub swoistej w wariancie finansowania 90/10 (opracowanie własne)..... 237

Tabela 5.3.2. Koszt wydobycia wody zmineralizowanej lub swoistej w wariancie finansowania 50/50 (opracowanie własne)..... 237

Tabela 5.3.3. Koszt wydobycia wody zmineralizowanej lub swoistej w wariancie finansowania 10/90 (opracowanie własne)..... 238

SPIS RYCIN

Ryc. 3.3. Lokalizacja złóż wód leczniczych (użytkowanych i nieużytkowanych) na obszarze Karpat **..... 40**

Ryc. 3.3.1. Lokalizacja uzdrowisk wykorzystujących wody lecznicze (stan na 31.12.2019 r.) **..... 41**

Ryc. 3.3.2. Lokalizacja rozlewni wykorzystujących wody lecznicze w obrębie prowincji karpackiej (stan na 31.12.2019 r.)**..... 44**

Ryc. 3.3.3. Lokalizacja miejscowości, w których wytwarza się produkty zdrojowe (stan na 31.12.2019 r.)**..... 47**

Ryc. 3.3.4. Lokalizacja ośrodków wykorzystujących wody zaliczone do kopalin w rekreacji w obrębie prowincji karpackiej (stan na 31.12.2019 r.)**..... 50**

Ryc. 4.1. Lokalizacja wytypowanych obszarów perspektywicznych wód leczniczych w prowincji karpackiej **..... 52**

Ryc. 4.1.1. Lokalizacja archiwalnych otworów wiertniczych oraz obszaru perspektywicznego dla ujęcia wód leczniczych na tle mapy topograficznej rejonu Krosna w skali 1:50 000**..... 63**

Ryc. 4.1.2. Lokalizacja obszaru perspektywicznego dla ujęcia wód leczniczych na tle obszarów chronionych**..... 65**

Ryc. 4.1.3. Lokalizacja obszaru perspektywicznego dla ujęcia wód leczniczych na tle fragmentu Mapy geośrodowiskowej Polski w skali 1:50 000, ark. Krosno (1023) (Formowicz, Grędysa, 2016c) **..... 66**

Ryc. 4.1.4. Schematyczny profil litostratygraficzny w rejonie Krosna**..... 71**

Ryc. 4.1.5. Lokalizacja obszaru perspektywicznego dla ujęcia wód leczniczych na tle fragmentu Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski w skali 1:50 000, ark. Krosno (1023) (Piotrowska, Wasiluk, 2009) **..... 72**

Ryc. 4.1.6. Lokalizacja obszaru perspektywicznego dla ujęcia wód leczniczych na tle fragmentu Mapy hydrogeologicznej Polski w skali 1:50 000, ark. Krosno (1023) (Krawczyk, 1998)**..... 76**

Ryc. 4.2.1. Lokalizacja obszaru perspektywicznego na tle wycinka mapy topograficznej rejonu Krościenka nad Dunajcem **..... 80**

Ryc. 4.2.2. Lokalizacja obszarów perspektywicznych dla ujęcia wód leczniczych na tle obszarów chronionych**..... 83**

Ryc. 4.2.3. Lokalizacja obszarów perspektywicznych dla ujęcia wód leczniczych na tle fragmentu Mapy geośrodowiskowej Polski, Plansza A w skali 1:50 000, ark. Krościenko (1050) (Laskowicz i in., 2014a)**..... 84**

Ryc. 4.2.4. Lokalizacja obszarów perspektywicznych dla ujęcia wód leczniczych na tle fragmentu Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski w skali 1:50 000, ark. Szczawnica-Krościenko (1050) (Kulka i in., 1991) **88**

Ryc. 4.2.5. Lokalizacja obszarów perspektywicznych dla ujęcia wód leczniczych na tle fragmentu Mapy hydrogeologicznej Polski w skali 1:50 000, ark. Szczawnica-Krościenko (1050) (Chowaniec, Witek, 1997) **92**

Ryc. 4.3.1. Lokalizacja obszaru perspektywicznego dla ujęcia wód leczniczych na tle mapy poglądowej rejonu Leska **105**

Ryc. 4.3.2. Lokalizacja obszaru perspektywicznego dla ujęcia wód leczniczych na tle obszarów chronionych **108**

Ryc. 4.3.3. Lokalizacja obszaru perspektywicznego dla ujęcia wód leczniczych na tle fragmentu Mapy geośrodowiskowej Polski w skali 1:50 000, ark. Lesko (1058) (Formowicz, Grędysa, 2016d) **109**

Ryc. 4.3.4. Lokalizacja obszaru perspektywicznego dla ujęcia wód leczniczych na tle fragmentu Mapy geologicznej Polski w skali 1:200000, ark. Przemyśl-Kalników (Malata i in., 1997) **113**

Ryc. 4.3.5. Lokalizacja obszaru perspektywicznego dla ujęcia wód leczniczych na tle fragmentu Mapy hydrogeologicznej Polski w skali 1:50 000, ark. Lesko (1058) (Chowaniec, Witek, 1998) .. **117**

Ryc. 4.3.6. Projekt wschodniej elewacji budynku zakładu przyrodoleczniczego w Lesku (mat. UMiG w Lesku) **121**

Ryc. 4.4.1. Lokalizacja obszaru perspektywicznego dla ujęcia wód leczniczych na tle mapy topograficznej rejonu Lipnicy Wielkiej **128**

Ryc. 4.4.2. Lokalizacja obszaru perspektywicznego dla ujęcia wód leczniczych na tle obszarów chronionych **131**

Ryc. 4.4.3. Lokalizacja obszaru perspektywicznego dla ujęcia wód leczniczych na tle fragmentu Mapy geośrodowiskowej Polski w skali 1:50 000, ark. Zawoja (1031) (Laskowicz i in., 2014b) .. **132**

Ryc. 4.4.4. Lokalizacja obszaru perspektywicznego dla ujęcia wód leczniczych na tle fragmentu Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski w skali 1:50 000, ark. Zawoja (1031) (Książkiewicz, 1968) **137**

Ryc. 4.4.5. Lokalizacja obszaru perspektywicznego dla ujęcia wód leczniczych na tle zbiorników GZWP **140**

Ryc. 4.4.6. Lokalizacja obszaru perspektywicznego dla ujęcia wód leczniczych na tle fragmentu Mapy hydrogeologicznej Polski w skali 1:50 000, ark. Zawoja (1031) (Skąpski, Garbacz, 1997) **141**

Ryc. 4.5.1. Lokalizacja obszaru perspektywicznego dla ujęcia wód leczniczych na tle mapy topograficznej rejonu Nieborowa **149**

Ryc. 4.5.2. Lokalizacja obszaru perspektywicznego dla ujęcia wód leczniczych na tle obszarów chronionych **152**

Ryc. 4.5.3. Lokalizacja obszaru perspektywicznego dla ujęcia wód leczniczych na tle fragmentu Mapy geośrodowiskowej Polski w skali 1:50 000, ark. Błażowa (1005) (Formowicz, Grędysa, 2016b) **153**

Ryc. 4.5.4. Lokalizacja obszaru perspektywicznego dla ujęcia wód leczniczych na tle fragmentu Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski w skali 1:50 000, ark. Błażowa (1005) (Rauch i in., 2010) **161**

Ryc. 4.5.5. Lokalizacja obszaru perspektywicznego dla ujęcia wód leczniczych na tle fragmentu Mapy hydrogeologicznej Polski w skali 1:50 000, ark. Błażowa (1005) (Skąpski, Garecki, 1998) **164**

Ryc. 4.6.1. Lokalizacja obszaru perspektywicznego dla ujęcia wód leczniczych na tle mapy topograficznej rejonu Słonnego..... **171**

Ryc. 4.6.2. Lokalizacja obszaru perspektywicznego dla ujęcia wód leczniczych na tle obszarów chronionych..... **174**

Ryc. 4.6.3. Lokalizacja obszaru perspektywicznego dla ujęcia wód leczniczych na tle fragmentu Mapy geośrodowiskowej Polski, Plansza A w skali 1: 50 000, ark. Bircza (1025) (Formowicz, Grędysa, 2016a) **176**

Ryc. 4.6.4. Lokalizacja obszaru perspektywicznego dla ujęcia wód leczniczych na tle fragmentu Mapy geologicznej Polski w skali 1:200 000, plansza B (Gucik i in., 1979)..... **178**

Ryc. 4.6.5. Lokalizacja obszaru perspektywicznego dla ujęcia wód leczniczych na tle fragmentu Mapy hydrogeologicznej Polski w skali 1:50 000, ark. Bircza (1025) (Chowaniec i in., 1998) **183**

Ryc. 4.7.1. Lokalizacja obszaru perspektywicznego dla ujęcia wód leczniczych na tle mapy topograficznej rejonu Straszydla..... **189**

Ryc. 4.7.2. Lokalizacja obszaru perspektywicznego dla ujęcia wód leczniczych na tle obszarów chronionych..... **191**

Ryc. 4.7.3. Lokalizacja obszaru perspektywicznego dla ujęcia wód leczniczych na tle fragmentu Mapy geośrodowiskowej Polski, Plansza A w skali 1: 50 000, ark. Strzyżów (1004) (Formowicz, Grędysa, 2016e) **192**

Ryc. 4.7.4. Lokalizacja obszaru perspektywicznego dla ujęcia wód leczniczych na tle fragmentu Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski w skali 1: 50 000, ark. Strzyżów (1004) (Malata, Zimnal, 2009) **197**

Ryc. 4.7.5. Lokalizacja obszaru perspektywicznego dla ujęcia wód leczniczych na tle fragmentu Mapy hydrogeologicznej Polski w skali 1:50 000, ark. Strzyżów (1004) (Skąpski, Kruk, 1998) ... **199**

Ryc. 4.8.1. Lokalizacja obszarów perspektywicznych dla ujęcia wód leczniczych na tle mapy topograficznej rejonu Wiślicy **206**

Ryc. 4.8.2.Lokalizacja obszarów perspektywicznych dla ujęcia wód leczniczych na tle obszarów chronionych..... **210**

Ryc. 4.8.3. Lokalizacja obszarów perspektywicznych dla ujęcia wód leczniczych na tle fragmentu Mapy geośrodowiskowej Polski, Plansza A w skali 1:50 000, ark. Busko (0917) (Bąk i in., 2015) **211**

Ryc. 4.8.4. Lokalizacja obszarów perspektywicznych dla ujęcia wód leczniczych na tle fragmentu Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski w skali 1:50 000, ark. Busko-Zdrój (0917) (Łyczewska, 1971) **220**

Ryc. 4.8.5. Lokalizacja obszarów perspektywicznych dla ujęcia wód leczniczych na tle fragmentu Mapy hydrogeologicznej Polski w skali 1:50 000, ark. Busko-Zdrój (0917) (Herman, 2000)..... **223**

SPIS FOTOGRAFII

Fot. 4.2.1. Źródło wody leczniczej „Maria" w Krościenku nad Dunajcem (fot. R. Patorski)..... **103**

Fot. 4.3.1. Źródło nr 3 (fot. J. Sokołowski)..... **123**

Fot. 4.3.2. Źródło nr 1 (fot. J. Sokołowski)..... **123**

Fot. 4.3.3. Źródło nr 2 (fot. J. Sokołowski)..... **124**

Fot. 4.3.4. Źródło nr 4 (fot. J. Sokołowski)..... **124**

Fot. 4.3.5. Źródło nr 5 (fot. J. Sokołowski)..... **125**

Fot. 4.3.6. Źródło nr 6 (fot. J. Sokołowski)..... **125**

Fot. 4.4.1. Źródło „Heródka 1" (fot. T. Gągulski) **144**

Fot. 4.4.2. Źródło „Heródka 2" (fot. T. Gągulski) **144**

Fot. 4.4.3. Studnia kopana w miejscowości Kiczory-Siarka (fot. T. Gągulski)..... **146**

Fot. 4.4.4. Źródło „Jacek" (fot. T. Gągulski) **147**

Fot. 4.4.5. Źródło „Jacek" (nisza źródliskowa) (fot. T. Gągulski)..... **147**

Fot. 4.4.6. Źródło „Śmierdząca Woda" (fot. T. Gągulski)..... **147**

Fot. 4.4.7. Źródło „Śmierdząca Woda" (nisza źródłowa) (fot. T. Gągulski) **147**

Fot. 4.5.1. Altana i zbiornik podziemny w Nieborowie (fot. T. Operacz) **167**

Fot. 4.5.2. Źródło „Katarzyna" (fot. T. Gągulski)..... **168**

Fot. 4.5.3. Źródło „Katarzyna", widok w kierunku odpływu ze źródła (fot. T. Gągulski) **168**

Fot. 4.6.1. Miejsce dawnego wypływu solanki w Słonnem (fot. T. Operacz) **187**

Fot. 4.7.1. Kamieniołom w Straszydle – panorama (fot. T. Gągulski)..... **195**

Fot. 4.7.2 Warstwy rogowców oraz ciemne łupki menilitowe (fot. K. Pawelec)..... **195**

Fot. 4.7.3. Źródło „Bohun", wypływ główny, elipsą oznaczono wypływy w korycie potoku (fot. T. Gągulski)..... **203**

Fot. 4.7.4. Źródło „Bohun", fioletowy osad w niszy źródliskowej (fot. T. Gągulski)..... **203**

Fot. 4.7.5. Wypływy powyżej źródła „Bohun" (fot. T. Gągulski) **204**

Fot. 4.8.1. Źródło (dawny szyb) „Szczerbaków" w 2014 r. (fot. G. Gorczyca, 2014)..... **225**

Fot. 4.8.2. Źródła w Aleksandrowie i Wiśniówkach w 2014 r. (fot. G. Gorczyca, 2014) **225**

SPIS ZAŁĄCZNIKÓW

Zał.1.1. Analiza fizyko-chemiczna wody – Krościenko n/Dunajcem.
Zał.1.2. Analiza fizyko-chemiczna wody – Lesko.
Zał.1.3. Analiza fizyko-chemiczna wody – Lipnica.
Zał.1.4. Analiza fizyko-chemiczna wody – Kiczory-Siary.
Zał.1.5. Analiza fizyko-chemiczna wody – Nieborów.
Zał.1.6. Analiza fizyko-chemiczna wody – Hyżne.
Zał.1.7. Analiza fizyko-chemiczna wody – Słonne.
Zał.1.8. Analiza fizyko-chemiczna wody – Lubenia.

Zał.1.9. Analiza fizyko-chemiczna wody – Kobylniki.
Zał.1.10. Analiza fizyko-chemiczna wody – Sielec.

1. WPROWADZENIE

1.1. CEL PRZEDSIĘWZIĘCIA

Opracowanie pt.: **„Ocena potencjału surowcowego i gospodarczego nieużytkowanych i wstępnie rozpoznanych złóż wód leczniczych wraz ze wskazaniem obszarów perspektywicznych dla ich ujmowania i zagospodarowania. Karpaty i Zapadlisko Przedkarpackie”** opracowano w Państwowym Instytucie Geologicznym – Państwowym Instytucie Badawczym (PIG-PIB) jako jedno z zadań realizowanych w ramach przedsięwzięcia państwowej służby geologicznej *Prowadzenie Banku Danych Wód Podziemnych zaliczonych do kopalin*, w okresie od 1.04.2018 r. do 31.03.2021 r., finansowanego w formie dotacji przez NFOŚiGW, w ramach umowy 307/2018/WN-07/FG-GO-DN/D z dnia 20.12.2018 r. Prace dotyczące opracowania i weryfikacji materiałów archiwalnych, aktualizacji bieżących danych bilansowych, hydrogeologicznych, prac terenowych oraz opracowanie redakcyjne wykonano w latach 2018-2020 w Zakładzie Geologii Złożowej i Gospodarczej PIG-PIB, jako komórki wiodącej, przy współudziale ekspertów PIG-PIB z oddziału PIG-PIB w Krakowie.

Celem przedsięwzięcia była realizacja zadań państwowej służby geologicznej, której rolę zgodnie z ustawą *Prawo geologiczne i górnicze* z 2011 r. *(Dz. U. 2020 poz. 1064 t.j.)* pełni Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, w odniesieniu do wód podziemnych zaliczonych do kopalin. Praca miała na celu przeprowadzenie oceny możliwości i celowości zagospodarowania nieużytkowanych złóż wód leczniczych, a także wód zmineralizowanych i swoistych, w tym wykorzystywanych w dawnych uzdrowiskach i zdrojowiskach, a także wskazanie innych obszarów perspektywicznych dla ujmowania tego rodzaju wód.

Wody lecznicze i ich wykorzystanie są przedmiotem wielu opracowań, które zazwyczaj mają charakter regionalny lub są poświęcone określonym rodzajom wód. Do przygotowania opracowania wykorzystano zasoby baz danych prowadzonych w PIG-PIB takich jak: Bank Danych Wód Podziemnych Zaliczonych do Kopalin, rejestr zasobów złóż kopalin oraz obszarów górniczych – System Gospodarki i Ochrony Bogactw Mineralnych MIDAS, Centralna Baza Danych Geologicznych, baza Monitoringu Wód Podziemnych, a także informacje dodatkowe uzyskane od użytkowników złóż oraz opracowania publikowane i archiwalne, głównie o charakterze monograficznym. Do najistotniejszych z nich należą m.in. prace autorstwa: Kolagi i in. (1971); Dowgiałły (2007a, b, c);

Ciężkowskiego, red. (2002); Węcławika (1991), Paczyńskiego i Płochniewskiego (1996); Dowgiałły i Paczyńskiego (2002); Dowgiałły i Fistka (2003, 2007); Góreckiego (red.) (2006, 2011, 2012, 2013); Paczyńskiego i Sadurskiego (red.) (2007b); Chowańca (2009); Chowańca i in. (2010) oraz Ciężkowskiego i Kapuścińskiego (2011). Wykorzystano również informacje zawarte w dziennikach urzędowych, statutach uzdrowisk oraz aktach prawnych krajowych, regionalnych. Oprócz złóż wód leczniczych przeanalizowano wybrane ujęcia innych wód zmineralizowanych i swoistych (nie zaliczanych obecnie do kopalin) oraz otwory badawcze i poszukiwawcze, wykonane m.in. w celu udokumentowania złóż gazu ziemnego, ropy naftowej, rud metali, w których ujęto lub zbadano wody podziemne (w większości otwory badawcze zlikwidowano po przeprowadzeniu zaprojektowanych prac).

W ramach zadania wskazano, na podstawie analizy dostępnych materiałów archiwalnych i kwerendy zasobów baz danych, obszary perspektywiczne dla ujmowania i użytkowania wód leczniczych wraz z oceną możliwości zagospodarowania złóż wód leczniczych. Prace objęły wytypowanie miejscowości, w których istnieją udokumentowane, nieużytkowane ujęcia wód leczniczych lub wód zmineralizowanych i swoistych, w tym użytkowanych w przeszłości do celów leczniczych. Łącznie wytypowano 8 lokalizacji. Dla wytypowanych obszarów przeprowadzono analizę geologiczną i hydrogeologiczną warunków występowania wód leczniczych, zaktualizowaną charakterystykę właściwości fizyczno-chemicznych i jakości wód. Określono potencjalną przydatność gospodarczą wód podziemnych w obrębie wytypowanych lokalizacji oraz wskazano na możliwość, celowość i warunki zagospodarowania.

Zakres prac obejmował również przeprowadzenie prac terenowych w rejonie wytypowanych lokalizacji. W ramach wizji terenowej został oceniony stan ujęć (otworów, źródeł) wód leczniczych oraz zmineralizowanych i swoistych, oceniona została możliwość przeprowadzenia terenowych pomiarów hydrogeologicznych i oznaczeń wskaźnikowych oraz poboru próbek wód do oznaczeń laboratoryjnych, jak również celowość ich zagospodarowania. W zależności od wyników wizji, przeprowadzono terenowe pomiary i oznaczenia wskaźnikowe oraz dokonano poboru próbek wód w ilości 10 sztuk łącznie z czynnych ujęć. Nie zaistniała więc konieczność wykonania pompowań oczyszczających otworów. Część branych pod uwagę otworów według posiadanych dokumentacji oraz wizji terenowej została zlikwidowana, a zatem ich ewentualne wykorzystanie w celu ujmowania wód leczniczych wymagałoby wcześniejszej rekonstrukcji. Ocena ich stanu technicznego w zakresie rekonstrukcji wymaga szczegółowych prac badawczych i wiertniczych.

W związku z tym bez wykonania tego typu prac nie sposób wiarygodnie ocenić ewentualnych możliwości wykorzystania otworów do ujmowania wód leczniczych.

Autorzy poruszyli również problematykę gospodarczo-ekonomicznych i geośrodowiskowych uwarunkowań wykorzystania potencjału wód leczniczych. W opracowaniu prezentowana jest tematyka analizy ryzyka inwestycyjnego w przedsięwzięciach wykorzystujących wody podziemne zaliczone do kopalin, geologiczne i gospodarcze ryzyko inwestycyjne jako zjawiska charakterystyczne dla działań gospodarczych i biznesowych. Ponadto, przedstawiono istotne założenia stosowanych metodyk oceny ekonomicznej efektywności wykorzystania potencjału wód podziemnych zaliczonych do kopalin.

Opracowanie pt.: „Ocena potencjału surowcowego i gospodarczego nieużytkowanych i wstępnie rozpoznanych złóż wód leczniczych wraz ze wskazaniem obszarów perspektywicznych dla ich ujmowania i zagospodarowania" obejmuje swoim zasięgiem lokalizacje na obszarze Karpat i zapadliska przedkarpackiego. Jest to rejon szczególny pod względem występowania wód leczniczych, często unikatowych w skali kraju, ale także docenianych poza jego granicami. Proponuje się, aby w ramach prac przewidzianych do realizacji w kolejnych latach, rozszerzyć zadania również na obszar Sudetów i monokliny przedsudeckiej, który także charakteryzuje się występowaniem cennych wód leczniczych, w tym wód radonowych, które występują jedynie w tej części Polski.

1.2. WYNIKI PRZEDSIĘWZIĘCIA I ICH ODBIORCY

Turystyka uzdrowiskowa jest częścią turystki zdrowotnej, stanowi element rynku turystycznego wyszczególniony w oparciu o motywacje do uprawiania turystyki. Turystyka uzdrowiskowa w ostatnich latach przeżywa szczególny rozkwit.

Na koniec 2019 r. działalność prowadziło 49 szpitali uzdrowiskowych (w tym 6 dla dzieci), 192 sanatoria uzdrowiskowe (w tym 3 dla dzieci i 1 sanatorium w urządzonym podziemnym wyrobisku górniczym), 10 przychodni i 20 zakładów przyrodoleczniczych obsługujących kompleksy uzdrowiskowe (Tabela 1.2.1) (Szlubowska, 2019).

Szpitale i sanatoria uzdrowiskowe na koniec roku dysponowały 45,3 tys. łóżek (wzrost o 1,1% w porównaniu z 2018 r., natomiast w stosunku do roku 2010 r. wzrost o blisko 17%). Na leczeniu w trybie stacjonarnym przebywało w ciągu roku 782,1 tys. pacjentów (o 2,9% więcej w stosunku do roku poprzedniego i o 26,8% więcej w stosunku

do roku 2010). Osoby w wieku 65 lat i więcej stanowiły 48,9% leczonych stacjonarnie (na przestrzeni ostatnich sześciu lat liczba osób powyżej 65 roku życia korzystających ze stacjonarnego lecznictwa uzdrowiskowego wzrosła aż o 38,5% – 382 477 osób w 2019 r.). Średni czas pobytu kuracjusza w opiece stacjonarnej wyniósł 16,1 dnia.

Najwięcej kuracjuszy leczyło się w opiece stacjonarnej w zakładach lecznictwa uzdrowiskowego zlokalizowanych na terenie województwa zachodniopomorskiego (192,8 tys. osób), a w dalszej kolejności kujawsko-pomorskiego (152,7 tys.) oraz dolnośląskiego (104,2 tys.). Łącznie w tych trzech województwach było przyjętych ponad 57% kuracjuszy leczonych stacjonarnie.

W skali kraju cudzoziemcy stanowili ponad 6% kuracjuszy leczonych stacjonarnie. Zdecydowana większość (blisko 91%) cudzoziemców przebywała w uzdrowiskach zlokalizowanych na terenach dwóch województw: zachodniopomorskiego i dolnośląskiego.

Tabela 1.2.1. Działalność zakładów lecznictwa uzdrowiskowego w 2019 r. (Szlubowska, 2019)

WYSZCZEGÓLNIENIE	Szpitale uzdrowiskowe	Sanatoria uzdrowiskowe	Przychodnie uzdrowiskowe	Zakłady przyrodolecznicze
Zakłady lecznictwa uzdrowiskowego (stan w dniu 31 XII)	49	192	10	20
Łóżka w tys. (stan w dniu 31 XII)	9,0	36,4	–	–
Pacjenci/kuracjusze leczeni w opiece stacjonarnej w tys.	134,7	647,4	–	–
Średnia liczba dni pobytu pacjentów stacjonarnych	19,1	15,5	–	–
Pacjenci/kuracjusze leczeni w opiece ambulatoryjnej w tys.	7,8	25,5	23,1	19,4

W 2019 r. ponad połowa pacjentów leczonych w opiece stacjonarnej korzystała z dofinansowania pobytu ze środków Narodowego Funduszu Zdrowia (o 1,7 p. proc. mniej niż w 2018 r.). Natomiast pacjenci pełnopłatni stanowili ponad 38% kuracjuszy (o 1,9 p. proc. więcej w porównaniu z rokiem poprzednim) (Szlubowska, 2019).

W 2019 r. wykonano w szpitalach i sanatoriach uzdrowiskowych łącznie 38 338 804 zabiegi lecznicze z czego 3 000 672 to kąpiele mineralne (jest to wzrost w stosunku do 2010 r. o 23,2 %) (Szlubowska, 2019).

Główne czynniki wzrostu zainteresowania taką formą spędzania czasu to przede wszystkim rejestrowane trendy zwiększania się populacji osób starszych (60+), wzrost

dochodów a także zmiany w świadomości oraz stylu życia ludności. Zwiększenie dostępności transportu zbiorowego i większa mobilność społeczeństwa także istotnie wpłynęły na zainteresowanie korzystaniem z oferty uzdrowiskowej miejscowości położonych z daleka od głównych ciągów komunikacyjnych. Szczególne zainteresowanie wśród gości i kuracjuszy budzą ośrodki oferujące atrakcje i zabiegi w oparciu o lecznicze wody termalne.

Początki eksploatacji ciepłych wód związane są z naturalnymi źródłami wykorzystywanymi od wieków do celów leczniczych, podgrzewania i gotowania pożywienia, a także najogólniej nazywanej obecnie rekreacji. Na obszarze Polski mamy jednak stosunkowo niewielkie tradycje w zakresie korzystania z leczniczych wód termalnych ze względu na brak (poza Sudetami) samoczynnych wypływów ciepłych wód. Brak zatem tradycji budowania term, gdzie wszyscy mogliby odpocząć po uiszczeniu stosownej opłaty. Niemniej jednak i w Polsce od kilku stuleci eksploatowane były ujęcia dla celów leczniczych. Pierwsze zalążki uzdrowiska powstały w Cieplicach już w 1288 r. kiedy to zakon joannitów wzniósł gościniec dla chorych. W tym czasie w Lądku istniały już urządzenia sanitarne, zniszczone w 1241 przez wojska mongolskie. W latach 1577-1580 zainstalowano pierwsze wanny z podgrzewaną wodą oraz wzniesiono nowe budynki dla kuracjuszy. Rada miejska wydała wówczas pierwszy regulamin zdrojowy, określający sposoby i zasady korzystania ze źródeł (Sadurski i in., 2010).

Historia ciechocińskich źródeł solankowych sięga bardzo odległych czasów. Jednak jako najstarsze uważa się zapiski z XIII wieku. W roku 1235 książę Konrad I Mazowiecki wystawił dokument, w którym przekazał dwie warzelnie soli w wieczną dzierżawę sprowadzonemu przez siebie Zakonowi Krzyżackiemu, za co zakon zobowiązany został do świadczenia deputatów solnych dworom księcia i biskupa. Z XV wieku pochodzą wzmianki o istnieniu źródła leczniczego "Zimny Zdrój" w Dusznikach. Z kolei pierwsze wzmianki o leczniczych właściwościach wody w Iwoniczu Zdroju pochodzą z wydanych w 1578 r. "Cieplic" Wojciecha Oczki, lekarza nadwornego Stefana Batorego. W XVII wieku "cudowne" właściwości wód iwonickich były już znane w całym kraju. Interesowali się nimi wybitni lekarze leczący koronowane głowy. Osiemnasty wiek nie sprzyjał rozwojowi uzdrowiska i dlatego nastąpił upadek lecznictwa w Iwoniczu. Znanym uzdrowiskiem są również tężnie konstancińskie założone w 1917 r. Pod Tatrami natomiast historia lecznictwa wodami rozpoczyna się w 1844 r. u źródła na Jaszczurówce, w Zakopanem. Współcześnie doskonałym przykładem wykorzystania w lecznictwie i rekreacji potencjału leczniczych wód termalnych jest Uniejów (Sadurski i in., 2010).

W Polsce w 2019 r. do celów leczniczych wykorzystywano wody z 51 złóż, z czego do celów leczniczych w uzdrowiskach statutowych – z 46 złóż. Polska zajmuje siódme miejsce w Europie pod względem liczby uzdrowisk. Rozmieszczenie uzdrowisk na obszarze naszego kraju jest jednak dość nierównomierne. Można zauważyć, że zdecydowana większość uzdrowisk usytuowana jest w południowej części Polski. Region ten bowiem ze względu na swoją budowę geologiczną obfituje w wody mineralne, peloidy, wody lecznicze i wody swoiste.

Miejscowości posiadające potencjał wód leczniczych a nie będące uzdrowiskami (nie mające formalnego statusu uzdrowiska w rozumieniu ustawy), w celu ich właściwego funkcjonowania jako uzdrowiska i bycia konkurencyjnymi na współczesnym rynku turystycznym, powinny oferować usługi ze sfery profilaktyki zdrowotnej, turystyki i rekreacji. Konieczna jest do tego jednak bogata infrastruktura turystyczna i rekreacyjna. Wymagane jest również zapewnienie atrakcyjnego zaplecza kulturalnego i rozrywkowego, zadbanych obszarów zieleni do rekreacji kuracjuszy i turystów oraz usług o wysokim standardzie. Turyści odwiedzający miejscowości o walorach uzdrowiskowych oczekują, że trafiają w miejsce bogato obdarowane przez naturę, zadbane, czyste ekologicznie oraz będące z daleka od cywilizacji a jednocześnie z dobrą infrastrukturą.

Podstawową funkcją turystyki uzdrowiskowej jest lecznictwo bazujące na naturalnych zasobach, których właściwości lecznicze z czasem potwierdziła nauka, a obecnie potwierdza medycyna uzdrowiskowa. Lecznictwo uzdrowiskowe w naszym kraju rozumiane jest jako zorganizowana działalność polegająca na udzielaniu świadczeń opieki zdrowotnej, prowadzona w uzdrowisku przez zakłady lecznictwa uzdrowiskowego przy wykorzystaniu warunków naturalnych, takich jak: właściwości naturalnych surowców leczniczych (wody lecznicze, termalne, solanki, peloidy) oraz właściwości lecznicze klimatu a także towarzyszące temu zabiegi medyczne.

Szansą dynamicznego rozwoju dla miejscowości posiadających potencjał wód leczniczych jest nowoczesna oferta turystyczna, oparta na własnych produktach markowych. Posiadanie mocnej marki turystycznej to najskuteczniejszy sposób promowania miast i gmin w kraju i zagranicą. Uzyskanie marki gminy uzdrowiskowej (przykład Uniejowa) oznacza bowiem nową wyższą jakość życia mieszkańców, atrakcyjny wizerunek i mocną pozycję gospodarczą. Współcześnie turystyka, jako jeden z bardzo ważnych sektorów gospodarki narodowej dla wielu krajów i regionów świata, może być jednym ze środków ożywienia społeczno-gospodarczego w naszym kraju. W Polsce dochody z turystyki przekraczają wartości dochodu uzyskiwanego z górnictwa i hutnictwa łącznie.

W Unii Europejskiej sektor ten zdominowany jest przez małe i średnie przedsiębiorstwa, dostarcza średnio 5,5 % unijnego PKB i generuje ok. 6% miejsc pracy w krajach członkowskich (Hermaniuk, Krupa, 2010).Sektor usług turystycznych w Unii Europejskiej i innych krajach świata oceniany jest jako najbardziej przyszłościowy i najszybciej rozwijający się dział gospodarki o bardzo ważnym znaczeniu dla aktywizacji ekonomicznej regionów słabszych gospodarczo. W Polsce regiony słabsze gospodarczo z reguły posiadają dobre warunki do rozwoju turystyki uzdrowiskowej ze względu na występowanie niezagospodarowanych złóż wód leczniczych.

A zatem przeprowadzenie oceny możliwości i celowości zagospodarowania nieużytkowanych złóż wód leczniczych, a także wód zmineralizowanych i swoistych, w tych miejscowościach przyczyni się do wykorzystania ogromnego potencjału ludzkiego i materialnego, jaki jest w nich skupiony.

Bardzo ważnym czynnikiem warunkującym rozwój turystyki uzdrowiskowej oraz usług towarzyszących na obszarach gmin o walorach uzdrowiskowych jest odpowiedni stosunek samorządów terytorialnych do tej formy działalności gospodarczej. Działalność samorządów wyznaczona jest z jednej strony przez możliwości budżetowe oraz skalę potrzeb mieszkańców i turystów, z drugiej zaś przez poglądy osób wchodzących w skład rady gminy. Władze samorządowe są w przeważającej większości zainteresowane rozwojem turystyki uzdrowiskowej. Postrzegają ten rodzaj działalności przede wszystkim jako źródło dodatkowych dochodów do budżetu, a także jako sposób na promocję i rozwój gospodarczy gminy. Jest to podejście słuszne jednak często zapominają o tym, że inwestycje w zagospodarowanie wód zaliczonych do kopalin wymagają na początkowym etapie dużych nakładów finansowych i obarczone są geologicznym ryzykiem inwestycyjnym. Wyniki opracowania pozwolą to ryzyko istotnie ograniczyć, dzięki czemu ułatwią władzom samorządowym podejmowanie decyzji inwestycyjnych w kierunku zagospodarowania wytypowanych lokalizacji perspektywicznych nieużytkowanych złóż wód leczniczych, wód zmineralizowanych i swoistych.

1.3. AKTY PRAWNE I TERMINOLOGIA

Pojęcie wody leczniczej w sposób formalny pojawiło się w Polsce w 1922 r. wraz z pierwszą ustawą o uzdrowiskach. Dopiero w 2006 r. definicja ta znalazła się w *rozporządzeniu Rady Ministrów z dnia 14 lutego 2006 r. w sprawie złóż wód podziemnych zaliczonych do solanek, wód leczniczych i termalnych, a także zaliczenia kopalin*

pospolitych z określonych złóż lub jednostek geologicznych do kopalin podstawowych (*Dz. U. 2006 nr 32 poz. 220*; obecnie akt nieobowiązujący) oraz *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).* Rozporządzenie z 13.04.2006 r. wskazuje na trzy rodzaje wód podziemnych, które mogą zostać uznane za lecznicze, tj. wody mineralne, wody swoiste oraz wody mineralne swoiste. Wodą mineralną jest woda zawierająca w 1 dm^3 co najmniej 1000 mg rozpuszczonych składników, w tym w szczególności: chlorki, siarczany i wodorowęglany sodu, wapnia i magnezu, występujące w poszczególnych wodach w różnych stosunkach ilościowych. Wodą swoistą jest woda zawierająca w dm^3 poniżej 1000 mg rozpuszczonych składników stałych, w tym jeden lub więcej wymienionych w rozporządzeniu składników leczniczych swoistych w odpowiednich stężeniach. Z kolei wodą mineralną swoistą określa się wodę mineralną zawierającą jeden lub więcej składników swoistych wymienionych w rozporządzeniu. Pojęcie wód leczniczych znalazło się także w *ustawie z dnia 9 czerwca 2011 r. Prawo geologiczne i górnicze (Dz. U. 2020 poz. 1064 t.j.),* jednak tu przedstawiono nieco inną ich definicję. Według jej przepisów, wodą leczniczą jest woda podziemna, która pod względem chemicznym i mikrobiologicznym nie jest zanieczyszczona, cechuje się naturalną zmiennością cech fizycznych i chemicznych, o zawartości: rozpuszczonych składników mineralnych stałych – nie mniej niż 1000 mg/dm^3 lub jonu żelazawego – nie mniej niż 10 mg/dm^3 (wody żelaziste), lub jonu fluorkowego – nie mniej niż 2 mg/dm^3 (wody fluorkowe), lub jonu jodkowego – nie mniej niż 1 mg/dm^3 (wody jodkowe), lub siarki dwuwartościowej – nie mniej niż 1 mg/dm^3 (wody siarczkowe), lub kwasu metakrzemowego – nie mniej niż 70 mg/dm^3 (wody krzemowe), lub radonu – nie mniej niż 74 Bq/dm^3 (wody radonowe), lub dwutlenku węgla niezwiązanego – nie mniej niż 250 mg/dm^3, z tym że od 250 do 1000 mg/dm^3 to wody kwasowęglowe, a powyżej 1000 mg/dm^3 to szczawy. Wody lecznicze wraz z solankami (woda podziemna o zawartości rozpuszczonych składników mineralnych stałych nie mniejszej niż 35 g/dm^3) i wodami termalnymi (woda podziemna, która na wypływie z ujęcia ma temperaturę nie mniejszą niż 20°C, z wyjątkiem wody pochodzącej z odwadniania wyrobisk górniczych) w ww. ustawie zaliczone zostały do kopalin. W rozumieniu *ustawy z dnia 6 września 2001 r. Prawo farmaceutyczne* (*Dz. U. 2020 poz. 944 t.j.*) definicja wód leczniczych dotyczy jedynie wód wprowadzanych do obrotu jako tzw. produkty lecznicze, czyli substancje lub mieszaniny substancji, przedstawiane jako

posiadające właściwości zapobiegania lub leczenia chorób występujących u ludzi lub zwierząt lub podawane w celu postawienia diagnozy lub w celu przywrócenia, poprawienia lub modyfikacji fizjologicznych funkcji organizmu poprzez działanie farmakologiczne, immunologiczne lub metaboliczne. Terminologia ta stosowana jest w przemyśle rozlewniczym.

Pojęcie wody mineralnej w klasyfikacji balneochemicznej odnosi się do wód podziemnych o mineralizacji równej lub przekraczającej 1 g/dm^3. Wartość ta została wprowadzona w Polsce w 1954 r. podczas I Ogólnopolskiego Zjazdu Balneologicznego w Inowrocławiu. Zupełnie inna definicja pojawiła się w ustawie z dnia 25 sierpnia 2006 r. *o bezpieczeństwie żywności i żywienia* (*Dz. U. 2020 poz. 2021 t.j.*) oraz w *rozporządzeniu Ministra Zdrowia z dnia 31 marca 2011 r. w sprawie naturalnych wód mineralnych, naturalnych wód źródlanych i wód stołowych* (*Dz. U. 2011 nr 85 poz. 466*), gdzie wprowadzono termin „naturalne wody mineralne" określający wodę podziemną wydobywaną jednym lub kilkoma ujęciami naturalnymi lub otworami wiertniczymi, różniącą się od wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi pierwotną czystością pod względem chemicznym i mikrobiologicznym oraz charakterystycznym stabilnym składem mineralnym, a w określonych przypadkach także właściwościami mającymi znaczenie fizjologiczne, powodującymi korzystne oddziaływanie na zdrowie ludzi. W przepisach tych ustawodawca wyróżnia także wodę źródlaną – wodę podziemną wydobywaną jednym lub kilkoma otworami wiertniczymi, pierwotnie czystą pod względem chemicznym i mikrobiologicznym, nieróżniącą się właściwościami i składem mineralnym od wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi określonej w przepisach *ustawy z dnia 7 czerwca 2001 r. o zbiorowym zaopatrzeniu w wodę i zbiorowym odprowadzaniu ścieków* (*Dz. U. 2020 poz. 2028 t.j.*) oraz wodę stołową, będącą mieszaniną naturalnej wody mineralnej lub soli mineralnych zawierających co najmniej jeden składnik mający znaczenie fizjologiczne, taki jak: sód, magnez, wapń, chlorki, siarczany, wodorowęglany lub węglany oraz wody źródlanej lub soli mineralnych i naturalnej wody mineralnej. Powyższe nazewnictwo stosowane jest w rozlewnictwie i odnosi się do rodzajów butelkowanych wód podziemnych.

Wykorzystywanie wód leczniczych w uzdrowiskach reguluje ustawa z dnia 28 lipca 2005 r. *o lecznictwie uzdrowiskowym, uzdrowiskach i obszarach ochrony uzdrowiskowej oraz o gminach uzdrowiskowych* (*Dz. U. 2020 poz. 1662 t.j.*).

2. CHARAKTERYSTYKA METODYKI WYBORU OBIEKTÓW

2.1. OCENA PRZEGLĄDOWA

Głównym celem tej części zadania było przeprowadzenie przeglądowej oceny występowania niezagospodarowanych ujęć złóż wód leczniczych, a także wód zmineralizowanych i swoistych, w tym wykorzystywanych w dawnych (już nieczynnych) uzdrowiskach i zdrojowiskach w rejonie Karpat i zapadliska przedkarpackiego.

Informacje na temat nieużytkowanych złóż wód leczniczych zestawiono na podstawie *Bilansu Zasobów Złóż Kopalin w Polsce* wg stanu na 31.12.2019 r. (Szuflicki i in., 2020). Dane o stwierdzonym występowaniu wód zmineralizowanych i swoistych pochodzą z baz danych prowadzonych w PIG-PIB – *Banku Danych Wód Podziemnych Zaliczonych do Kopalin* oraz dokumentacji geologicznych zgromadzonych w Narodowym Archiwum Geologicznym (NAG), jak również w oparciu o kwerendę wykonanych opracowań regionalnych z zakresu wód leczniczych. Do przygotowania zestawienia wykorzystano również zasoby baz danych prowadzonych w PIG-PIB takich jak: rejestr zasobów złóż kopalin oraz obszarów górniczych – System Gospodarki i Ochrony Bogactw Mineralnych MIDAS, baza Monitoringu Wód Podziemnych, a także informacje dodatkowe uzyskane od użytkowników złóż oraz opracowania publikowane i archiwalne, głównie o charakterze monograficznym (Tabela 2.1.1.).

Tabela 2.1.1. Baza danych. Rodzaje zestawień

BAZA DANYCH	nieużytkowane złoża wód leczniczych
	ujęcia wód zmineralizowanych i swoistych, nie zaliczone do kopalin, dla których ustanowiono zasoby eksploatacyjne, w tym wykorzystywane w dawnych uzdrowiskach i zdrojowiskach
	otwory badawcze i poszukiwawcze, w których stwierdzono występowanie wód zmineralizowanych i swoistych

Kolejną rozpatrywaną grupę, stanowią ujęcia wód zmineralizowanych i swoistych, niezaliczone aktualnie do kopalin, dla których ustalono zasoby eksploatacyjne. Wody te, w tym wykorzystywane nierzadko w dawnych uzdrowiskach i zdrojowiskach w rejonie Karpat i zapadliska przedkarpackiego, miały wstępnie udokumentowane właściwości fizyczno-chemiczne ujętych wód (mineralizacja, stężenia składników swoistych, temperatura), odpowiadają bowiem podstawowym wymaganiom stawianym wodom

leczniczym w ustawie *Prawo geologiczne i górnicze z 2011 r.* Kwerenda materiałów archiwalnych objęła również informacje o wybranych otworach badawczych i poszukiwawczych, w których stwierdzono występowanie wód zmineralizowanych i swoistych. Otwory te wykonywano m.in. w celu udokumentowania złóż gazu ziemnego, ropy naftowej, rud metali i w większości przypadków zlikwidowano je po przeprowadzeniu zaprojektowanych prac. Pomimo, że uzyskane wyniki badań hydrogeologicznych w głębokich otworach badawczych i poszukiwawczych są często obarczone znacznymi błędami z uwagi na niedoskonałość metod opróbowania wynikającą ze stosowanych technologii pomiarów oraz celu wykonywania wierceń, są często jedynymi dostępnymi informacjami na temat warunków hydrogeologicznych głębszych poziomów wodonośnych danego obszaru (Paczyński, Płochniewski, 1996).

Ocena przeglądowa pozwoliła na ogólną charakterystykę występowania wód leczniczych oraz zmineralizowanych i swoistych w rejonie Karpat i zapadliska przedkarpackiego w zakresie uwarunkowania występowania i aktualnego stanu ich wykorzystania, w szczególności podziału na typy wód leczniczych, określenia warunków geologicznych i hydrogeologicznych ich występowania, jak również wykorzystania analizowanych wód w balneologii i rekreacji, rozlewnictwie czy przy wytwarzaniu produktów zdrojowych (Tabela 2.1.2.).

Tabela 2.1.2. Kryteria oceny przeglądowej

OCENA PRZEGLĄDOWA	**uwarunkowania występowania**	typy wód warunki geologiczne warunki hydrogeologiczne
	wykorzystanie	balneologia rekreacja wytwarzanie produktów zdrojowych rozlewnictwo

2.2. OCENA WSTĘPNA

Prace zostały rozpoczęte od analizy regionalnych warunków występowania wód leczniczych. Analizami objęte zostały obiekty zlokalizowane w Karpatach i zapadlisku przedkarpackim. Przeanalizowana została kompletność i metodyka badań parametrów, takich jak skład chemiczny ujętych wód, pH, wydajność, temperatura, mineralizacja, zasoby, głębokość zalegania wód, a także charakterystyka litologiczna utworów, w których wody te występują, typ wody, miąższości warstwy wodonośnej, mineralizacja i zawartość składników swoistych (Tabela 2.2.1). Został przedstawiony krótki rys historyczny

wykorzystania i zagospodarowania terenu wraz z jakością klimatu i udziałem terenów zielonych, szczególnie w istniejących kiedyś uzdrowiskach, które dzięki źródłom mineralnym posiadały dobrze funkcjonujące zakłady balneoterapeutyczne.

W przypadku złóż zestawienie obejmuje nazwę złoża, nazwę miejscowości, w której zlokalizowane jest złoże, stratygrafię ujętych poziomów wodonośnych, mineralizację wody i jej temperaturę na wypływie, sumaryczną wartość zasobów eksploatacyjnych ustaloną dla ujęć w obrębie złoża. W przypadku ujęcia w obrębie złoża wód różniących się cechami fizyczno-chemicznymi, mineralizacja podawana będzie jako przedział wartości, temperatura wód jako maksymalna wartość uzyskana na wypływie, a informacje dotyczące typów chemicznych wód z uwzględnieniem dominującego anionu oraz składników swoistych. Wybrane ujęcia wód swoistych i zmineralizowanych, nie zaliczanych aktualnie do kopalin, dla których ustalono zasoby eksploatacyjne scharakteryzowane zostały poprzez wstępnie udokumentowane właściwości fizyczno-chemiczne ujętych w nich wód (mineralizacja, stężenia składników swoistych, temperatura na wypływie). Przy wyborze otworów badawczych i poszukiwawczych, w których stwierdzono występowanie wód zmineralizowanych i swoistych kierowano się najbardziej korzystnymi warunkami hydrogeologicznymi, wybierając na ogół te, w których stwierdzono występowanie wód o mineralizacji nieprzekraczającej 100 g/dm^3. Dane dotyczące tych otworów obejmują zakres informacji zbliżony do podawanego w przypadku złóż i ujęć, z tą różnicą, że w miejscu zasobów eksploatacyjnych podane zostały informacje o wydajności (dla badawczych otworów hydrogeologicznych) lub wielkości dopływu wody (w przypadku głębokich otworów badawczych i poszukiwawczych).

Podsumowaniem tego etapu prac jest wskazanie obszarów perspektywicznych występowania wód leczniczych w oparciu o dotychczasowe badania, szeroką bibliografię oraz dane archiwalne. Na podstawie dotychczasowych badań i przeanalizowanych materiałów archiwalnych zostały wytypowane obszary perspektywiczne do ujmowania wód leczniczych, obejmujące 8 lokalizacji.

Tabela 2.2.1. Kryteria oceny wstępnej

OCENA WSTĘPNA	**charakterystyka warstwy wodonośnej**	rodzaj ujęcia (otwór, źródło) składniki swoiste warstwa wodonośna (litologia, wiek) miąższość mineralizacja temperatura zasoby/wydajność
	charakterystyka przyrodnicza	rys historyczny zagospodarowanie terenu warunki przyrodnicze klimat

2.3. OCENA SZCZEGÓŁOWA

Ocena szczegółowa obejmuje charakterystykę podstawowych cech złoża lub wód zmineralizowanych i swoistych, oraz aspekty związane z możliwością i celowością zagospodarowania planowanych do wydobycia wód leczniczych (Tabela 2.3.1). Na tym etapie prac założono przeprowadzenie prac terenowych obejmujących wizję lokalną w wytypowanych lokalizacjach, w ramach, której został oceniony stan techniczny ujęcia (otworów, źródeł) wód leczniczych lub zmineralizowanych i swoistych, ocena możliwości przeprowadzenia terenowych pomiarów hydrogeologicznych i oznaczeń wskaźnikowych oraz poboru próbek wód do oznaczeń laboratoryjnych, a także wstępna ocena celowości i możliwości ich zagospodarowania. W zależności od wyników wizji, zaplanowano przeprowadzenie terenowych pomiarów i oznaczeń wskaźnikowych oraz pobór próbek wód. Łącznie nie więcej niż 10 próbek.

Na podstawie wizji terenowej, oceny stanu technicznego ujęcia, aktualnych parametrów wody, potencjalnych odbiorców, stanu środowiska, jakości powietrza, możliwości ustanowienia stref ochronnych, obecności lub braku ognisk zanieczyszczeń itp. określono ostateczną przydatność ujęć do eksploatacji lub w przypadku oceny negatywnej dokonano oceny samych wód danego typu (czy możliwe i uzasadnione jest wydobywanie ich nowym otworem). Dodatkowym kryterium jest ich lokalizacja, a więc wybór miejscowości oraz znaczenie tych wód dla ich rozwoju (np. kierunek uzdrowiskowy). Kolejnym czynnikiem jest atrakcyjność rynkowa lokalizacji złoża. Istotnym czynnikiem wpływającym na wybór miejscowości jest jej położenie, warunki klimatyczne czy specyficzny mikroklimat pozwalające na rozwój miejscowości uzdrowiskowych. Dobre warunki do powstawania nowych ośrodków wykorzystujących wody lecznicze są związane

z atrakcyjnością komunikacyjną, przyrodniczo-krajobrazową, korzystnym mikroklimatem, występującymi kompleksami leśnymi, rezerwatami przyrody, parkami narodowymi, stanowiącymi wymierne atrakcje dla „masowego wypoczynku". Wykorzystanie wód leczniczych w analizowanym rejonie zwiększyłoby konkurencyjność gmin pod względem ich potencjalnie uzdrowiskowego charakteru.

Na podstawie szczegółowej oceny ośmiu lokalizacji w obrębie wyznaczonych obszarów perspektywicznych dokonano wyboru czterech lokalizacji rekomendowanych do realizacji na ich terenie projektów robót geologicznych na wykonanie czterech otworów poszukiwawczo-rozpoznawczych w celu ujęcia wód leczniczych.

Tabela 2.3.1. Kryteria oceny szczegółowej

OCENA SZCZEGÓŁOWA	**prace terenowe i laboratoryjne**	wizja terenowa pomiary wskaźnikowe pobór próbek analiza fizyko-chemiczna wody
	szczegółowa charakterystyka geologiczno-przyrodnicza	położenie administracyjne położenie geograficzne zagospodarowanie terenu i stan środowiska walory uzdrowiskowe morfologia i hydrografia budowa geologiczna warunki hydrogeologiczne oddziaływanie przedsięwzięcia na środowisko
	analiza zysków i strat	metoda EMV

Wybór czterech lokalizacji, w których rekomenduje się wykonanie otworów poszukiwawczo-rozpoznawczych nastąpił w oparciu o wyniki przeprowadzonej oceny inwestycji w warunkach ryzyka i niepewności. Mimo określenia wytypowanych obszarów, jako perspektywiczne nie będą znane do końca parametry hydrogeologiczne i złożowe występowania w nich wód leczniczych. Aby ułatwić decyzję o wyborze lokalizacji otworów badawczych w warunkach niepewności wyznaczone będą możliwe zyski lub straty z przedsięwzięć zagospodarowujących wody lecznicze oraz prawdopodobieństwo ich wystąpienia. Ocena ta została przeprowadzona przy użyciu metody EMV (*Expected Monetary Value*).

3. UWARUNKOWANIA WYSTĘPOWANIA I AKTUALNY STAN WYKORZYSTANIA WÓD LECZNICZYCH (OCENA PRZEGLĄDOWA)

3.1. TYPY WÓD LECZNICZYCH

Skomplikowana budowa geologiczna oraz niezwykle zróżnicowane warunki hydrogeologiczne polskich Karpat od dawna wzbudzały zainteresowania badawcze kolejnych pokoleń hydrogeologów. Historia zintensyfikowanych i systematycznych badań hydrogeologicznych na tym obszarze sięga jednak nie dalej niż do lat 60 XX w. Zgodnie z podziałem Paczyńskiego i Płochniewskiego (1996), Karpaty należą do prowincji karpackiej, w obrębie której wydzielono trzy regiony: zapadliska przedkarpackiego, zewnętrznokarpacki oraz wewnętrznokarpacki. W odniesieniu do wód leczniczych i potencjalnie leczniczych, powszechnie stosuje się podział na prowincje, regiony, subregiony i rejony zaproponowany przez Dowgiałłę i Paczyńskiego (2002). Jest to regionalizacja oparta o założenie hydrostrukturalne przyjęte przez Paczyńskiego (1977) i będąca modyfikacją klasyfikacji Paczyńskiego i Płochniewskiego z 1996 r. Wprowadza ona także główne typy wód, tj. wody kwasowęglowe i szczawy, wody siarczanowe i siarczkowe oraz wody chlorkowe. Na obszarze Karpat zewnętrznych zaproponowano ponadto dodatkowe podziały z uwagi na lokalne występowanie wód o podobnej genezie i zbliżonych właściwościach chemicznych (Węcławik, 1991; Dowgiałło, 2007; Rajchel, 2012). Cechą charakterystyczną Karpat jest współwystępowanie wód mineralnych i wód zwykłych. Nierzadko wody zmineralizowane występują na stosunkowo niewielkich głębokościach, a nawet pojawiają się na powierzchni w postaci źródeł. Karpaty wręcz obfitują w liczne źródła cennych wód mineralnych, często zawierających składniki swoiste. Część z nich już została uznana za pomniki przyrody nieożywionej, dla innych powstają projekty ich ochrony (Rajchel, Rajchel 1999, 2000; Rajchel, 2013a).

Wody mineralne i lecznicze występujące w Polsce cechuje duże zróżnicowane pod względem składu chemicznego. Obecnie istnieje wiele różnych klasyfikacji łączących wody o zbliżonych właściwościach chemicznych, uwzględniających m.in. mineralizację wód, główne aniony i kationy czy obecność określonych gazów i mikroskładników. Najczęściej wody lecznicze i potencjalnie lecznicze opisuje się podając ich podstawowy skład anionowo-kationowy obejmujący następujące jony: Cl^-, HCO_3^-, SO_4^{2-}, Na^+, Ca^{2+}, Mg^{2+} oraz minimalną przyjętą zawartość składników swoistych lub wartość właściwości fizycznych wody (Paczyński, Płochniewski, 1996).

Woda wykorzystywana jako lecznicza musi wykazywać stałe, tzn. ulegające jedynie naturalnym wahaniom właściwości fizyczne i chemiczne, a jej jakość musi odpowiadać wymaganiom przyjętym dla tego rodzaju wód w *ustawie z dnia 28 lipca 2005 r. o lecznictwie uzdrowiskowym, uzdrowiskach i obszarach ochrony uzdrowiskowej oraz o gminach uzdrowiskowych* (*Dz. U. 2020 poz. 1662 t.j.*). Do czasu formalnego potwierdzenia właściwości leczniczych wód podziemnych określane są one mianem wód potencjalnie leczniczych. Wodami leczniczymi mogą być zarówno wody mineralne, jak i te niskozmineralizowane (mineralizacja nieprzekraczająca 1000 mg/dm^3), wówczas muszą zawierać co najmniej jeden składnik swoisty w odpowiedniej ilości (Kochański, Kochański, 2009; Porwisz, 2013).

Typy wód leczniczych zapadliska przedkarpackiego

Wody siarczanowe i siarczkowe

W zależności od głębokości występowania wód podziemnych zmienia się ich charakter chemiczny. Im głębiej, tym z reguły większa mineralizacja oraz zwiększająca się zawartość jonów siarczanowych i chlorkowych kosztem wodorowęglanów. Podwyższone względem innych anionów stężenie siarczanów, związane jest najczęściej z obecnością łatwo rozpuszczalnych skał chemicznych zawierających siarkę, głównie gipsów i anhydrytów (Macioszczyk, Dobrzyński, 2007). Wody siarczanowe stosunkowo rzadko mają charakter wód leczniczych, a decyduje o tym wyłącznie obecność składników swoistych, najczęściej dwuwartościowej siarki. Kiedy zawartość siarki dwuwartościowej oznaczalnej jodometrycznie jest nie mniejsza niż 1 mg/dm^3 mówimy o wodach siarczkowych. Siarka ta może występować w postaci siarkowodoru, jonu hydrosiarczkowego czy wielosiarczków, a także być obecna w jonie tiosiarczanowym (Chowaniec i in., 2010). Występowanie różnych form siarki i proporcje między nimi determinowane są przez odczyn wody podziemnej oraz panujące warunki redukcyjno-utleniające (Macioszczyk, Dobrzyński, 2007). Generalnie obecność siarkowodoru jako składnika swoistego wód leczniczych, związana jest z redukcją siarczanów będących produktem rozpuszczania skał siarczanowych, rozkładem siarczków metali przy udziale mikroorganizmów utleniających substancję organiczną lub w obecności wodoru cząsteczkowego (Rajchel, 2000).Wody zawierające nawet śladowe jego ilości odznaczają się charakterystycznym zapachem. W przypadku źródeł wód siarczkowych, przy wypływie oraz na drodze odpływu tworzą się charakterystyczne osady o barwie od białej, przez różową i fioletową, do czarnej (Rajchel i in., 2000). Wody siarczkowe występują głównie

w północnym fragmencie zapadliska, gdzie opisano je w ponad 130 otworach (Porwisz i in., 2002; Lisik, Szczepański 2014, 2018).

Lecznicze wody siarczkowe udokumentowane w obrębie zapadliska przedkarpackiego reprezentują różne typy, a siarczany nie zawsze są w nich jonem dominującym. W Latoszynie, który jest na etapie uzyskiwania statusu uzdrowiska, występują wody lecznicze typu SO_4-Ca, S o mineralizacji 2,5 g/dm^3. W Krakowie-Swoszowicach rozpoznano i ujęto wody typu SO_4-HCO_3-Ca-Mg, S o mineralizacji nie przekraczającej 3 g/dm^3 i zawartości siarkowodoru ok. 60-90 mg/dm^3. Z kolei w Krakowie-Matecznym ujęto wody typu SO_4-Cl-Na-(Ca)-Mg, S o mineralizacji 2-4 g/dm^3 i zawartości siarczków w ilości 1-8 mg/dm^3. W rejonie od Lasu Winiarskiego przez Busko-Zdrój, aż po Solec-Zdrój występują wody lecznicze typu SO_4-Cl-Na, S, I oraz Cl-SO_4-Na, S, I, ale także wody, w których jon siarczanowy nie stanowi o ich głównym typie chemicznym: Cl-Na, S, I (Gągulski i in., 2018). W Busku-Zdroju, otworem Busko C-1 ujęto wody typu Cl-Na, S, I o temperaturze przekraczającej 20°C. Wody w rejonie Solca-Zdroju wyróżniają się najwyższymi w Polsce stężeniami siarki całkowitej, przekraczającymi 900 mg/dm^3 (Lisik, Szczepański, 2014; Lipiec, Wiktorowicz, 2015). W miejscowości Las Winiarski udokumentowano wody typu Cl-Na, S, I o mineralizacji ok. 12-14 g/dm^3 (Grzegorzewska i in., 2006; Szczęśniak-Szlagowska, Kasela, 2012). W Horyńcu eksploatowane są wody typu HCO_3-Ca-Na, S o mineralizacji nie większej niż 1 g/dm^3 i zawartości siarki dwuwartościowej zmieniającej się w szerokim zakresie od 10 do 120 mg/dm^3(Kawalec, Wisz, 1971; Sokołowski i in., 2011).

Wody chlorkowe

Wody mineralne zapadliska przedkarpackiego często obok siarczanów zawierają znaczne ilości chlorków. Wody chlorkowe są dominującym typem wód głębokich zbiorników wód podziemnych. Ich leczniczy charakter wynika z wysokiej mineralizacji oraz obecności składników swoistych, głównie jodu. Nierzadko są to także wody termalne osiągające na wypływie z ujęcia temperaturę ponad 20°C. Wody takie występują w zachodniej części zapadliska, m.in. w Dębowcu i Zabłociu (Dowgiałło, 1973). Typowe wody chlorkowe, często zasobne w jodki, napotkano w wierceniach zlokalizowanych w południowej części struktury (Paczyński, Sadurski, red., 2007b). Uzdrowisko Goczałkowice-Zdrój wykorzystuje wody typu Cl-Na, I, Fe o mineralizacji 56-75 g/dm^3. W Busku-Zdroju i Solcu-Zdroju, obok chlorkowych wód siarczkowych, występują wody typu Cl-Na, (I), (F), (Fe) o mineralizacji 22-68 g/dm^3 (Chowaniec i in., 2016). Ponadto

w obrębie zapadliska przedkarpackiego znane są inne, dotychczas niezagospodarowane wystąpienia mineralnych wód chlorkowych, jodkowych, które mogłyby być wykorzystywane w lecznictwie uzdrowiskowym. Są one także potencjalnym surowcem do produkcji jodu (np. rejon złoża gazu ziemnego Grabina-Nieznanowice w województwie małopolskim) (Paczyński, Sadurski, red., 2007b; Zamojcin, 2014).

Typy wód leczniczych w Karpatach zewnętrznych

Szczawy i wody kwasowęglowe

Szczawy i wody kwasowęglowe należą do najcenniejszych wód mineralnych Karpat. Wody kwasowęglowe zawierają wolny dwutlenek węgla w ilości nie mniejszej niż 250 mg/dm^3, natomiast szczawy w stężeniu co najmniej 1000 mg/dm^3. W zależności od właściwości chemicznych, wyróżnia się szczawy zwykłe i szczawy chlorkowe. Pierwszy typ powstaje na skutek infiltracji wód atmosferycznych w głąb utworów fliszowych, gdzie w sieciach spękań napotyka przemieszczający się ku górze dwutlenek węgla, który się w niej rozpuszcza. Woda taka staje się wówczas agresywna i rozpuszcza minerały zawarte w skałach, przez które przepływa i wzbogaca się w nowe składniki. Zawartość rozpuszczonych składników mineralnych stałych w karpackich szczawach zwykłych wynosi od ok. 1 do ok. 14 g/dm^3. Są to głównie wody typu: HCO_3-Ca oraz HCO_3-Ca-Mg. Innymi składnikami swoistymi wód mogą być również jony żelaziste i jodkowe (Ciężkowski, red., 2002). Szczawy zwykłe występują m.in. w miejscowościach: Piwniczna, Głębokie, Żegiestów-Zdrój, Muszyna, Łomnica-Zdrój, Wierchomla (Chowaniec, 2006).

Geneza szczaw chlorkowych jest dużo bardziej złożona i nie została ostatecznie określona. Chemizm szczaw chlorkowych jest wypadkową wzajemnego zaawansowania dwóch głównych procesów: diagenezy kompakcyjnej oraz ultrafiltracji przez membrany ilaste. W dużej mierze są to mieszaniny wód infiltracyjnych i dehydratacyjnych reprezentujące typy: HCO_3-(Cl)-Na lub HCO_3-Cl-Na-Ca o mineralizacji 1-29 g/dm^3 (Zuber, Chowaniec, 2009; Ciężkowski, Kapuściński, 2011). Szczawy i/lub wody kwasowęglowe chlorkowe ujęto m.in. w Szczawie, Szczawnicy, Rymanowie, Iwoniczu-Zdroju czy Wysowej (Chowaniec, 2006; Chowaniec, Operacz, 2013; Duliński i in., 2017; Rajchel, Dobrzyński, 2017). Unikatowym typem szczaw chlorkowych typu HCO_3-Na są tzw. zubery o mineralizacji 20-30 g/dm^3, które ujęto w głębokich otworach Zuber I–IV w Krynicy-Zdroju oraz w Złockiem i Zubrzyku. W Lubatówce koło Iwonicza-Zdroju, otworem nr 12 rozpoznano niespotykane na tym obszarze termalne wody kwasowęglowe. Są to wody typu

Cl-HCO_3-Na, CO_2, I o mineralizacji ok. 20 g/dm^3 i temperaturze do 26°C (Sokołowski, Szaraszewska, 1985; Hajto i in., 2013). Poszczególne typy szczaw i wód kwasowęglowych różniące się od siebie stopniem mineralizacji, składem chemicznym oraz obecnością składników swoistych występują w obrębie Karpat fliszowych obszarowo (Węcławik, 1991; Chowaniec, 2009; Rajchel, 2006; Rajchel, 2012, 2013b).

Problematyka pochodzenia szczaw karpackich obejmuje także genezę nasycającego je dwutlenku węgla. To, w jakiej postaci występuje dwutlenek węgla zależy przede wszystkim od warunków panujących w środowisku skalnym, zwłaszcza od temperatury, ciśnienia oraz obecności wody. Rozpuszczony wolny dwutlenek węgla występujący w szczawach jest sumaryczną ilością gazu w postaci $CO_{2(aq)}$ i kwasu węglowego. Geneza dwutlenku węgla w Karpatach fliszowych przedstawiona została w kilku hipotezach (m.in. Świdziński, 1965, 1972; Leśniak, 1985, 1998; Lis, Hałas, 1980). Według W. Ciężkowskiego w Karpatach dominuje dwutlenek węgla pochodzenia metamorficznego, a pewna jego część ma genezę magmową (Ciężkowski, red., 2002).

Wody chlorkowe

Wody chlorkowe rozpoznano w głębokich otworach w obrębie brzeżnej strefy hydrochemicznej Karpat fliszowych (Chowaniec, 2004; Chowaniec i in., 2012). Dominują tu solanki typu Cl-Na, I o mineralizacji sięgającej 150 g/dm^3. W uzdrowisku Rabka-Zdrój eksploatowane są wody lecznicze typu Cl-Na, I o mineralizacji 17-28 g/dm^3. Zawartość jodu wynosi od 12 do 20 mg/dm^3. W otworze Rabka IG-2 udokumentowano wody termalne o temperaturze dochodzącej do 28°C (Rajchel, 2009). Początkowo, wody chlorkowe tego rejonu uważano za wody reliktowe związane z występowaniem złóż ropy naftowej (Świdziński, 1954; Chrząstowski, 1965). Obecnie przyjmuje się, że wody lecznicze Rabki są mieszaniną wód dehydratacyjnych oraz infiltracyjnych (Zuber, red., 2007). Chlorkowe wody termalne udokumentowano także w zachodniej części Karpat zewnętrznych, m.in. Ustroniu i Jaworzu. Wody lecznicze nawiercono w utworach stanowiących podłoże jednostki śląskiej Karpat fliszowych. W otworze U-3 (IG-3) oraz U-3A w Ustroniu ujęto wody typu Cl-Na-Ca, I, Fe o mineralizacji ok. 110-135 g/dm^3 i temperaturze 21-23°C. Podobny chemizm, jednak wyższe temperatury (23-32°C) wykazują wody lecznicze rozpoznane otworami IG-1 oraz IG-2 w miejscowości Jaworze. Mineralizacja tych wód wynosi od 108 do blisko 146 g/dm^3 (Poprawa, Konior, 1981; Chowaniec i in., 2001).

Wody siarczkowe

Wody siarczkowe w obrębie Karpat zewnętrznych wypływają w licznych źródłach, m.in. w Lipnicy Wielkiej, Wierchomli, Rytrze, Polichtach i Barcicach (Rajchel, 2000, 2013a; Rajchel i in., 2000). Mineralizacja wód siarczkowych wypływających w źródłach wynosi 0,4-3,6 g/dm^3, a zawartość siarkowodoru waha się w szerokim zakresie od 1 do 50 mg/dm^3, przeważnie jednak nie przekraczając 10 mg/dm^3. Za lecznicze wody siarczkowe w obrębie Karpat fliszowych uznano jedynie słabozmineralizowane wody ze źródeł i odwiertów w Wapiennem. Reprezentują one typ HCO_3-Ca-(Na)-(Mg). Zawartość siarkowodoru waha się od 2 do 4 mg/dm^3, a mineralizacja wynosi ok. 0,4-0,5 g/dm^3 (Porwisz i in., 2012). Obecność wód siarczkowych w miejscowości Wapienne wiąże się z redukcją siarczanów (Chowaniec, i in., 2010). Ponadto na obszarze Karpat wschodnich wody siarczkowe wypływają w licznych źródłach, m.in.: w Nieborowie, Foluszu, Lesku, Czarnej, Lubenii i Szklarach. Reprezentują one zarówno wody niskozmineralizowane, jak i mineralne. Mineralizacja waha się od 0,4 do 3,6 g/dm^3, a zawartość siarkowodoru wynosi od 1 mg/dm^3 do blisko 26 mg/dm^3. Najczęściej są to wody typu: HCO_3-Ca-Mg oraz HCO_3-Na-Ca (Rajchel, 2000; Hajto i in., 2013).

Typy wód leczniczych i termalnych w Karpatach wewnętrznych

Wody siarczkowe

Siarkowodór jest częstym składnikiem wód termalnych Karpat wewnętrznych. Największe jego stężenie udokumentowano w wodzie z otworu Poronin PAN-1. Dochodziło ono nawet do 28 mg/dm^3 (Bielec, Kukuła, 2010). Znaczne zawartości, powyżej 10 mg/dm^3, stwierdzono w otworach Furmanowa PIG-1 (12,5 mg/dm^3) oraz Bańska PGP-1 (do 13,4 mg/dm^3). Niższe wartości udokumentowano w otworach Chochołów PIG-1, Biały Dunajec PAN-1, Bańska IG-1, Zakopane IG-1 oraz Zakopane 2. Zawartość siarki dwuwartościowej waha się w nich od 0,5 do 7,6 mg/dm^3 (za Kępińska, Ciągło, 2008). W związku z powyższym, w przypadku większości ujęć wód termalnych, stężenia siarkowodoru pozwalają uznawać je za wody lecznicze.

Wody termalne

Wody termalne Karpat wewnętrznych występujące w obrębie niecki podhalańskiej charakteryzują się najlepszymi w całym kraju warunkami zagospodarowania dla celów ciepłowniczych. Wynika to z charakteru budowy geologicznej i warunków hydrogeologicznych oraz korzystnych właściwości fizycznych i chemicznych wód. Obszar

zasilania wód termalnych niecki podhalańskiej stanowią północne zbocza Tatr. Wody opadowe wsiąkają w głąb ziemi (dolny strumień wód podziemnych) i spływają rozbudowanym systemem szczelin i pustek krasowych w kierunku pienińskiego pasa skałkowego (Chowaniec, 2006, 2012; Chowaniec i in., 2018). Chemizm wód podziemnych kształtowany jest przez litologię skał wodonośnych, ciśnienie i temperaturę panujące w zbiorniku wód podziemnych, a także obecność mikroorganizmów (Chowaniec i in., 1997). Wody termalne Podhala cechuje niska mineralizacja do ok. 3 g/dm^3, która wzrasta wraz z oddalaniem się od obszaru zasilania. Typy chemiczne wód obejmują: w południowej części niecki – HCO_3-Ca-Mg oraz HCO_3-Ca-Na, przez typy pośrednie w części środkowej struktury oraz SO_4-Cl-Na-Ca w części północnej (Witczak, 1999; Kępińska, 2001). Temperatura na wypływie waha się od 20°C do blisko 90°C (Chowaniec i in., 2001; Chowaniec, 2006; Kępińska, Ciągło, 2008). Pierwsze wzmianki o wodach termalnych na Podhalu sięgają XIX w. Wówczas w Jaszczurówce (Zakopane) odkryto źródło drenujące wody o podwyższonej temperaturze, sięgającej 20,4°C (Zejszner, 1844). Pierwszym otworem, którym ujęto wody termalne na obszarze niecki podhalańskiej był odwiert Zakopane IG-1, gdzie uzyskano wody o temperaturze 37°C, reprezentujące typ hydrochemiczny HCO_3-SO_4-Ca-Mg-Na (Małecka i in., 1994). Najwyższe temperatury, przekraczające 80°C uzyskano w otworach: Bańska IG-1 (82°C), Chochołów PIG-1 (82°C), Bańska PGP-1 (89,8°C) (Barbacki i in., 1998; Bielec, Operacz, 2018).

3.2. GEOLOGICZNE WARUNKI WYSTĘPOWANIA WÓD LECZNICZYCH ORAZ WÓD ZMINERALIZOWANYCH I SWOISTYCH W PROWINCJI KARPACKIEJ

Warunki występowania wód leczniczych na obszarze prowincji karpackiej są bardzo zróżnicowane. Z tego względu w jej obrębie wydzielone zostały trzy regiony: zapadliska przedkarpackiego, Karpat zewnętrznych i Karpat wewnętrznych (Paczyński, Płochniewski, 1996). Elementem łączącym wszystkie trzy wyżej wymienione jednostki jest współwystępowanie wód leczniczych z wodami zwykłymi, często w płytkich warstwach wodonośnych (Chowaniec i in., 2007).

3.2.1. Zapadlisko przedkarpackie

Zapadlisko przedkarpackie jest częścią basenu sedymentacyjnego rozciągającego się wzdłuż łuku karpackiego. Wypełniony jest on morskimi osadami miocenu. Decydujące znaczenie w kształtowaniu warunków hydrogeologicznych odgrywa blokowo-fałdowy styl

budowy geologicznej (Chowaniec i in., 2007). Najkorzystniejsze warunki przepływu wód podziemnych, a także mieszania się wód z różnych warstw wodonośnych mają miejsce w obszarach licznych spękań w strefach uskokowych oraz innych nieciągłościach tektonicznych. Wody lecznicze, zmineralizowane i swoiste zapadliska przedkarpackiego związane są z utworami miocenu, kredy, jury, karbonu oraz dewonu, przy czym najczęściej ujmowanym zbiornikiem jest zbiornik mioceński, który budują piaski, piaskowce i wapienie z ewaporatami gipsowo-solnymi, solami kamiennymi i anhydrytami.

Ze względu na rozmieszczenie wód mineralnych zapadlisko przedkarpackie zostało podzielone na dwa subregiony: wschodni i zachodni (Paczyński, Płochniewski, 1996). Dodatkowo w obrębie subregionu zachodniego wydzielono rejon kędzierzyński oraz oświęcimski. Na obszarze zapadliska przedkarpackiego występują wody: siarczanowe, siarczkowe i chlorkowe.

W obrębie subregionu zachodniego (rejon oświęcimski) występują przede wszystkim solanki udokumentowane w Goczałkowicach-Zdroju, Zabłociu i Dębowcu. Są to zachowane morskie wody sedymentacyjne o znacznie przetworzonym składzie chemicznym, głównie wskutek redukcji siarczanów (Dowgiałło, 2007; Chowaniec i in., 2007). Charakteryzują się one także zasoleniem zbliżonym lub większym do współczesnych wód morskich, wynikającym z procesów ultrafiltracji, zachodzących przy kompakcji i/lub wskutek wtórnego rozpuszczania soli. W swoim składzie zawierają one takie składniki swoiste jak jodki czy żelazo dwuwartościowe.

Wody siarczanowe, chlorkowo-siarczanowe oraz siarczkowe szczególnie licznie obecne są w pasie od Chęcin po Kazimierzę Wielką (Chowaniec i in., 2007; Dowgiałło, 2007; Pacholewski i in., 2015; Zardzewiały, 2017). Występują w dwóch systemach wodonośnych – płytszym i głębszym, a ich obecność jest związana z litologią utworów. Zasadniczy etap formowania się składu chemicznego wód siarczkowych zachodzi w obrębie osadów węglanowych jury oraz kredy górnej, a także w utworach gipsowych stanowiących ich nadkład. Głównie składniki wód leczniczych pochodzą z procesów rozpuszczania skał nieistniejącej już facji solnej, siarczanowej oraz węglanowej. Dodatkowo mają miejsce procesy wymiany jonowej z minerałami ilastymi. Wody te udokumentowane zostały w Krakowie (złoża Kraków-Mateczny i Kraków-Misericordia), Swoszowicach, Cudzynowicach, Lesie Winiarskim, Busku-Zdroju, Solcu-Zdroju, Dobrowodzie, Piestrzcu, Wełninie, Strażniku, Latoszynie, Lipie. W Busku-Zdroju oraz Cudzynowicach temperatura na wypływie wynosi odpowiednio 25,0 i 28,5°C, co pozwala zaliczyć je także do wód termalnych. We wschodniej części zapadliska przedkarpackiego występują także wody

siarczkowe, jednak z tą różnicą, że dominującym anionem są wodorowęglany. Obecność siarkowodoru związana jest z wkładkami gipsów oraz margli okruszcowanych siarką (Baran i in., 2015). W rejonie wschodnim w Rzeszowie, Wieliczce i Łapczycy obecne są także solanki chlorkowe.

3.2.2. Karpaty zewnętrzne

Karpaty zewnętrzne, zwane również fliszowymi, zbudowane są z naprzemianległych warstw piaskowców, łupków i zlepieńców kredy i paleogenu (Chowaniec, 2009). Utwory te stanowią całkowicie formację morską. Wody lecznicze, a także zmineralizowane i swoiste, związane są właśnie z wyżej wymienionymi warstwami, a także, miejscami, z paleozoicznymi osadami dewonu i karbonu, udokumentowanymi w podłożu Karpat. Region Karpat zewnętrznych charakteryzuje się, zarówno pionową, jak i poziomą, strefowością występowania wód leczniczych.

Na obszarze tym zostały wydzielone trzy strefy hydrochemiczne zróżnicowane pod względem głębokościowym (Małecka, Murzynowski, 1978; Pazdro, Kozerski, 1990; Rajchel, 2012). W strefie górnej obecne są wody młode, charakteryzujące się intensywną wymianą pochodzenia infiltracyjnego, których mineralizacja jest przede wszystkim efektem procesów rozpuszczania skał. Strefa ta związana jest z utworami fliszowymi wieku od jury górnej po paleogen, pod pokrywą czwartorzędową. Strefa środkowa to wody infiltracyjne charakteryzujące się długim czasem wymiany, a także wody kopalniane infiltracyjne i sedymentacyjne. Warstwę wodonośną budują skały paleozoiczne, mezozoiczne i kenozoiczne. W strefie dolnej brak jest wód infiltracyjnych aktywnej cyrkulacji, występują jedynie wody sedymentacyjne i kopalniane infiltracyjne. Pod względem zasobności w wodę wszystkie trzy wyżej wymienione piętra zostały zaliczone do słabo zasobnych.

Zasilanie wód podziemnych utworów fliszowych odbywa się wskutek infiltracji opadów atmosferycznych (Kleczkowski, 1979; Małecka, Murzynowski, 1978). Warunki krążenia wód ściśle związane są z litologią utworów, które budują naprzemianległe osady o różnej genezie, głównie łupki, piaskowce i zlepieńce. Jednym z najistotniejszych czynników determinujących krążenie wód w masywie fliszowym jest szczelinowatość. Istotną rolę odgrywa zarówno ilość, jak i charakter szczelin. Najkorzystniejsze warunki powiązane są z obszarami, gdzie szczeliny mają charakter regularny (prostopadłe lub równoległe do uławicenia) i są otwarte. Zróżnicowanie warunków przepływu wód podziemnych, powoduje obecność dwóch stref przepływu (Chowaniec, 2009; Rajchel, 2012). Pierwsza z nich ma charakter lokalny, gdzie wody przemieszczają się do najbliższej

strefy drenażu, jaką stanowi źródło bądź potok, natomiast druga ma charakter regionalny, czyli przepływ następuje w kierunku większych rzek. Obecność obu stref powoduje współwystępowanie wód zwykłych i mineralnych zarówno w profilu pionowym, jak i na powierzchni.

Uwzględniając zróżnicowanie genetyczne typów wód na obszarze Karpat fliszowych wyróżniono także trzy poziome strefy hydrochemiczne: centralną, przejściową i brzeżną (Węcławik, 1967; Chowaniec, 2009). W dwóch pierwszych strefach występują szczawy i wody kwasowęglowe, natomiast w trzeciej przede wszystkim wody słone i solanki, a także przypowierzchniowe wody siarczkowe.

Cechą charakterystyczną szczaw i wód kwasowęglowych strefy centralnej jest niska mineralizacja, a także dominacja jonu wodorowęglanowego wśród anionów oraz jonów wapniowego, magnezowego i sodowego wśród kationów (Ciężkowski, red., 2002; Chowaniec, 2009). Poza dwutlenkiem węgla wody te zawierają także dwuwartościowe żelazo oraz kwas metakrzemowy. Występują tu tak zwane szczawy proste udokumentowane na obszarze kilkunastu miejscowości: Głębokie, Piwniczna-Zdrój, Łomnica-Zdrój, Wierchomla Wielka, Zubrzyk, Żegiestów-Zdrój, Andrzejów, Milik, Muszyna, Złockie, Szczawnik, Leluchów, Jastrzębnik, Powroźnik, Wojkowa, Tylicz oraz Krynica-Zdrój.

Szczawy chlorkowe występujące w obrębie strefy przejściowej cechuje znacznie większe zróżnicowanie pod względem mineralizacji oraz zawartości poszczególnych składników, co daje się zauważyć w poszczególnych płaszczowinach (Chowaniec, 2009; Felter i in., 2015). W obrębie płaszczowiny magurskiej mineralizacja tych wód dochodzi do 28,0 g/dm^3. Są one reprezentowane przez wody typu HCO_3-Cl-Na-(Ca), zawierające w swoim składzie także żelazo dwuwartościowe oraz jodki. Udokumentowane zostały w Szczawie, Szczawnicy, Krościenku nad Dunajcem oraz Wysowej-Zdroju. Specyficznym typem szczaw chlorkowych, będących mieszaniną składowej dehydratacyjnej z infiltracyjną, są występujące w głębokich otworach w Krynicy-Zdroju wody typu HCO_3-Na (typu Zuber) o mineralizacji mieszczącej się w przedziale 21,7-27,0 g/dm^3, zawierające w swoim składzie jodki i bromki (Zuber, red., 2007; Chowaniec, 2009). Na terenie płaszczowiny śląskiej występowanie szczaw chlorkowych stwierdzono w trzech miejscowościach: Lubatówka, Iwonicz-Zdrój i Rymanów-Zdrój. Wody te stanowią mieszaninę wód infiltracyjnych z synsedymentacyjnymi i związane są ze złożami ropy naftowej (Porowski, 2006). Ich mineralizacja mieści się w przedziale 3,0-22,0 g/dm^3, są one reprezentowanie przez wody typu Cl-HCO_3-Na oraz HCO_3-Cl-Na, często zawierające jodki, rzadziej żelazo dwuwartościowe. W dwóch otworach w miejscowości Lubatówka (nr 12

i 14) wody te mają także podwyższoną temperaturę, dochodzącą do 25^0C. Na terenie miejscowości Rabe ujęte zostały szczawy i wody kwasowęglowe o mineralizacji rzędu 0,6-4,8 g/dm^3 i typie chemicznym HCO_3-Cl-Na, zawierające poza dwutlenkiem węgla także siarkowodór w stężeniach dochodzących do 1,6 mg/dm^3 (Rajchel, 2012).

Na obszarze całych Karpat fliszowych, ale szczególnie w obrębie strefy przejściowej, występują liczne źródła wód zawierających w swoim składzie dwuwartościową siarkę (Rajchel, 2000, 2004, 2013a; Rajchel i in., 2002; Hałas i in., 2003; Krawczyk, Rajchel, 2003; Chowaniec, 2009). Występowanie siarkowodoru związane jest z obecnością rozproszonych w skałach pirytów i sporadycznie gipsów. Znane są teorie mówiące, że gaz ten, szczególnie w tych źródłach, w których jego stężenie przekracza 50 mg/dm^3, migruje z głębi (podłoża fliszowego lub płaszcza Ziemi), strefami nieciągłości tektonicznych, i nasyca napotkane na swojej drodze wody. Na obszarze Karpat fliszowych złoża wód siarczkowych udokumentowano w Wapiennem, Komańczy, Lesku, Czarnej Górze oraz Łubnym. Są to wody typu HCO_3-(Cl)-Ca-(Mg)-(Na), S o mineralizacji nieprzekraczającej 1,6 g/dm^3.

Lecznicze wody chlorkowe o mineralizacji dochodzącej do 28,0 g/dm^3 zostały udokumentowane w Rabce-Zdroju i Porębie Wielkiej (Chowaniec, 2009). W obu przypadkach zawierają one jodki, a ich temperatura wynosi odpowiednio 28ºC – Rabka-Zdrój i 42ºC – Poręba Wielka. Ich główną składową jest składowa dehydratacyjna. Zawierają one wodę diagenetyczną, a jedynie ich zasolenie jest pozostałością wody sedymentacyjnej. Genetycznie związane są one z utworami fliszowymi. Wody te mogą przemieszczać się w pobliże powierzchni terenu tworząc tym samym wody mieszane. Występowanie solanek podłoża Karpat stwierdzono w Ustroniu i Jaworzu. W obu przypadkach są do wody chlorkowe, termalne (32ºC) zawierające składniki swoiste takie jak dwuwartościowe żelazo i jodki oraz fluorki obecne jedynie w Ustroniu. Występują one w serii węglanowej dewonu górnego i środkowego.

3.2.3. Karpaty wewnętrzne

W regionie wewnętrznokarpackim brak jest udokumentowanych złóż wód leczniczych, ponieważ nie zostały one formalnie uznane za lecznicze. Obecne są jedynie udokumentowane złoża wód termalnych.

Region ten jest obszarem, w którym występuje jeden z największych w kraju zbiorników wód termalnych, jakim jest niecka podhalańska (Małecka i in., 2007). Zbiornik ten zbudowany jest z węglanowych utworów eocenu numulitowego, spękanych

i skrasowiałych wapieni i dolomintów triasu środkowego oraz piaskowców i skał węglanowych jury. Utwory te przykryte są izolującym kompleksem fliszu podhalańskiego. Woda przepływa w skałach o niskiej porowatości, ale o dużej szczelinowatości, która wzrasta w strefach uskokowych.

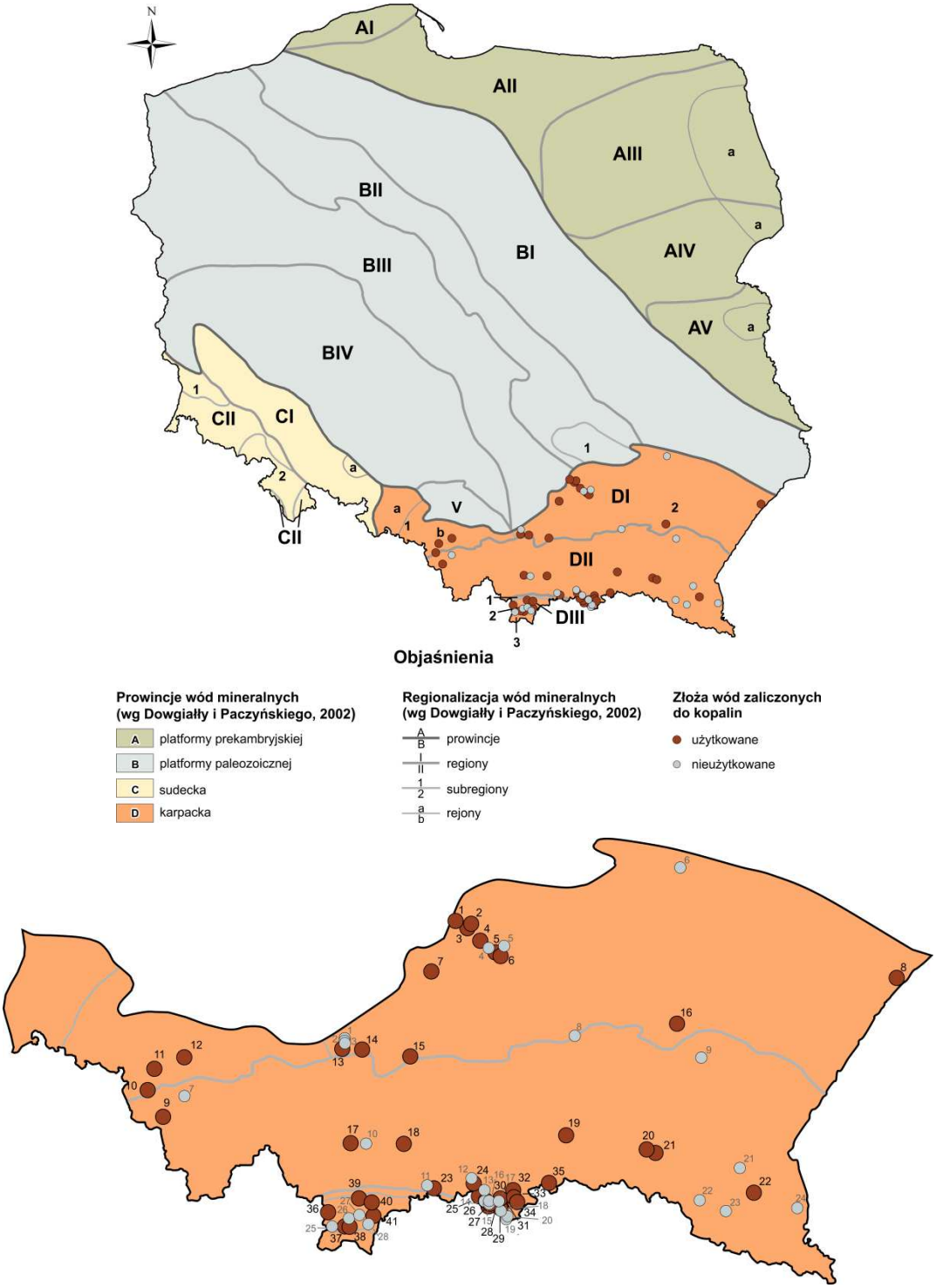
W zasięgu niecki, na terenie pięciu miejscowości, występują wody termalne, zawierające w swoim składzie siarkowodór w stężeniach sięgających do 28 mg/dm^3 w: Bańskiej, Białym Dunajcu, Bukowinie Tatrzańskiej, Poroninie i Witowie. Na obszarze niecki występują także wody siarczkowe drenowane przez źródła (Rajchel, 2000). Zawartość siarkowodoru dochodzi do 3,5 mg/dm^3, poza jedynym wyjątkiem, źródłem w Szaflarach, gdzie zawartość tego składnika wynosi 20 mg/dm^3.

3.3. WYKORZYSTANIE WÓD LECZNICZYCH ORAZ ZMINERALIZOWANYCH I SWOISTYCH

Wykorzystywanie wód zmineralizowanych i swoistych ma w Polsce kilkusetletnią tradycję związaną najpierw z warzeniem soli jadalnej, następnie z balneologią oraz wytwarzaniem produktów zdrojowych, a także z rozlewnictwem, którego intensywny rozwój przypada na przełom lat 80. i 90. XX w. Obecnie największym zainteresowaniem inwestorów cieszą się wody termalne, które wykorzystywane są na ogół w kompleksach rekreacyjnych do napełniania basenów kąpielowych.

Na obszarze Polski wody zaliczone do kopalin udokumentowano w około 450 ujęciach, przede wszystkim studniach i głębokich otworach wiertniczych, ale także w źródłach naturalnych, ujęciach górniczych (szybach, sztolniach), a nawet w wyrobiskach górniczych. Według stanu na koniec 2019 r., liczba złóż wód leczniczych, termalnych i solanek wynosiła 142, a łączna wysokość zatwierdzonych zasobów eksploatacyjnych wyniosła blisko 6630 m^3/h (Szuflicki i in., 2020). W 2019 r. użytkowano 76 złóż wód uznanych za kopaliny. Do celów leczniczych wykorzystywano wody z 51 złóż. Wody z 19 złóż były butelkowane w rozlewniach naturalnych wód mineralnych i leczniczych. W celach ciepłowniczych eksploatowano wody z 9 złóż. Wody z 22 złóż stanowiły surowiec do wytwarzania produktów zdrojowych. Z 17 złóż wody wykorzystywane były w ośrodkach rekreacyjnych (leczniczych i termalnych). Wody z 2 złóż wykorzystywano w zakładach wytwarzania ciekłego dwutlenku węgla. Wody termalne ze złóż w Trzęsaczu GT-1 i Uniejowie I wykorzystywane są do hodowli ryb, do celów spożywczych oraz celów komunalnych.

W obrębie prowincji karpackiej udokumentowano występowanie 69 złóż wód zaliczonych do kopalin (ryc. 3.2.1). Z czego w 2019 r. eksploatowanych było 41.



Złoża użytkowane:
1 – Las Winiarski; 2 – Busko-Północ; 3 – Busko II; 4 – Dobrowoda; 5 – Solec-Zdrój; 6 – Wełnin; 7 – Cudzynowice; 8 – Horyniec; 9 – Ustroń; 10 – Dębowiec III; 11 – Zabłocie-Korona; 12 – Goczałkowice-Zdrój I; 13 – Swoszowice; 14 – Wieliczka W-VII-16; 15 – Łapczyca; 16 – Rzeszów (S-1, S-2); 17 – Rabka-Zdrój; 18 – Szczawa; 19 – Wapienne; 20 – Iwonicz; 21 – Rymanów; 22 – Polańczyk; 23 – Szczawnica I; 24 – Piwniczna-Łomnica; 25 – Zubrzyk; 26 – Żegiestów-Cechini; 27 – Muszyna INEX; 28 – Szczawnik-Cechini; 29 – Muszynianka III; 30 – Muszyna Zdrój; 31 – Galicjanka III – Pole 1, Pole 2; 32 – Krynica-Zdrój I; 33 –

Szczawiczne II; 34 – Tylicz I; 35 – Wysowa; 36 – Chochołowskie Termy; 37 – Szymoszkowa; 38 – Zakopane; 39 – Podhale 2; 40 – Białka; 41 – Bukowina

Złoża nieużytkowane:
1 – Mateczny I; 2 – Łagiewniki; 3 – Opatkowice; 4 – Dar Natury; 5 – Konstantynów; 6 – Lipa-Zdrój 1; 7 – Jaworze IG-1, IG-2; 8 – Latoszyn-Zdrój; 9 – Nieborów Źródła; 10 – Poręba Wielka; 11 – Krościenko n/Dunajcem; 12 – Głębokie Kinga; 13 – Wierchomla Wielka źródła; 14 – Żegiestów-NEX; 15 – Żegiestów-Zdrój Główny; 16 – Żegiestów-Zdrój; 17 – Złockie Z-7; 18 – Muszyna; 19 – Wapienne INEX; 20 – Leluchów L-4; 21 – Lesko (źródło nr 1, 4); 22 – Komańcza źr. nr 1; 23 – Rabe 1; 24 – Czarna Górna źr. nr 5; 25 – Siwa Woda IG-1; 26 – Furmanowa PIG-1; 27 – Poronin; 28 – Zazadnia IG-1

Ryc. 3.3. Lokalizacja złóż wód leczniczych (użytkowanych i nieużytkowanych) na obszarze Karpat

3.3.1. Balneoterapia

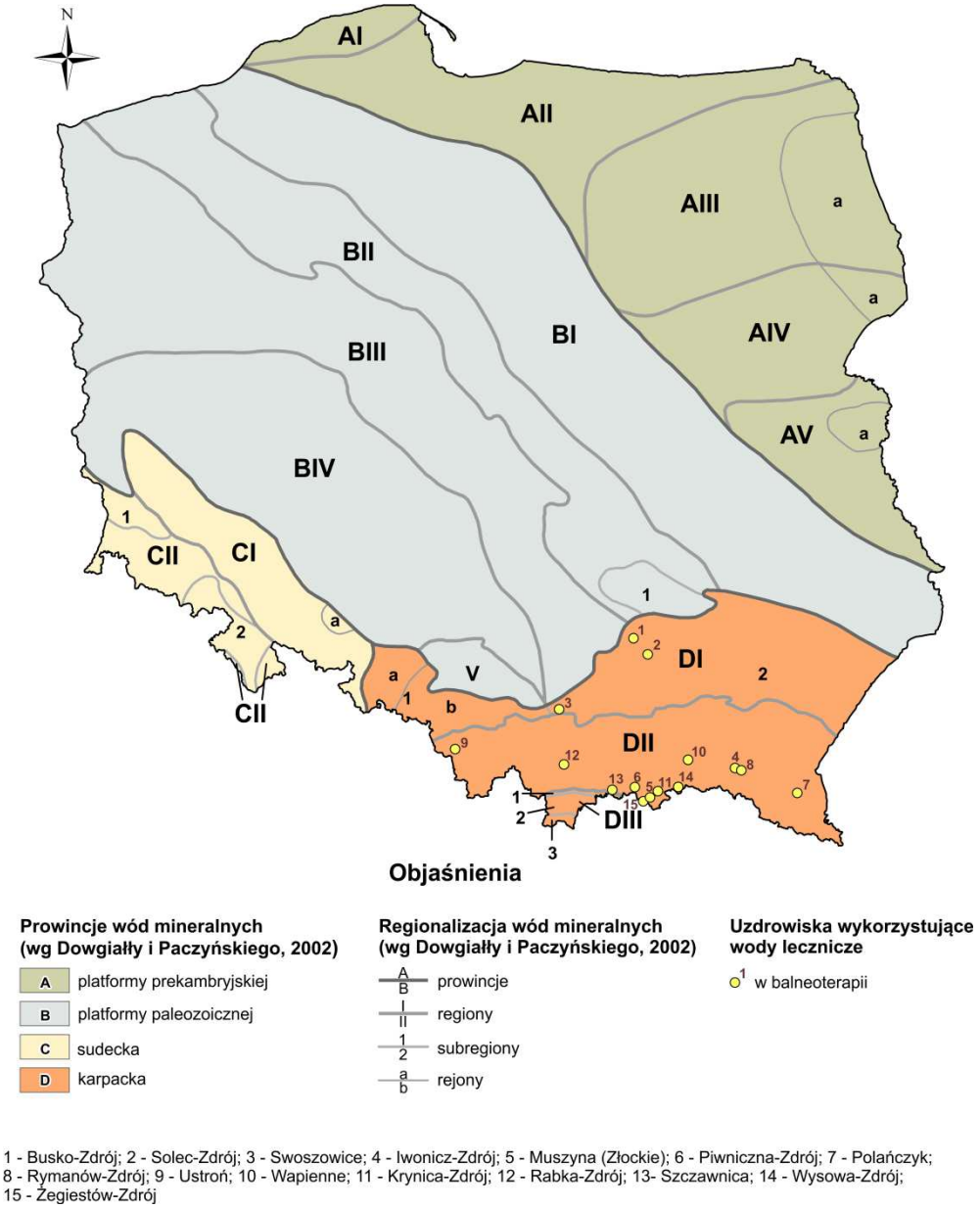
Pojęcie „balneoterapia" pochodzi od łacińskiego słowa *balneum*, czyli kąpiel i greckiego *therapia*, czyli leczenie (Kochański, 2002). Balneoterapia jest jedną z najstarszych gałęzi medycyny uzdrowiskowej, która bazuje na wykorzystaniu naturalnych surowców leczniczych, tj.: peloidów, wód leczniczych, gazów oraz walorów klimatycznych (Hadzik, 2009). Zabiegi balneologiczne uruchamiają rezerwy czynnościowe organizmu oraz pobudzają mechanizmy adaptacyjne (Kochański, Kochański, 2009).

Lecznicze właściwości wód znane są już od tysięcy lat. Na początku zabiegi polegały jedynie na kąpielach w wodzie, której parametry uznawano za terapeutyczne (Kruczek, 2008). Wraz z postępem technicznym wynaleziono także inne formy kuracji z ich wykorzystaniem. Obecnie najpopularniejszymi zabiegami są: inhalacje, irygacje, kąpiele oraz kuracje pitne. Podczas zabiegów stosuje się nowoczesną aparaturę, która służy maksymalizacji efektu leczniczego (Szromek, 2011).

W 2019 r. w obrębie Karpat i zapadliska przedkarpackiego funkcjonowało 15 uzdrowisk statutowych (ryc. 3.3.1., tabela 3.3.1.). Lecznictwo z zastosowaniem wód leczniczych prowadzone jest na tym obszarze także w kilku miejscowościach nieposiadających statusu uzdrowiska, tj. Krzeszowice, Rzeszów, Wełnin i Wieliczka. Oddzielną grupą są miejscowości i gminy mające status obszaru ochrony uzdrowiskowej: Kazimierza Wielka i Czarny Dunajec. Są to miejscowości, które mają złoża naturalnych surowców leczniczych o potwierdzonych właściwościach leczniczych, jednak z uwagi na brak infrastruktury uzdrowiskowej nie jest w nich prowadzona działalność lecznicza.

Lecznictwo uzdrowiskowe prowadzone jest w uzdrowiskach przez zakłady lecznictwa uzdrowiskowego, a także poza uzdrowiskami w szpitalach i sanatoriach, w podziemnych wyrobiskach górniczych. Zakładami lecznictwa uzdrowiskowego są podmioty lecznicze, które funkcjonują na terenie uzdrowiska. Zalicza się do nich m.in.:

szpitale, przychodnie i sanatoria uzdrowiskowe, a także zakłady przyrodolecznicze. Można w nich skorzystać z zabiegów, w których wykorzystuje się wody lecznicze, tj. kąpieli wannowych i basenowych, suchych kąpieli CO_2, inhalacji czy kuracji pitnej. Każde uzdrowisko posiada przynajmniej jeden kierunek leczniczy, tzw. profil, zatwierdzany przez Ministra Zdrowia. W Polskich uzdrowiskach profile te obejmują grupy chorób: układu krążenia, układu oddechowego, układu trawienia, narządów ruchu i reumatycznych, kobiecych, metabolicznych i endokrynologicznych oraz skóry i układu moczowego (Ponikowska, 1995).



Ryc. 3.3.1. Lokalizacja uzdrowisk wykorzystujących wody lecznicze (stan na 31.12.2019 r.)

Tabela 3.3.1. Zestawienie uzdrowisk wykorzystujących wody lecznicze

NAZWA UZDROWISKA	PROFIL LECZNICZY*	RODZAJ WÓD LECZNICZYCH
NIZINNE		
Busko-Zdrój	choroby ortopedyczno-urazowe, układu nerwowego, reumatologiczne, kardiologiczne i nadciśnienie, osteoporoza, skóry	woda mineralna, swoista (siarczkowa, jodkowa, fluorkowa, żelazista), termalna
Solec-Zdrój	choroby ortopedyczno-urazowe, układu nerwowego, reumatologiczne, skóry, osteoporoza	woda mineralna (solanka), swoista (siarczkowa, jodkowa) (dostarczana z ujęć miejscowych oraz ze złóż w Wełninie)
Swoszowice	choroby ortopedyczno-urazowe, układu nerwowego, reumatologiczne, skóry, osteoporoza	woda mineralna, swoista (siarczkowa)
PODGÓRSKIE		
Iwonicz-Zdrój	choroby ortopedyczno-urazowe, układu nerwowego, reumatologiczne, górnych dróg oddechowych, układu trawienia, skóry, kobiece, otyłość, osteoporoza	woda mineralna i słabozmineralizowana, swoista (kwasowęglowa, fluorkowa, jodkowa, żelazista)
Muszyna (Złockie)	choroby reumatologiczne, górnych dróg oddechowych, układu trawienia, endokrynologiczne	woda mineralna, swoista (żelazista, szczawa)
Piwniczna-Zdrój	choroby reumatologiczne, górnych dróg oddechowych, dolnych dróg oddechowych, układu trawienia	woda mineralna, swoista (szczawa, żelazista)
Polańczyk	choroby ortopedyczno-urazowe, układu nerwowego, reumatologiczne, kardiologiczne i nadciśnienie, górnych dróg oddechowych, dolnych dróg oddechowych, endokrynologiczne, cukrzyca	woda mineralna, swoista (jodkowa, fluorkowa)
Rymanów-Zdrój	Choroby ortopedyczno-urazowe, reumatologiczne, kardiologiczne i nadciśnienie, górnych dróg oddechowych, dolnych dróg oddechowych, nerek i dróg moczowych (leczenie dorosłych i dzieci)	woda mineralna, swoista (jodkowa, fluorkowa, żelazista, kwasowęglowa, szczawa)
Ustroń	choroby ortopedyczno-urazowe, układu nerwowego, reumatologiczne, kardiologiczne i nadciśnienie, naczyń obwodowych, górnych dróg oddechowych, dolnych dróg oddechowych, cukrzyca, otyłość, osteoporoza	woda mineralna (solanka), swoista (jodkowa, żelazista, fluorkowa) termalna

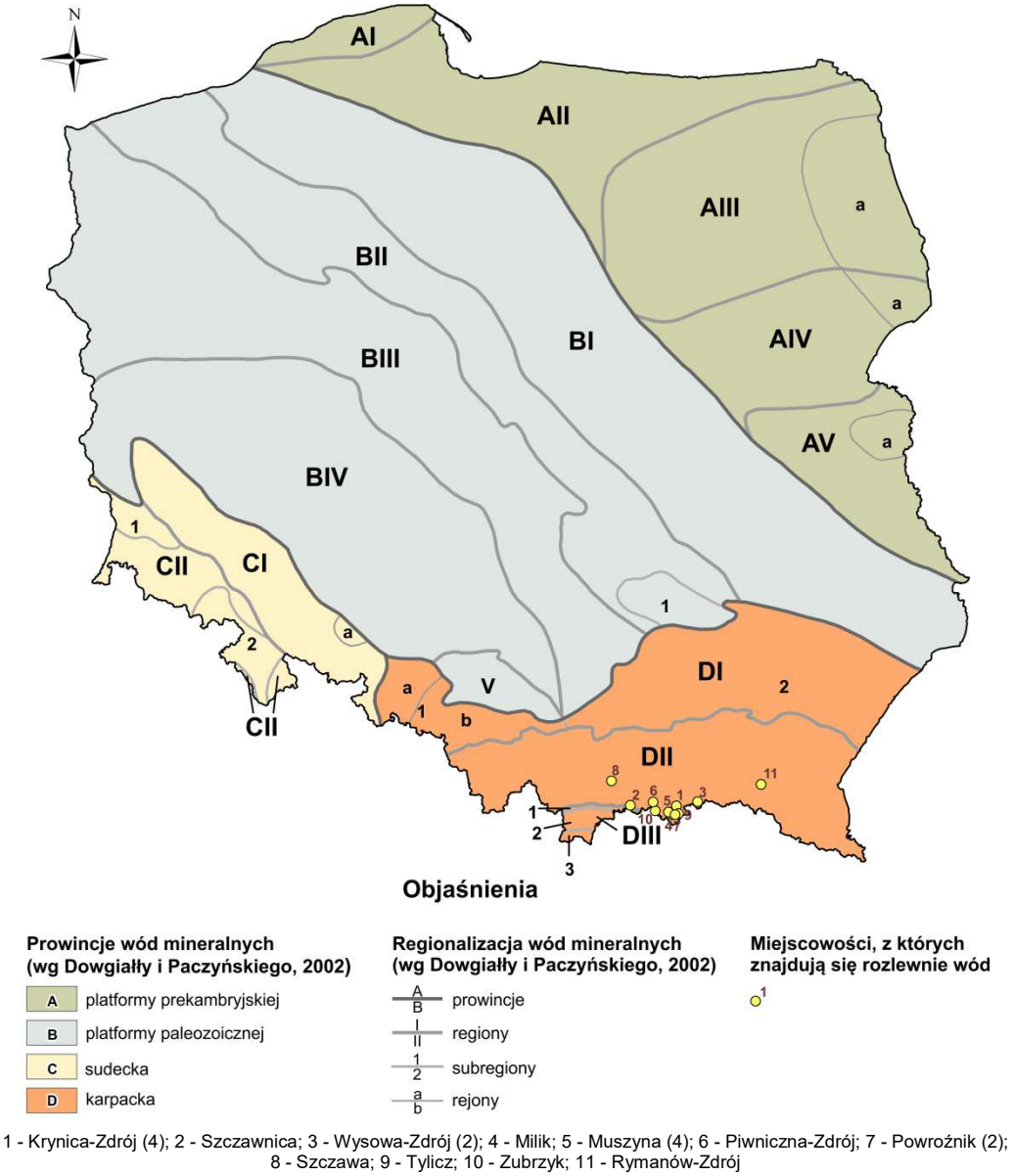
Wapienne	choroby ortopedyczno-urazowe, reumatologiczne	woda słabozmineralizowana, swoista (siarczkowa)
GÓRSKIE		
Krynica-Zdrój	choroby układu nerwowego, reumatologiczne, górnych dróg oddechowych, układu trawienia, cukrzyca, kobiece, nerek i dróg moczowych, krwi i układu krwiotwórczego	woda mineralna, swoista (szczawa lub kwasowęglowa, żelazista); woda swoista (szczawa lub kwasowęglowa, żelazista); woda mineralna, swoista (szczawa, jodkowa) – typu zuber (pozyskiwanie CO_2 ze szczaw do celów leczniczych)
Rabka-Zdrój	choroby ortopedyczno-urazowe, reumatologiczne, kardiologiczne i nadciśnienie, górnych dróg oddechowych, dolnych dróg oddechowych, skóry, cukrzyca, otyłość(leczenie dorosłych i dzieci)	woda mineralna (solanka), swoista (jodkowa, krzemowa, żelazista)
Szczawnica	choroby ortopedyczno-urazowe, reumatologiczne, górnych dróg oddechowych, dolnych dróg oddechowych, otyłość	woda mineralna, swoista (jodkowa, szczawa)
Wysowa-Zdrój	choroby ortopedyczno-urazowe, układu nerwowego, reumatologiczne, górnych dróg oddechowych, dolnych dróg oddechowych, układu trawienia, nerek i dróg moczowych, cukrzyca, otyłość, osteoporoza	woda mineralna, swoista (żelazista, jodkowa, szczawa)
Żegiestów-Zdrój	choroby reumatologiczne, układu trawienia, nerek i dróg moczowych	woda mineralna, swoista (żelazista, krzemowa, szczawa)

* informacje o kierunkach leczniczych uzdrowisk na podstawie https://www.gov.pl/web/zdrowie/wykaz-uzdrowisk-wraz-z-kierunkami-leczniczymi, wg stanu na 31.12.2019 r.

3.3.2. Rozlewnictwo

Pod określeniem rozlewnictwo rozumie się dystrybucję wód podziemnych, zarówno zwykłych, jak i mineralnych, w opakowaniach jednostkowych. W oparciu o obowiązujące przepisy, przede wszystkim *ustawę z dnia 25 sierpnia 2006 r. o bezpieczeństwie żywności i żywienia* (*Dz. U. 2020 poz. 2021 t.j.*) oraz *rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 31 marca 2011 r. w sprawie naturalnych wód mineralnych, wód źródlanych i wód stołowych* (*Dz. U. 2011 nr 85 poz. 466*), w rozlewnictwie wyróżnia się trzy typy butelkowanych wód podziemnych: naturalne wody mineralne, wody źródlane oraz wody stołowe. Wody lecznicze butelkowane są jedynie w trzech uzdrowiskach karpackich, tj. Krynicy-Zdroju, Szczawnicy oraz Wysowej-Zdroju. W 2019 r. na obszarze Karpat i zapadliska przedkarpackiego funkcjonowało 19 rozlewni, w których wykorzystywane są wody lecznicze (ryc. 3.3.2., tabela 3.3.2.). Większość zakładów zlokalizowanych jest w rejonie

doliny Popradu w tzw. „popradzkim zagłębiu balneologicznym”, gdzie butelkuje się najbardziej wartościowe i cenione wody podziemne (Ostrowicka, 1966).



Ryc. 3.3.2. Lokalizacja rozlewni wykorzystujących wody lecznicze w obrębie prowincji karpackiej (stan na 31.12.2019 r.)

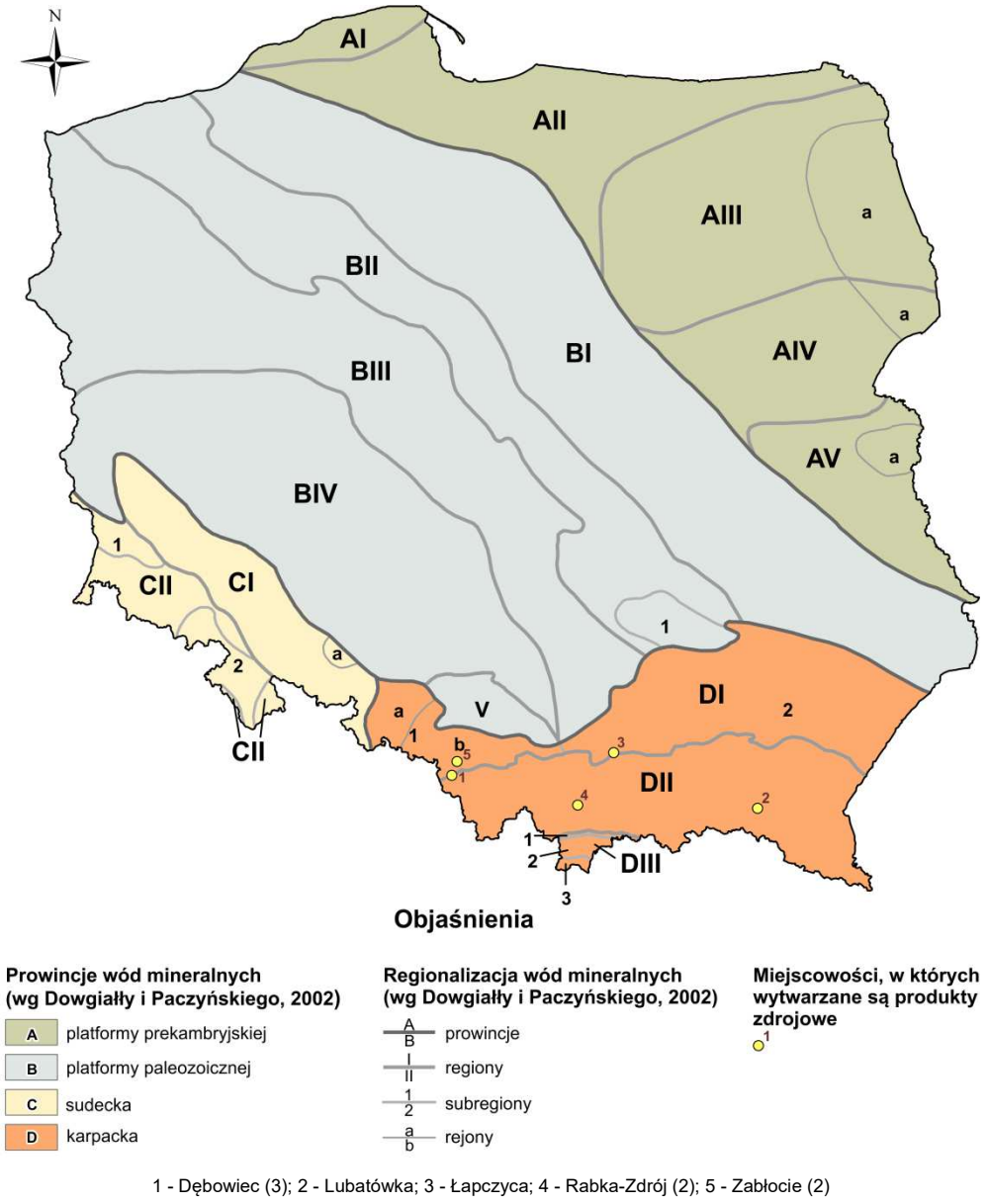
Tabela 3.3.2. Zestawienie miejscowości, w których butelkuje się wody lecznicze, naturalne wody mineralne oraz wody stołowe

Miejscowość	Producent	Nazwa handlowa wody	Typ chemiczny | mineralizacja wody [g/dm^3]
Rozlewnie, w których butelkowane są wody lecznicze (jako produkty lecznicze)			
Krynica-Zdrój	Uzdrowisko Krynica-Żegiestów S.A	Słotwinka	HCO_3-Mg-Na-Ca | 3,9
		Jan	HCO_3-Ca | 0,6
		Zuber	HCO_3-Na, I | 24,1
Szczawnica	Uzdrowisko Szczawnica S.A.	Helena	HCO_3-Na-Ca | 1,9
		Jan	HCO_3-Cl-Na, I | 4,8
		Stefan	HCO_3-Cl-Ca-Na | 4,0
		Józefina	HCO_3-Cl-Na, I |5,3
		Józef	HCO_3-Cl-Na, I | 11,0
Wysowa-Zdrój	Uzdrowisko Wysowa S.A.	Henryk	HCO_3-Cl-Na | 5,2
		Józef	HCO_3-Cl-Na,Fe | 2,3
		Franciszek	HCO_3-Cl-Na, I | 16,0
Rozlewnie, w których butelkowane są naturalne wody mineralne			
Krynica-Zdrój	Uzdrowisko Krynica-Żegiestów S.A.	Kryniczanka	HCO_3-Ca | 2,0
	PW Mineral Complex Sp. z o. o.	Krynica Minerale	HCO_3-Ca,CO_2 | 1,9
	ZPHU Inex Sp. z o.o.	Muszyna	HCO_3-Ca-Mg | 1,6
Milik	Spółdzielnia Pracy Muszynianka	Muszynianka Plus	HCO_3-Mg-Ca | 2,1
Muszyna	RWM Sopel Sp. z o.o.	Muszyna-Zdrój	HCO_3-Ca-Mg | 1,6
	Polskie Zdroje Sp. z o. o.	Muszyńskie Zdroje	HCO_3-Mg-Na-Ca | 3,9
	PRBT St. i J. Cechini Sp. j.	Cechini Muszyna	HCO_3-Ca-Mg | 1,9
	Spółdzielnia Pracy Muszynianka	Muszynianka	HCO_3-Mg-Ca |1,9
		Muszynianka Zdrój	HCO_3-Mg-Ca |2,4
Piwniczna-Zdrój	Spółdzielnia Pracy Piwniczanka	Piwniczanka	HCO_3-Ca-Mg-Na | 1,7
Powroźnik	Galicjanka RP Sp. z o.o.	Galicjanka	HCO_3-Ca-Mg | 1,9
	PW Mineral Complex Sp. z o. o.	Muszyna Minerale	HCO_3-Ca-Mg, CO_2 | 2,4
Szczawa	Euro-Code Sp. j. K.J. Morzywołek	Szczawa Minerale	HCO_3-Na-Ca |1,7
		Dziedzilla	HCO_3-Cl-Na, I, CO_2 | 4,1
		Szczawa I	HCO_3-Cl-Na, I, CO_2 | 16,8
		Szczawa II	HCO_3-Cl-Na, I, CO_2 | 18,0

Miejscowość	Producent	Nazwa handlowa wody	Typ chemiczny | mineralizacja wody [g/dm^3]
		Hanna	HCO_3-Cl-Na, I, CO_2 | 4,9
Tylicz	Multivita Sp. z o.o.	Kropla Minerałów	HCO_3-Ca-Mg-Na | 1,3
Wysowa-Zdrój	Uzdrowisko Wysowa S.A.	Wysowianka	HCO_3-Na-Ca, Fe | 2,9
Zubrzyk	Masspol Sp. z o.o.	Saguaro Muszyńskie	HCO_3-Ca-Mg-Na | 1,5
		Zdroje Piwniczna	HCO_3-Na-Mg-Ca | 2,0
Rozlewnie, w których butelkowane są wody stołowe			
Rymanów-Zdrój	Uzdrowisko Rymanów S.A.	Celestynka	HCO_3-Cl-Na-Ca | 1,3

3.3.3. Wytwarzanie produktów zdrojowych

Po zakończeniu leczenia sanatoryjnego oraz w lecznictwie profilaktycznym z powodzeniem wykorzystuje się poboczne produkty lecznicze. Niektóre uzdrowiska wytwarzają produkty zdrojowe (sole, ługi, butelkowane solanki) na bazie swoich własnych zasobów naturalnych, ale powstają one także w miejscowościach, które nie posiadają statusu uzdrowiska (ryc. 3.3.3., tabela 3.3.3.). Niekiedy sole lecznicze wytwarzane są tradycyjną panwiową metodą warzenia. W Dębowcu i Lubatówce wykorzystuje się wody lecznicze o mineralizacji od 19,5 do 46,7 g/dm^3, z kolei w Łapczycy solanki charakteryzujące się mineralizacją w zakresie 140-170 g/dm^3. Do najbardziej znanych soli leczniczych należy sól bocheńska oraz iwonicka. Sporządza się z nich kąpiele o właściwościach leczniczych oraz inhalacje. Wartościową kąpiel leczniczą otrzymuje się także z ługu i szlamu. Szlam zawiera w sobie siarczany i węglany wapnia, natomiast ługi pokrystaliczne bogate są w jodki. Lecznicze wysoko zmineralizowane wody chlorkowe butelkowane są w Dębowcu oraz Rabce-Zdroju, a także w Zabłociu i sprzedawane jako solanki lecznicze. Niezwykle cenionym produktem są również tabletki z wód mineralnych, które znajdują zastosowanie w leczeniu schorzeń układu oddechowego oraz pokarmowego. Kosmetyki na bazie wód zaliczonych do kopalin wytwarza się m.in. w: Iwoniczu-Zdroju, Busku-Zdroju i Solcu-Zdroju (Satora i in., 2010; Felter i in., 2020).



Ryc. 3.3.3. Lokalizacja miejscowości, w których wytwarza się produkty zdrojowe (stan na 31.12.2019 r.)

Tabela 3.3.3. Zestawienie miejscowości, w których wytwarza się produkty zdrojowe

Miejscowość	Producent	Nazwa handlowa produktu	Zastosowanie
Dębowiec	Kopalnia i Warzelnia Solanek dr Zabłocka Sp. z o.o.	Zabłocka sól termalna	kąpiele
		Zabłocka solanka termalna	kąpiele, okłady
		Zabłocka mgiełka solankowa	inhalacje, płukania jamy ustnej i gardła
Lubatówka	Uzdrowisko Iwonicz S.A.	Iwonicka sól jodowo-bromowa	inhalacje, kąpiele

Łapczyca	Zakład Przeróbki Solanek Jodowo-Bromowych Salco S.J.	Bocheńska sól lecznicza	kąpiele
Rabka-Zdrój	Uzdrowisko Rabka S.A.	Rabczańska solanka jodowo-bromowa	inhalacje, płukania jamy ustnej, kąpiele
		Termalna Rabczańska solanka jodowo-bromowa	inhalacje, płukania jamy ustnej, kąpiele, przemywanie skóry
Zabłocie	Solanka z Zabłocia Sp. z o.o.	Solanka inhalacyjna	inhalacje, płukania jamy ustnej i gardła
		Solanka kąpielowa	kąpiele

3.3.4. Rekreacja

Prócz lecznictwa uzdrowiskowego wody podziemne zaliczane do kopalin znajdują także zastosowanie w rekreacji i odnowie biologicznej. Począwszy od 2006 r. zaczęto zagospodarowywać wody termalne, tworząc kąpieliska termalne oraz różnego rodzaju ośrodki rekreacyjne, w tym na Podhalu (Noga, Kosma, 2010). Według stanu na koniec 2019 r. w obrębie Karpat i zapadliska przedkarpackiego istniało 8 ośrodków wykorzystujących wody lecznicze, termalne lub lecznicze wody termalne (ryc.3.3.4.). Są to:

- **Baseny Mineralne Solec-Zdrój** – obiekt powstał w 2013 r. i wykorzystuje wody ujęte otworem Wełnin zlokalizowanym w miejscowości Wełnin. Temperatura wody na wypływie z ujęcia wynosi 13°C a w basenach 36°C. Obiekt oferuje całoroczny kryty basen solankowy wypełniony wodą siarczkową o powierzchni 66 m^2.
- **Termy Szaflary** – obiekt działa od 2008 r. i wykorzystuje wody termalne ujęte otworami Bańska IG-1 oraz Bańska PGP-1 zlokalizowanymi w miejscowości Bańska Niżna. Temperatura wody na wypływie z ujęcia wynosi 86°C a w basenach 30-38°C. Znajdują się tu cztery baseny, zarówno kryte, jak i otwarte o łącznej powierzchni 970 m^2.
- **Gorący Potok** – obiekt powstał w 2015 r. i działa w oparciu o wody termalne ujęte otworami Bańska IG-1 oraz Bańska PGP-1 zlokalizowanymi w miejscowości Bańska Niżna. Temperatura wody na wypływie z ujęcia wynosi 86°C a w basenach 34-40°C. Całkowita powierzchnia basenów wynosi 2500 m^2.
- **Terma Białka** – ośrodek otwarto w 2011 r. Obiekt wykorzystuje wody ujęte otworem Białka Tatrzańska GT-1 zlokalizowanym w miejscowości Białka Tatrzańska. Temperatura wody na wypływie z ujęcia wynosi 77°C, natomiast w basenach 32-40°C. Ośrodek oferuje osiem basenów (cztery wewnętrzne i cztery zewnętrzne) o łącznej powierzchni ok. 1400 m^2.

- **Termy Bukovina** – ośrodek otwarto w 2008 r. Obiekt wykorzystuje wody ujęte otworem Bukowina Tatrzańska PIG/PNIG-1 zlokalizowanym w Bukowinie Tatrzańskiej. Temperatura wody na wypływie z ujęcia wynosi 67°C, natomiast w basenach do 30-38°C. Ośrodek oferuje dwanaście basenów o łącznej powierzchni 1885 m^2.
- **Polana Szymoszkowa** – obiekt powstał w 2007 r., a od 2009 r. wykorzystuje wody termalne ujęte otworem Szymoszkowa GT-1 zlokalizowanym w Zakopanem. Temperatura wody na wypływie z ujęcia wynosi 27,3°C a w basenach 30°C. Obiekt posiada dwa sezonowe baseny zewnętrzne o łącznej powierzchni 4100 m^2. Woda wymaga podgrzania przed skierowaniem jej do basenów.
- **Aqua Park Zakopane** – ośrodek działa od 2006 r. Obiekt wykorzystuje wody ujęte otworem Zakopane IG-1 zlokalizowanym w Zakopanem. Temperatura wody na wypływie z ujęcia wynosi 37°C, natomiast w basenach 32°C. Ośrodek oferuje zewnętrzny całoroczny basen rekreacyjno-leczniczy o powierzchni 400 m^2 oraz baseny wewnętrzne (rekreacyjne i sportowe) wypełnione wodami zwykłymi.
- **Chochołowskie Termy** – Obiekt działa od 2016 r. Wykorzystuje wody ujęte otworem Chochołów PIG-1 zlokalizowanym w Witowie. Temperatura wody na wypływie z ujęcia wynosi 82°C, natomiast w basenach 30-36°C. Ośrodek oferuje baseny zewnętrzne i wewnętrzne o łącznej powierzchni blisko 3000 m^2, w tym basen solankowy, baseny rekreacyjne oraz dla dzieci.

1 - Solec-Zdrój; 2 -Bańska Niżna (2); 3 - Białka Tatrzańska; 4 - Bukowina Tatrzańska; 5 - Zakopane (2); 6 - Witów

Ryc. 3.3.4. Lokalizacja ośrodków wykorzystujących wody zaliczone do kopalin w rekreacji w obrębie prowincji karpackiej (stan na 31.12.2019 r.)

4. PODSTAWOWE CECHY ZŁOŻA ORAZ ASPEKTY ZWIĄZANE Z MOŻLIWOŚCIĄ JEGO ZAGOSPODAROWANIA (OCENA WSTĘPNA)

W celu wytypowania obszarów perspektywicznych do zagospodarowania i wykorzystania nieużytkowanych złóż wód leczniczych (wód zmineralizowanych lub swoistych) oraz wskazania innych obszarów perspektywicznych dla ujmowania tego rodzaju wód, wykorzystano bazy danych prowadzonych w PIG-PIB takich jak: Bank Danych Wód Podziemnych Zaliczonych do Kopalin, rejestr zasobów złóż kopalin oraz obszarów górniczych – System Gospodarki i Ochrony Bogactw Mineralnych MIDAS, Centralna Baza Danych Geologicznych, baza Monitoringu Wód Podziemnych, a także archiwalne opracowania publikowane. Zasoby tych baz poddano krytycznej analizie w kontekście możliwości ich przyszłego wykorzystania. Na jej podstawie wytypowano obszary do oceny wstępnej. Były to rejony: Lipnicy Wielkiej, Wierchomli, Krościenko n/Dunajcem, Rabe-Bystre, Nieborowa, Latoszyna, Krosna, Rudawki Rymanowskiej, Leska, Straszydla, Soli, Słonnego, Jaworza i Wiślicy. Wstępnie wytypowano łącznie 14 obszarów perspektywicznych dla poszukiwania wód leczniczych w rejonie Karpat i zapadliska przedkarpackiego.

Obszary te poddano szczegółowej analizie, w wyniku której zrezygnowano z rejonów (Tabela 4.1):

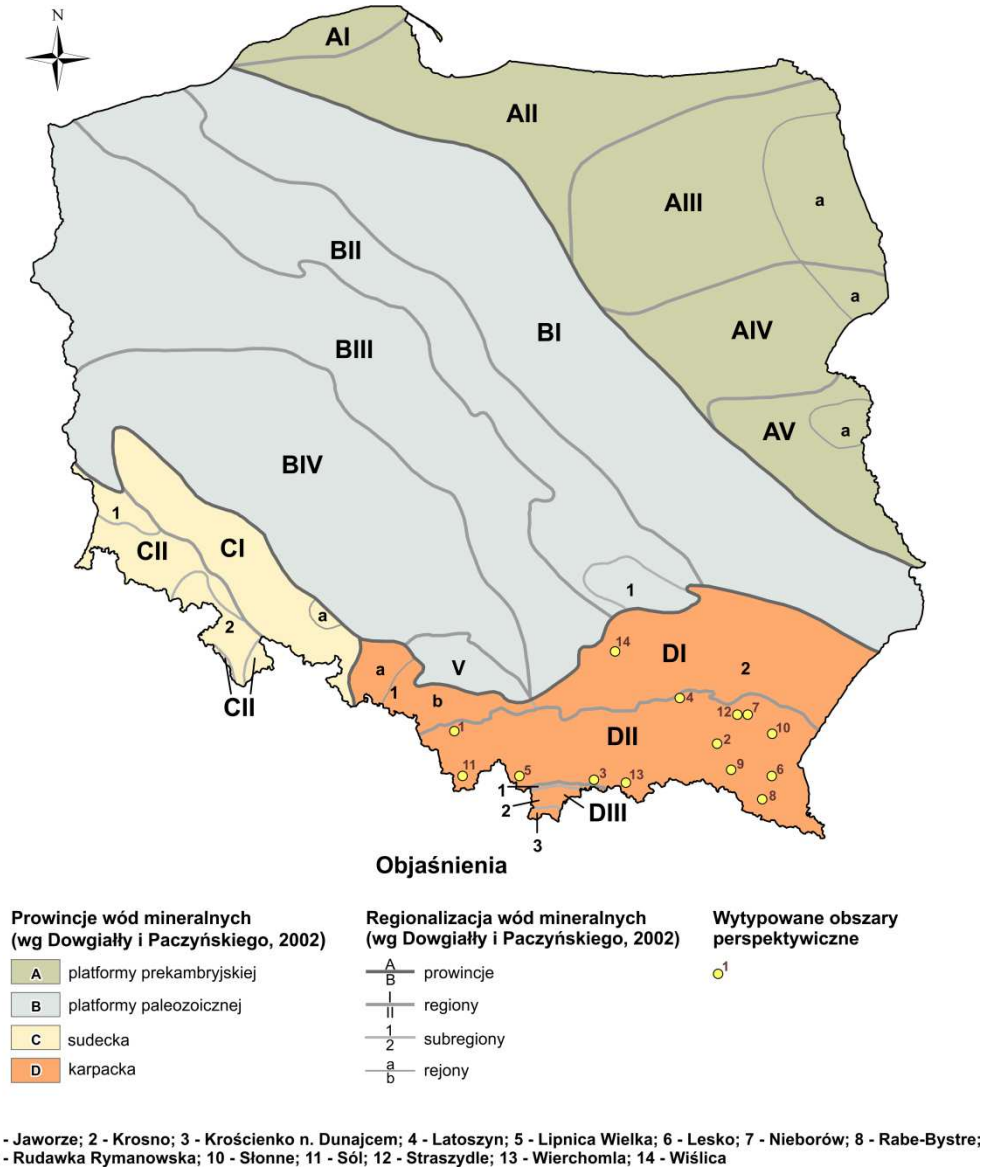
- Wierchomli i Latoszyna – ze względu na aktualne zainteresowanie tymi rejonami podmiotów prywatnych; w Wierchomli opracowany został wniosek koncesyjny na eksploatację wód leczniczych, natomiast Latoszyn-Zdrój, w którym dynamicznie rozwija się branża balneologiczna, jest na etapie uzyskiwania statusu uzdrowiska,
- Soli i Jaworza – opracowano "Program wykorzystania wód podziemnych, w szczególności termalnych i leczniczych w wybranych obszarach woj. śląskiego", w którym uwzględniono te rejony,
- Rabe-Bystrego, Rudawki Rymanowskiej – to obszary w pobliżu, których istnieją już ośrodki uzdrowiskowe o ugruntowanej pozycji na rynku i znane w całej Polsce.

Ostatecznie na obszarze Karpat i zapadliska przedkarpackiego do szczegółowego rozpoznania wytypowano osiem rejonów perspektywicznych dla poszukiwania:

- wód siarczkowych: Lipnica Wielka, Nieborów, Lesko, Straszydle,
- szczaw: Krościenko n/Dunajcem,
- solanek: Krosno i Słonne,

– wód zmineralizowanych: Wiślica.

W rejonach tych zaproponowano wykonanie otworów poszukiwawczo-rozpoznawczych w celu określenia możliwości ujęcia wód leczniczych.



Ryc. 4.1. Lokalizacja wytypowanych obszarów perspektywicznych wód leczniczych w prowincji karpackiej

Tabela 4.1. Zagospodarowanie wytypowanych obszarów perspektywicznych w prowincji karpackiej

Lp.	Obszar perspektywiczny		Regionalizacja hydrogeologiczna	Możliwości zagospodarowania
	miejscowość	gmina powiat województwo	region	
1	Jaworze	Jaworze bielski śląskie	zewnętrznokarpacki	rejon uwzględniony w „Programie wykorzystania wód podziemnych, w szczególności termalnych i leczniczych w wybranych obszarach woj. śląskiego”
2	Krosno	Krosno krośnieński podkarpackie	zewnętrznokarpacki	wytypowano do szczegółowego rozpoznania
3	Krościenko n/Dunajcem	Krościenko n/Dunajcem nowotarski małopolskie	zewnętrznokarpacki	wytypowano do szczegółowego rozpoznania
4	Latoszyn	Dębica dębicki podkarpackie	zapadliska przedkarpackiego	obszar ochrony uzdrowiskowejdynamicznie rozwija się już branża balneologiczna, a w zakładzie przyrodoleczniczym otwarty został nowy basen
5	Lipnica Wielka	Lipnica Wielka nowotarski małopolskie	zewnętrznokarpacki	wytypowano do szczegółowego rozpoznania
6	Lesko	Lesko leski podkarpackie	zewnętrznokarpacki	wytypowano do szczegółowego rozpoznania
7	Nieborów (Hyżne)	Hyżne rzeszowski podkarpackie	zapadliska przedkarpackiego	wytypowano do szczegółowego rozpoznania
8	Rabe-Bystre	Baligród leski podkarpackie	zewnętrznokarpacki	obszar w pobliżu, którego istnieją już ośrodki uzdrowiskowe o ugruntowanej pozycji na rynku i znane w całej Polsce
9	Rudawka Rymanowska	Rymanów krośnieński podkarpackie	zewnętrznokarpacki	obszar w pobliżu, którego istnieją już ośrodki uzdrowiskowe o ugruntowanej pozycji na rynku i znane w całej Polsce
10	Słonne	Dubiecko przemyski podkarpackie	zewnętrznokarpacki	wytypowano do szczegółowego rozpoznania
11	Sól	Rajcza żywiecki śląskie	zewnętrznokarpacki	rejon uwzględniony w „Programie wykorzystania wód podziemnych, w szczególności termalnych i leczniczych w wybranych obszarach woj. śląskiego”
12	Straszydle	Lubenia rzeszowski podkarpackie	zewnętrznokarpacki	wytypowano do szczegółowego rozpoznania

13	Wierchomla	Piwniczna-Zdrój nowosądecki małopolskie	zewnętrznokarpacki	opracowano wniosek koncesyjny na eksploatację wód leczniczych
14	Wiślica	Wiślica buski świętokrzyskie	zapadliska przedkarpackiego	wytypowano do szczegółowego rozpoznania

Jaworze

Jaworze to wieś w województwie śląskim, powiecie bielskim, gminie Jaworze. Miejscowość znajduje się w obrębie Śląska Cieszyńskiego, około 20 km na wschód od Bielska-Białej, u podnóża Beskidu Śląskiego. W miejscowości znajduje się Park Zdrojowy z fontanną solankową, amfiteatrem oraz niewielką tężnią. W Jaworzu zlokalizowane są dwa otwory ujmujące wody lecznicze: IG-1 oraz IG-2, wykonane w latach 1979-1980. Otworem IG-1 ujęto solanki termalne typu Cl-Na-Ca, Fe, I o mineralizacji 108 g/dm^3 i temperaturze 23°C. Zwierciadło wód podziemnych w otworze nawiercono w obrębie utworów miocenu na głębokości 1175 m. Zasoby eksploatacyjne ustalono w wysokości 0,9 m^3/h. Otwór IG-2 został wykonany do głębokości 1650 m. Nawiercono w nim dwa poziomy wodonośne pozostające w kontakcie hydraulicznym. Za zasadniczy uznano poziom w wapieniach i dolomitach dewonu, nawiercony na głębokości 1562,8 m, jednak z powodów technicznych ujęte zostały połączone horyzonty wodonośne w utworach dewonu i miocenu. Otworem ujęto solanki termalne typu Cl-Na-Ca, Fe, I o mineralizacji 146 g/dm^3. Temperatura wody na wypływie wynosi 32°C. Zasoby eksploatacyjne zostały określone w wysokości 4,9 m^3/h (Poprawa, Konior, 1981). Pomysł utworzenia uzdrowiska w Jaworzu ma wielu entuzjastów, mimo to żaden z otworów nie został dotychczas zagospodarowany. Zaplanowane jest już jednak ich przyszłe wykorzystanie.

Krosno

Krosno to miasto na prawach powiatu w województwie podkarpackim, powiecie krośnieńskim. Okolice Krosna już pod koniec XIX w. były przedmiotem szczegółowych badań geologicznych związanych z poszukiwaniami złóż ropy naftowej i gazu ziemnego. Od tego czasu wykonano wiele odwiertów, w których oprócz węglowodorów stwierdzono obecność wód mineralnych charakterystycznych pod względem chemicznym dla sąsiedztwa złóż ropy naftowej i gazu ziemnego. Wody mineralne towarzyszące złożom ropy naftowej i gazu ziemnego występują najczęściej w obrębie dwóch poziomów piaskowca ciężkowickiego (I i II). Woda z otworu Mac Allan 11 była wykorzystywana na początku lat 60. XX w. do produkcji soli jodkowo-bromkowej. W latach 1960–1962 okresowo

produkowano i rozprowadzano wodę mineralną „Makalanka" (wcześniejsza nazwa – „Krośnianka 4"), którą eksploatowano z otworu Mac Allan 4. Była to woda typu Cl-HCO_3-Na, I o mineralizacji około 4 g/dm^3 i temperaturze osiągającej na wypływie z ujęcia 12,5°C. Otwór zlikwidowano. Najbardziej rozpowszechnionym typem wód mineralnych występujących w antyklinie Potoka są wody typu Cl-Na, Cl-HCO_3-Na oraz HCO_3-Cl-Na. Bardzo często wody zawierają jod, rzadziej dwutlenek węgla. W 2008 roku w Oddziale Karpackim Państwowego Instytutu Geologicznego na zlecenie Urzędu Miasta Krosno wykonano opracowanie pt. „Analiza możliwości wykorzystania wód mineralnych w rejonie Krosna". Wskazano w nim obszary perspektywiczne dla eksploatacji solanek występujących w obrębie „antykliny Potoka". Wytypowano trzy takie obszary. Opracowano dwa projekty robót geologicznych, w których zaprojektowano wykonanie dwóch otworów Chajec-1 i Chajec-2. Niestety ze względów finansowych nie zostały one odwiercone.

Krościenko n/Dunajcem

Krościenko nad Dunajcem to wieś w województwie małopolskim, powiecie nowotarskim, gminie Krościenko nad Dunajcem leżąca około 27 km na południowy zachód od Nowego Sącza. Źródła w Krościenku znane były od dawna, jednak ciągłą działalność uzdrowiskową rozpoczęto tu w roku 1827. Uzdrowisko powoli się rozwijało, jednak ze względu na późniejsze jego problemy oraz konkurencję ze strony pobliskiej, chętnie odwiedzanej Szczawnicy, podupadło. Zaprzestano także butelkowania wody. W Krościenku istnieje 6 źródeł: „Stefan", „Michalina", „Maria", „Dzikie", „Z-1" i „Z-2", drenujących serie piaskowcowo-łupkowe fliszu karpackiego. Źródła „Michalina" i „Stefan" wykazują zbliżony skład chemiczny. Są to szczawy HCO_3-Cl-Na-(Ca), (I) o mineralizacji ok. 9 g/dm^3. Woda ze źródła „Maria" jest szczawą HCO_3-Cl-Na-Ca o mineralizacji ok. 3 g/dm^3. Źródło „Dzikie" wyprowadza szczawy typu HCO_3-Ca-Na o mineralizacji ok. 2,5 g/dm^3. Woda ze źródeł „Z-1" oraz „Z-2" nie posiada w swoim składzie CO_2. Są to wody typu HCO_3-(Cl)-Na-Ca o mineralizacji ok. 2 g/dm^3. Temperatura wód waha się od 5 do 15°C. Zawartość dwutlenku węgla waha się w dość dużym zakresie od 0,1 do 2,5 g/dm^3 (Fistek, 1985; Józefko, 1998). Zasoby eksploatacyjne złoża Krościenko nad Dunajcem wynoszą 0,13 m^3/h. Źródła „Stefan", „Michalina i „Maria" ujęto i udostępniono mieszkańcom wsi. W oparciu o dane dotyczące występowania wód zmineralizowanych w Krościenku, upatruje się tu możliwości odwiercenia otworu za wodami leczniczymi typu szczawy.

Latoszyn-Zdrój

Latoszyn to wieś w województwie podkarpackim, powiecie dębickim, gminie Dębica. Początki lecznictwa w Latoszynie sięgają XIX w. Wówczas ujęto jedno ze źródeł wód siarczkowych (obecnie ujęcie nie istnieje). W 1970 r. otworem W-1 o głębokości 30 m ujęto lecznicze wody siarczkowe typu SO_4-Ca o mineralizacji 3 g/dm^3. Temperatura wód na wypływie nie przekracza 10°C. Zasoby eksploatacyjne ujęcia wynoszą 1,3 m^3/h (Pawluś, 1973). Koncesję na eksploatację wód leczniczych uzyskała firma Latoszyn-Zdrój Sp. z o.o.

Lesko

Lesko to miasto w województwie podkarpackim, powiecie leskim, gminie Lesko leżące około 15 km na południowy wschód od Sanoka. Jego malownicze położenie na prawym brzegu rzeki San w Górach Sanocko-Turczańskich, a także liczne zabytki stanowią o atrakcyjności tego miejsca. Atrakcją turystyczną są także źródła wód mineralnych. W XX w. w Lesku znajdował się punkt zdrojowy. W dwudziestoleciu międzywojennym powstał tu niewielki zakład przyrodoleczniczy. Do punktu zdrojowego dostarczano wodę siarczkową aż z 14 źródeł (Kozak, 2016). W latach 70-tych XX w. w Lesku udokumentowano występowanie leczniczych wód siarczkowych typu HCO_3-(Ca)-Mg-(Na) o mineralizacji około 0,4-0,5 g/dm^3 (źródła nr 1 i nr 4). Temperatura wypływających wód nie przekracza 10°C. Zawartość siarkowodoru sięga ok. 4 mg/dm^3. Źródła drenują trzeciorzędowe piaskowce przeławicone łupkami. Zasoby eksploatacyjne złoża wynoszą 0,29 m^3/h (Sokołowski, 1977). Obecnie źródła są obudowane i wykorzystywane jako punkty czerpalne przez mieszkańców i turystów.

Lipnica Wielka

Lipnica Wielka to wieś w województwie małopolskim, powiecie nowotarskim, gminie Lipnica Wielka. Dotychczas w całej gminie zinwentaryzowano kilkanaście źródeł wód siarczkowych, w tym w Lipnicy Wielkiej: źródło „Jacek", źródło „Orawa", źródło „Józefa", źródło „Heródkowe" (zwane także „Pielgrzymem") oraz źródło „Śmierdząca Woda". Źródła drenują serie piaskowcowo-łupkowe warstw magurskich fliszu Karpat zewnętrznych. Mineralizacja wód źródlanych nie przekracza 1 g/dm^3. W źródle „Jacek" mineralizacja wynosi 0,6 g/dm^3, w źródle Orawa osiąga wartość 0,8 g/dm^3, natomiast w źródle „Śmierdząca Woda" wynosi zaledwie 0,3 g/dm^3. Zawartość siarkowodoru w źródłach wahała się od wartości poniżej 1 mg/dm^3 do ponad 10 mg/dm^3 (Rajchel, Rajchel, 1999; Chowaniec i in., 2010; Franczak, 2013). Według analiz z 2009 r. w wodzie

ze źródeł Jacek oraz Śmierdząca Woda siarkowodór występował w ilości ok. 4 mg/dm^3, a ich mineralizacja wynosiła 0,4-0,5 g/dm^3. Wydajność wypływów waha się od około 1 l/min do ponad 30 l/min w źródle „Jacek". Źródła nie są obecnie wykorzystywane, a źródło „Jacek" jest prawnie chronionym pomnikiem przyrody nieożywionej. Okolica Lipnicy Wielkiej jest obszarem perspektywicznym z uwagi na możliwość zagospodarowania wód leczniczych siarczkowych. W tym celu należałoby wykonać nowy otwór poszukiwawczo-rozpoznawczy.

Nieborów

Nieborów Wielki to część wsi Hyżne położonej w województwie podkarpackim, powiecie rzeszowskim, gminie Hyżne, około 15 km na południowy wschód od Rzeszowa. Niewątpliwym skarbem Nieborowa są złoża wód mineralnych. W czasie dwudziestolecia międzywojennego Nieborów posiadał status lokalnego uzdrowiska bazującego na wodach siarczkowych. Leczono tu choroby układu nerwowego, ruchowego oraz skóry. Uzdrowisko zostało zniszczone podczas II wojny światowej. Pod koniec XX w. czyniono próby reaktywowania działalności uzdrowiskowej. Woda pochodziła pierwotnie z pięciu źródeł: dwóch w Nieborowie Małym, dwóch w Nieborowie Zapadach oraz jednego w Nieborowie Wielkim. Ostatnie z wymienionych źródeł przestało istnieć wskutek osunięcia zbocza i zasypania. Źródła wyprowadzają wody siarczkowe typu HCO_3-Cl-Na-Ca i typu Cl-HCO_3-Na-(Ca). Mineralizacja wód waha się w granicy 1-3 g/dm^3. Temperatura wód wynosi od 10 do 17°C. Zasoby eksploatacyjne obliczone dla wszystkich źródeł wynoszą 1,26 m^3/h (Sokołowski, 1981). Obecnie jedno z wymienionych źródeł stanowi punkt poboru wody dla mieszkańców. Rejon Nieborowa jest obszarem perspektywicznym dla pozyskaniu wód leczniczych siarczkowych.

Rabe-Bystre

Rabe to wieś w województwie podkarpackim, powiecie leskim, gminie Baligród. Miejscowość jest położona w Bieszczadach Zachodnich wzdłuż Rabiańskiego Potoku, w odległości około 35 km na południe od Sanoka. W 1966 r. w miejscowości Rabe wykonano otwór Rabe 1 o głębokości 70 m i ujęto nim szczawy typu HCO_3-Cl-Na o mineralizacji 3-5 g/dm^3 i temperaturze około 10°C. Zasoby eksploatacyjne ujęcia wynoszą 6 m^3/h (Poprawa, 1970). Obecnie jest to punkt czerpalny dla mieszkańców i turystów.

Rudawka Rymanowska

Rudawka Rymanowska to wieś w województwie podkarpackim, powiecie krośnieńskim, gminie Rymanów. W 1951 r. na terenie osady wykonano otwór Rudawka Rymanowska 11 osiągający głębokość 802,9 m. Ujęto nim wody typu Cl-(HCO_3)-Na, I oraz HCO_3-Cl-Na, I o mineralizacji 19-30 g/dm^3. Otwór został zlikwidowany. W 1982 r. wykonano otwór Rudawka Rymanowska IG-1 o głębokości 1010 m. Ujęto nim poziom wodonośny występujący w piaskowcach z wkładkami iłowców wieku eoceńskiego. W przedziale głębokości 736,0-1010,0 m wystąpiły wody typu Cl-Na, I o mineralizacji ok. 29 g/dm^3. Wydajność eksploatacyjna ujęcia wynosi 0,72 m^3/h (Poprawa, Wykowski, 1984). Według danych na rok 2016 otwór nie jest zagospodarowany. Rejon Rudawki Rymanowskiej jest obszarem perspektywicznym dla poszukiwania wody leczniczej o podwyższonej mineralizacji, jednak należy wziąć pod uwagę konieczność odwiercenia otworów o głębokości około 1000 m.

Słonne

Słonne to wieś o charakterze turystycznym w województwie podkarpackim, powiecie przemyskim, gminie Dubiecko, położona około 5,5 km na południowy wschód od Dubiecka. Pierwsze wzmianki o występowaniu słonych wód w miejscowości Słonne pojawiają się w Słowniku Geograficznym Królestwa Polskiego i innych krajów słowiańskich z 1889 r. (Chlebowski, Walewski, 1889). Z początkiem lat 50. XX w. rozpoczęły się prace zmierzające do rozpoznania struktur geologicznych w rejonie Słonnego. Przy okazji prac wiertniczych, w rejonie Słonnego udokumentowano liczne wystąpienia solanek.

W otworach Słonne 1 oraz Słonne 2 natrafiono na solanki typu Cl-Na, I o mineralizacji 75-78 g/dm^3. Podobny skład chemiczny, jednak znacznie niższą mineralizację (ok. 36 g/dm^3), posiadały wody rozpoznane w otworze Słonne 3 (dane z kart otworów, NAG Warszawa). W Otworze Słonne 10 w różnych interwałach głębokości stwierdzono kilka dopływów solanki typu Cl-Na o mineralizacji 64-72 g/dm^3. Największy przypływ dochodził do 12 m^3/h, najmniejszy nie przekraczał 0,6 m^3/h. W otworach Słonne 11 oraz Słonne 12 uzyskano samowypływ solanek typu Cl-Na, I o mineralizacji około 60-76 g/dm^3. Szacunkowe wielkości przypływu solanki w otworze Słonne 11 oraz Słonne 12 wynoszą odpowiednio około 3,6 m^3/h oraz około 23 m^3/h (Szyszkowska, Dziwik, 1967, 1971; Plezia, Fudali, 1991). Wobec powyższego należy wnioskować, że rejon Słonnego jest obszarem perspektywicznym dla zagospodarowania wód leczniczych, solanek.

Sól

Sól to malowniczo położona wieś w województwie śląskim, powiecie żywieckim, gminie Rajcza. W 1949 r. wykonano otwór Sól 2 o głębokości 341 m. Na głębokości 241 m, w obrębie piaskowców i łupków paleogenu uzyskano samowypływ solanki typu Cl-Na, I o mineralizacji 42 g/dm^3. Woda wypływała wówczas w ilości 60 m^3/h. Wydajność eksploatacyjną ustalono w wysokości 18 m^3/h. Otwór został zlikwidowany. W 1951 r. wykonano otwór Sól 3 o głębokości 775,3 m. Na głębokości 561 m uzyskano samowypływ solanki typu Cl-Na, I w ilości 30 m^3/h. Mineralizacja wód wynosiła blisko 44 g/dm^3. Otwór Sól 3 nie jest obecnie zagospodarowany (Ziemba, 1970). Otwór Sól 8 wykonany został w 1994 r. do głębokości 2000 m. W przedziale głębokości 730,0-747,0 m oraz 1065-1080 m (odpowiednio: paleogeńskie piaskowce kwarcowe z wkładkami mułowców oraz mułowce z wkładkami piaskowców) uzyskano przypływ solanki typu Cl-Na, Fe, I o mineralizacji ok. 46 g/dm^3. Otwór został zlikwidowany (Florek i in., 1995).

Straszydle

Straszydle to wieś położona w województwie podkarpackim, powiecie rzeszowskim, gminie Lubenia, około 15 km na południe od Rzeszowa. W samej wsi oraz jej rejonie znane są wystąpienia wód leczniczych, siarczkowych oraz źródeł wód chlorkowych. W Straszydlu wypływa źródło wód siarczkowych o nazwie „Bohun". Woda z wypływu była niegdyś wykorzystywana przez okolicznych mieszkańców oraz kuracjuszy do kąpieli leczniczych. Istniały tu nawet niewielkie łazienki, jednak w latach 90. ubiegłego wieku uległy zupełnej dewastacji (Szypuła, 1995; Sokołowski, 2007). Źródła wód siarczkowych drenują kompleks margli dynowskich warstw menilitowych datowanych na oligocen.

Według badań archiwalnych wody ze źródła „Bohun" to wody siarczkowe typy HCO_3-Ca-Na (Rajchel, 2000; 2004). Są to wody swoiste o mineralizacji 0,7 g/dm^3, zawierające siarkowodór w stężeniu ok. 20 mg/dm^3. Badania wody ze źródła „Bohun", wykonane w 2016 r. (Sokołowski i in., 2018a) wykazały, że na przestrzeni lat charakter chemiczny wód uległ zmianie. Obecnie jest to woda typu HCO_3-Ca o mineralizacji 0,6 g/dm^3, niezawierająca żadnych składników swoistych w stężeniach farmakologicznie czynnych. W czasie opróbowania źródła zawartość siarki dwuwartościowej nie przekraczała 0,2 mg/dm^3. Temperatura wody w źródle wynosi 10°C. W pobliskiej Lubeni także znajduje się naturalny wypływ wód siarczkowych – źródło Nadzieja. Drenuje ono stropową część warstw inoceramowych wykształconych w postaci piaskowców i łupków. Woda ze źródła została opisana jako woda swoista typu HCO_3-Ca-Na o mineralizacji 0,9 mg/dm^3

i zawartości siarki dwuwartościowej w ilości ok. 5 mg/dm^3 (Rajchel, 2000). Od tamtej pory, podstawowy skład chemiczny oraz mineralizacja wody ze źródła nie uległy znaczącym zmianom. Badania wykonane w 2016 r. wykazały jednak brak siarki dwuwartościowej w stężeniu farmakologicznie czynnym (Sokołowski i in., 2018b). Mimo to, ze względu na wyniki poprzednich badań, w których stwierdzono zawartość siarkowodoru w wodzie powyżej 1 mg/dm^3, obszar ten uważa się za perspektywiczny dla zagospodarowania wód leczniczych.

Wierchomla Wielka

Wierchomla Wielka to malowniczo położona wieś w województwie małopolskim, powiecie nowosądeckim, gminie Piwniczna-Zdrój. W 1971 r. w wyniku przeprowadzonych badań udokumentowano zasoby 4 źródeł (nr 3, 4, 6 i 8) z przeznaczeniem do wykorzystania w balneoterapii. Wody wypływające ze źródeł nr 3 i 6 to szczawy typu HCO_3-Ca-Mg, Fe. Wypływ nr 4 wyprowadza wody kwasowęglowe typu HCO_3-Cl-Na, Fe, S, natomiast ze źródła nr 8 wypływają wody pozbawione dwutlenku węgla typu HCO_3-Ca-Mg, S. Źródła zostały ujęte obudowami i służą jako punkty czerpalne. Łączne zasoby eksploatacyjne źródeł wynoszą 0,32 m^3/h (Księżopolski, 1971). Ponadto w 2002 r. w rejonie źródeł wykonano trzy otwory wiertnicze: W-1, W-2 i W-3. Z otworu W-1 uzyskano szczawę typu HCO_3-Ca-Mg, Fe o mineralizacji 4,3 g/dm^3. Temperatura ujętych wód wahała się od 10,3 do 10,8°C. Podobny typ wód ujęto w otworze W-2. Są to szczawy typu HCO_3-Ca-Mg o mineralizacji 3,4 g/dm^{3}i temperaturze w przedziale 10,2-10,6°C. Z kolei w otworze W-3 udokumentowano szczawy typu HCO_3-Ca-Na-Mg o mineralizacji poniżej 1 g/dm^3 i temperaturze 10,1-10,7°C. Łączne zasoby eksploatacyjne ujęcia wynoszą 4,35 m^3/h. Nie stwierdzono współdziałania pomiędzy poszczególnymi otworami, ani ich wpływu na pobliskie źródła (Bielec, 2019). Dotychczas nie rozpoczęto eksploatacji ujęcia. Jego właścicielem jest osoba prywatna.

Wiślica

Wiślica to miasto w województwie świętokrzyskim, powiecie buskim, gminie Wiślica, położone około 15 km na południowy zachód od Buska-Zdroju. Jest to rejon z licznymi wystąpieniami wód leczniczych, m.in. w Aleksandrowie, Skorocicach, Wiśniówkach i Szczerbakowie. Woda z dawnego szybu w Szczerbakowie określona została jako solanka typu Cl-Na, I, F o mineralizacji około 46-61 g/dm^3. Wartość odczynu w skali pH wynosi od 6,4 do 7,8 (Herman, Gągol, 2000; Różkowski i in., 2011; Sokołowski i in.,

2011; Chowaniec i in., 2015; Lipiec, 2015). Woda zawiera składniki swoiste w postaci jodków (16-31 mg/dm^3) i fluorków (około 3 mg/dm^3) (Sokołowski i in., 2011; Chowaniec i in., 2015). Woda ze źródła „W Jaskini" to woda typu SO_4-Ca o mineralizacji około 2-3 g/dm^3. Temperatura wody waha się od 11 do około 15°C. Woda nie zawiera składników swoistych w stężeniach farmakologicznie czynnych (Różkowski i in., 2011; Chowaniec i in., 2015; Sokołowski i in., 2018c). Przybliżoną wydajność źródła oszacowano w wysokości 0,7 l/min. W samej Wiślicy znajduje się odnowiona studnia kopana, którą ujęto wody typu SO_4-Ca o mineralizacji około 3 g/dm^3. W związku z opisanymi wyżej wystąpieniami wód leczniczych, można przypuszczać, że okolice Wiślicy są obszarem perspektywicznym dla zagospodarowania wód typu SO_4-Ca o mineralizacji około 1-3 g/dm^3. Wody te mogą zawierać siarkowodór w stężeniach farmakologicznie czynnych. Często w wodach tych można wyczuć charakterystyczny zapach siarkowodoru.

4.1. KROSNO

4.1.1. Wstęp

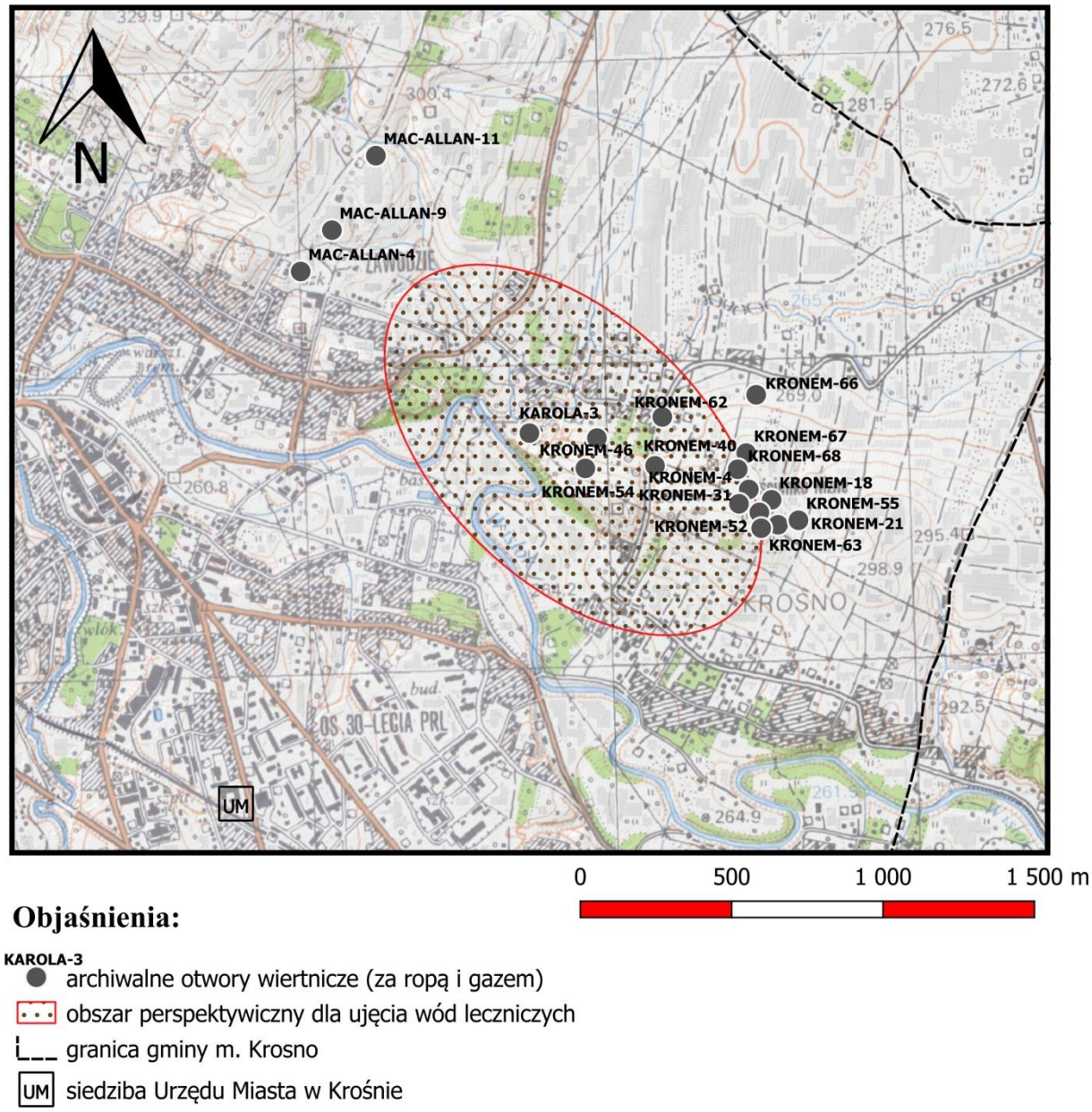
Rejon Krosna jest obszarem perspektywicznym dla pozyskaniu wód leczniczych o wysokiej mineralizacji, typu: chlorkowo-sodowego (Cl-Na), chlorkowo-wodorowęglanowo-sodowego (Cl-HCO_3-Na) lub wodorowęglanowo-chlorkowo-sodowego (HCO_3-Cl-Na). W celu rozpoznania warunków geologiczno-złożowych występowania wód leczniczych w rejonie wyeksploatowanych złóż ropy naftowej i gazu ziemnego na terenie miasta Krosna pod kątem ich wydobycia i zagospodarowania, przewiduje się wykonanie jednego otworu poszukiwawczo-rozpoznawczego o głębokości 900 m. Przewidywana wydajność ujęcia wód leczniczych to 2,0-3,0 m^3/h.

4.1.2. Charakterystyka obszaru perspektywicznego dla ujęcia wód leczniczych

Położenie administracyjne

Obszar perspektywiczny dla ujęcia wód leczniczych wyznaczony został w mieście Krosno. Administracyjnie obszar badań usytuowany jest w województwie podkarpackim, w powiecie m. Krosno, w gminie m. Krosno.

Na ryc. 4.1.1, 4.1.2, 4.1.3, 4.1.5, 4.1.6. pokazano rejon perspektywiczny dla poszukiwania wód leczniczych. Ewentualna lokalizacja otworu poszukiwawczo-rozpoznawczego w tym rejonie zaakceptowana została przez prezydenta miasta Krosno. Omawiany teren znajduje się w obrębie arkusza nr 1023 (Krosno) mapy topograficznej Polski w skali 1:50 000.



Ryc. 4.1.1. Lokalizacja archiwalnych otworów wiertniczych oraz obszaru perspektywicznego dla ujęcia wód leczniczych na tle mapy topograficznej rejonu Krosna w skali 1:50 000

Położenie fizyczno-geograficzne

Pod względem fizycznogeograficznym omawiany obszar znajduje się w obrębie Kotliny Jasielsko-Krośnieńskiej (513.67), zwanej również Dołami Jasielsko-Sanockimi, będącej z kolei częścią Pogórza Środkowo Beskidzkiego (513.6; Kondracki, 2009). Kotlina Jasielsko-Krośnieńska to wydłużone równoleżnikowo obniżenie śródgórskie ograniczone od południa i wschodu Pogórzem Bukowskim, natomiast od północy Pogórzem Dynowskim – Pasmo Odrzykońskie z kulminacjami Królewskiej Góry (534 m n.p.m.) i Suchej Góry

(585 m n.p.m.). Powstałe w centralnym synklinorium karpackim obniżenie wypełnione jest podatnymi na procesy wietrzenia warstwami krośnieńskimi.

Hydrografia terenu objętego badaniami

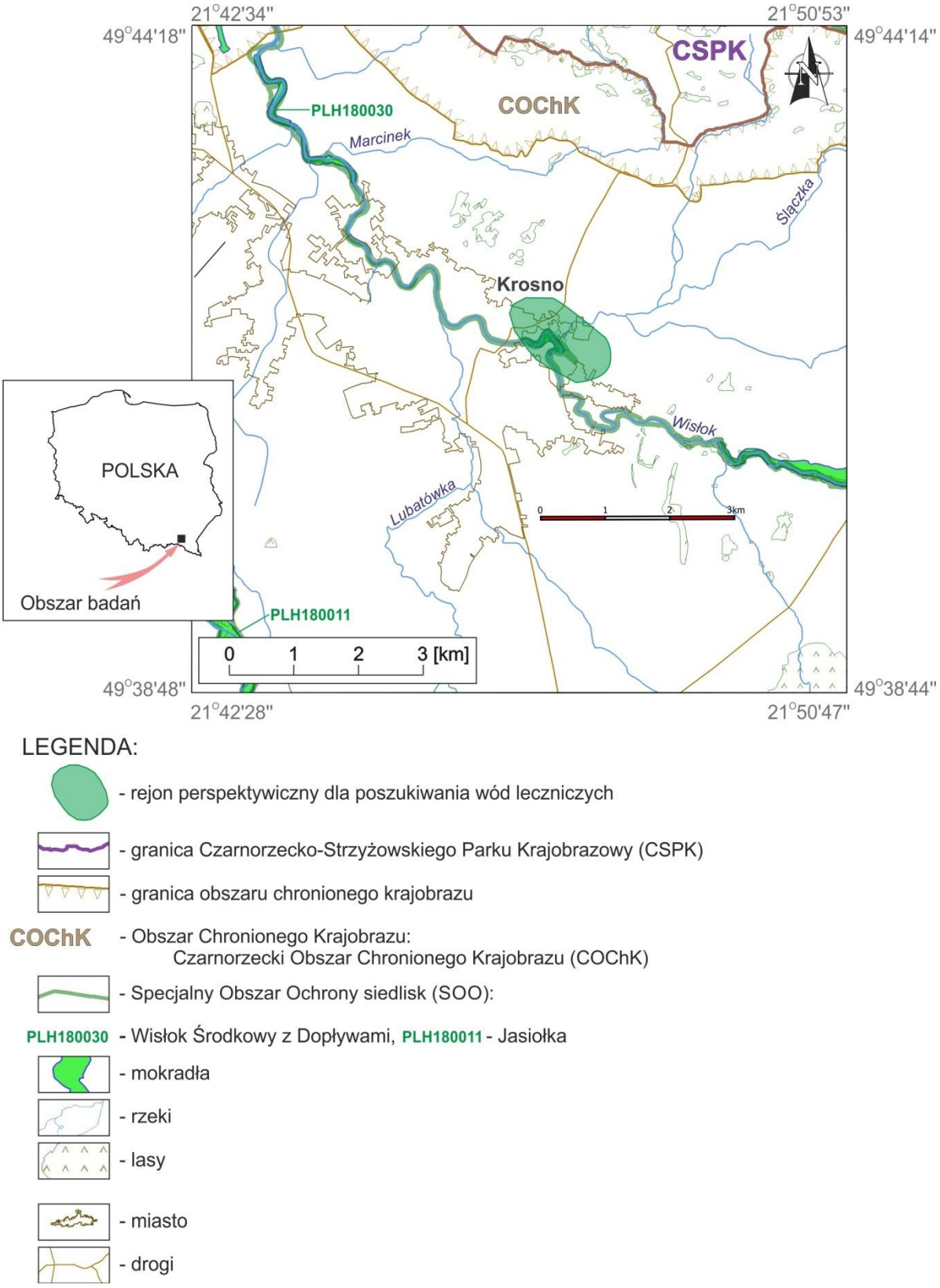
Obszar badań położony jest w obrębie zlewni Wisłoka będącego lewobocznym dopływem Sanu. Rzeka Wisłok jest dominującym elementem sieci hydrograficznej okolic Krosna. Przepływa przez północną część miasta i ma generalny przebieg z południowego wschodu na północny zachód. Rzeka Wisłok charakteryzuje się deszczowo-śnieżno-gruntowym sposobem zasilania z maksymalnym odpływem w miesiącach wiosennych i letnich. W obrębie Dołów Jasielsko-Sanockich Wisłok traci swój górski charakter. W rejonie Krosna Wisłok zasilany jest przez niewielkie, częściowo uregulowane cieki powierzchniowe, z których największym jest Lubatówka i jej dopływ Olszyny.

Klimat

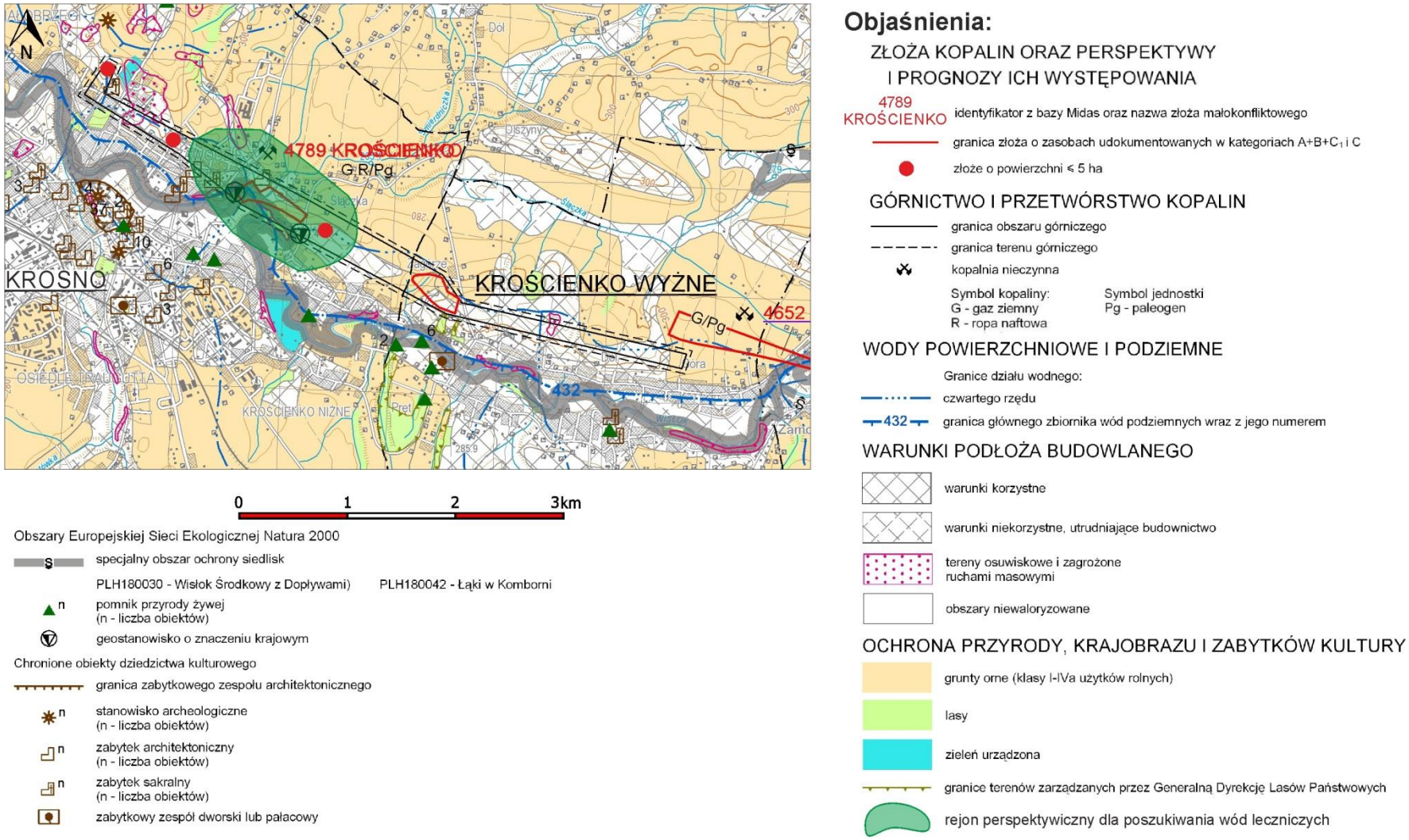
Analizowany teren znajduje się w zasięgu strefy klimatycznej pogórza karpackiego. Średnia roczna temperatura w mieście Krosno wynosi około 7,0°C, przy wahaniach absolutnych od -25 do +30°C. Pokrywa śnieżna zalega przez ponad 100 dni. Średnia roczna suma opadów atmosferycznych z wielolecia 1956-1980 wynosi około 750 mm. Na półrocze zimowe (miesiące: XI-IV) przypada od 30 do 38% sumy rocznej, natomiast na półrocze letnie (miesiące: V-X) od 62 do 70%. Miesiące najuboższe w opady to styczeń, luty i marzec, natomiast najbardziej zasobne to czerwiec, lipiec i sierpień (Lorenc, red., 2005).

4.1.3. Stan środowiska w rejonie badań

Wyznaczony obszar perspektywiczny znajduje się poza obszarami chronionego krajobrazu, parków krajobrazowych i rezerwatów. W rejonie badań znajduje się natomiast obszar Natura 2000 nr PLH 180030 – Wisłok Środkowy z Dopływami (Natura, 2000) – ryc. 4.1.2.



Ryc. 4.1.2. Lokalizacja obszaru perspektywicznego dla ujęcia wód leczniczych na tle obszarów chronionych



Ryc. 4.1.3. Lokalizacja obszaru perspektywicznego dla ujęcia wód leczniczych na tle fragmentu Mapy geośrodowiskowej Polski w skali 1:50 000, ark. Krosno (1023) (Formowicz, Grędysa, 2016c)

Wisłok Środkowy z dopływami (PLH 180030)

Obszar jest ostoją wielu cennych z przyrodniczego punktu widzenia gatunków ryb. Stwierdzono tu ponad 30 gatunków ryb, w tym dziesięć gatunków objętych ochroną gatunkową: minóg strumieniowy, kiełb Kesslera, kiełb białopłetwy, piekielnica, różanka, głowacz białopłetwy, głowacz pręgopłetwy, koza, śliz, piskorz. Z ryb wymienionych w Załączniku II Dyrektywy Rady 92/43/EWG w rzekach ostoi "Wisłok środkowy z dopływami" występują (lub występowanie jest bardzo prawdopodobne) następujące: minóg strumieniowy, kiełb białopłetwy, kiełb Kesslera, boleń, brzanka, głowacz białopłetwy, różanka, koza, piskorz. Ponadto Wisłok jest jedną z ważniejszych rzek przewidzianych do restytucji łososia, troci wędrownej i certy. W Wisłoku w ostoi "Wisłok środkowy z dopływami" brzanka zaliczona została do gatunków rzadkich, występuje dość licznie na odcinku do Krosna. Obszar ten stanowi także dużą, izolowaną ostoję gatunków łąk zmienno-wilgotnych. Przedmiotowa inwestycja nie stanowi zagrożenia dla gatunków oraz siedlisk chronionych priorytetowych dla obszaru chronionego.

W odległości około 3 km na północ od terenu badań przebiega południowa granica Czarnorzeckiego Obszaru Chronionego Krajobrazu (ryc. 4.1.2, 4.1.3).

4.1.4. Uzasadnienie lokalizacji i głębokości wiercenia

W ramach realizacji niniejszego opracowania w rejonie Krosna wyznaczono obszar perspektywiczny dla poszukiwania wód leczniczych. Wykonanie otworu poszukiwawczo-rozpoznawczego w tym rejonie zaakceptowane zostało przez prezydenta miasta Krosno.

Blok „Kronem” nie jest dobrze rozpoznany hydrogeologicznie pod kątem występowania i parametrów hydrogeologicznych poziomów wodonośnych wód leczniczych. W oparciu o archiwalne wyniki badań, które były prowadzone podczas wierceń otworów mających na celu eksploatację węglowodorów w rejonie bloku „Kronem”, należy spodziewać się występowania wód leczniczych w obrębie I i II piaskowca ciężkowickiego. Lokalizacja otworu w południowo-zachodnim skrzydle antykliny Potoka powoduje, że nawiercenie I piaskowca ciężkowickiego nastąpi prawdopodobnie na głębokości około 600 m p.p.t., a II piaskowca ciężkowickiego na głębokości około 800 m p.p.t.

W związku z powyższym należy odwiercić hydrogeologiczny otwór poszukiwawczo-rozpoznawczy o głębokości około 900 m. Przewidywana głębokość otworu uwarunkowana jest budową geologiczną i tektoniką oraz warunkami hydrogeologicznymi wschodniej części antykliny Potoka (rejon Kopalni Turaszówka, blok „Kronem”).

Szczegółowa lokalizacja otworu jego konstrukcja oraz głębokość określona zostanie w projekcie robót geologicznych. Przy wyborze miejsca wykonania otworu należy wziąć pod uwagę następujące przesłanki:

- budowę geologiczną i warunki hydrogeologiczne,
- ukształtowanie terenu warunkujące możliwość prowadzenia prac wiertniczych a później łatwe doprowadzenie wody do miejsca docelowego,
- możliwość dojazdu urządzenia wiertniczego,
- zagospodarowanie działki.

Wyniki wiercenia pozwolą na dokładniejsze rozpoznanie złoża wód leczniczych oraz ocenę parametrów hydrogeologicznych w obrębie antykliny Potoka.

4.1.5. Budowa geologiczna

Stratygrafia i litologia

Krosno i jego okolice położone są w obrębie zewnętrznych Karpat fliszowych. Zewnętrzne Karpaty fliszowe zbudowane są ze skał osadowych powstałych w zbiorniku geosynklinalnym. Zróżnicowanie litologiczne osadów paleogeńsko-kredowych oraz styl zaburzeń pozwalają na wyróżnienie w Karpatach zewnętrznych kilku jednostek tektoniczno-facjalnych. Na terenie miasta Krosno występuje jedynie jednostka śląska (Jankowski, 2005; Żytko, 1999). Budowę geologiczną rejonu Krosna przedstawiono na rycinie 4.1.4 i 4.1.5.

Jednostkę śląską reprezentują znacznej miąższości kredowo-paleogeńskie utwory piaskowcowo-łupkowe. Reprezentują one pełny profil stratygraficzny począwszy od górnej kredy (warstwy istebniańskie) po oligocen (warstwy krośnieńskie).

Warstwy istebniańskie (czarnorzeckie) w rejonie Krosna stwierdzone zostały w antyklinie Potoka jedynie w profilach otworów wiertniczych. Wykształcone są jako szare łupki ilaste i mułowcowe z wyraźną laminacją. W obrębie łupków obserwuje się cienkie warstwy piaskowców drobnoziarnistych, silnie skrzemionkowanych. Wiek tych warstw określono na senon-paleocen. Powyżej serii łupkowej w profilu obserwuje się serię piaskowcowo-zlepieńcowatą. Rozpoczyna się ona piaskowcami gruboławicowymi i gruboziarnistymi z soczewkami zlepieńców. Miąższość ławic piaskowcowych jest zmienna i waha się w granicach 1-3 m, lokalnie może przekraczać 5 m. Ławice piaskowców przedzielone są cienkimi wkładkami rozsypliwych łupków mułowcowych o miąższości od 10 do 30 cm. Łupki górne z wkładkami piaskowców cienkoławicowych i syderytów kończą profil warstw istebniańskich. Łupki są bardzo zróżnicowane zarówno pod względem

barwy, jak i twardości oraz stopnia piaszczystości. Charakteryzują się one rdzawymi przebarwieniami i występowaniem syderytów. Wkładki piaskowców w obrębie łupków górnych są nieliczne o miąższości rzadko przekraczającej 10 cm. Są one wieku paleocońskiego.

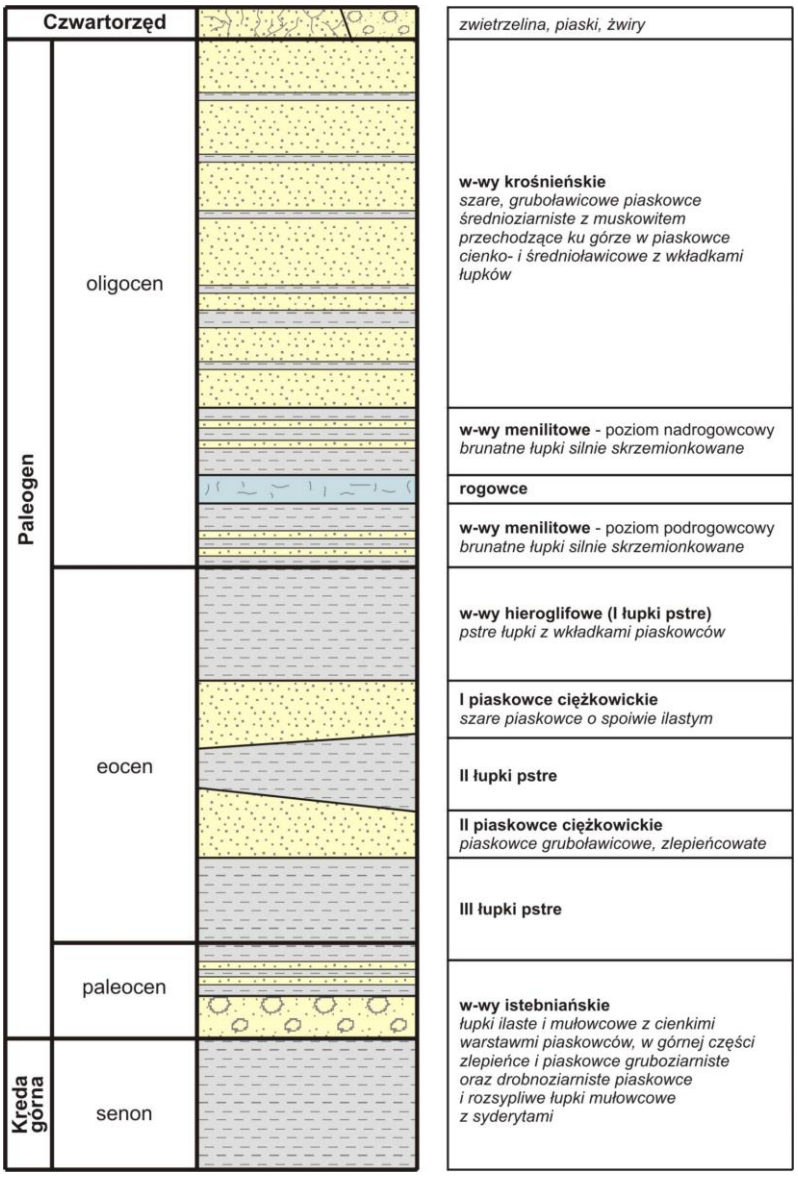
Powyżej warstw istebniańskich występują paleoceńsko-eoceńskie łupki pstre o zmiennej miąższości od 10 do 40 m. Wydzielenie to często nazywane jest w materiałach archiwalnych jako III łupki pstre (Baniak, Jurkiewicz, 1955). Bezpośrednio na łupkach pstrych zalegają piaskowce ciężkowickie, które w rejonie antykliny Potoka (północna część Gminy Krosno) występują jako dwa poziomy piaskowcowe, rozdzielone pstrymi łupkami o zróżnicowanej miąższości. Na południe od antykliny Potoka piaskowce ciężkowickie zanikają, tak w odsłonięciach powierzchniowych jak i w profilach otworów wiertniczych. W rejonie Krosna (antyklina Potoka) powyżej III łupków pstrych rozwijają się dwa poziomy piaskowca ciężkowickiego (II i I piaskowiec ciężkowicki) rozdzielone zmiennej miąższości łupkami pstrymi (II łupki pstre). Piaskowce ciężkowickie wykształcone są jako gruboławicowe, gruboziarniste, zlepieńcowate, lokalnie mogą być również drobno i średnioziarniste. Głównym materiałem budującym piaskowce ciężkowickie jest kwarc, a ich spoiwo ma charakter ilasty. Barwa piaskowców jest jasna z charakterystycznymi smugami. Ławice piaskowców przedzielone są szarymi i szarozielonymi, zlustrowanymi łupkami mikowymi. Miąższość II piaskowca ciężkowickiego jest zmienna i waha się od kilku do 100 m, w rejonie Krosna (Turaszówka) jego miąższość nie przekracza 20 m. Na powierzchni terenu nie stwierdzono wychodni II piaskowca ciężkowickiego. Ponad II piaskowcem ciężkowickim występują łupki pstre (II łupki pstre). Są to łupki barwy czerwonej, zielonej i szarej z wkładkami piaskowców o niewielkiej miąższości. Miąższość tego kompleksu jest dość zmienna i wzrasta w kierunku wschodnim od około 60 m do 90 m. Łupki pstre przechodzą stopniowo w I piaskowiec ciężkowicki. W rejonie Krosna I piaskowiec ciężkowicki posiada zróżnicowaną miąższość i waha się od 20 (blok Mac Allan) do ponad 100 m (Turaszówka). Jest to piaskowiec barwy szarej i szaro-zielonej o spoiwie ilastym, rzadziej krzemionkowym. Wychodnie I piaskowca ciężkowickiego znajdują się w jądrze antykliny Potoka w północnej części gminy Krosno. Cały kompleks warstw ciężkowickich (od III łupków pstrych po I piaskowiec ciężkowicki) jest wieku eoceńskiego. Powyżej I piaskowca ciężkowickiego zalegają warstwy hieroglifowe (I łupki pstre). Posiadają one barwę szarą, szaro-zieloną, zieloną i czerwoną, a ich miąższość jest trudna do ustalenia. Wynika to z faktu ich dużego zaangażowania tektonicznego. Na ogół warstwy hieroglifowe są podobnie wykształcone pod względem petrograficznym

i facjalnym jak II i III łupki pstre, jednak posiadają one więcej wkładek piaskowców z hieroglifami. Najmłodszym ogniwem na obszarze antykliny Potoka są oligoceńskie warstwy menilitowe. Występują one po obu stronach antykliny. Wykształcone są w postaci brunatnych, silnie skrzemionkowanych łupków. Sporadycznie spotyka się miąższe wkładki piaskowców. Często w obrębie warstw menilitowych spotyka się fragmenty ryb, ich łuski i zęby. Na obszarze antykliny Potoka warstwy menilitowe są dwudzielne. Dzielą się one na poziom nadrogowcowy i podrogowcowy. Rogowce są cienko laminowe o barwie żółtawej, brązowej i czarnej. Miąższość serii rogowcowej wynosi około 10-20 m.

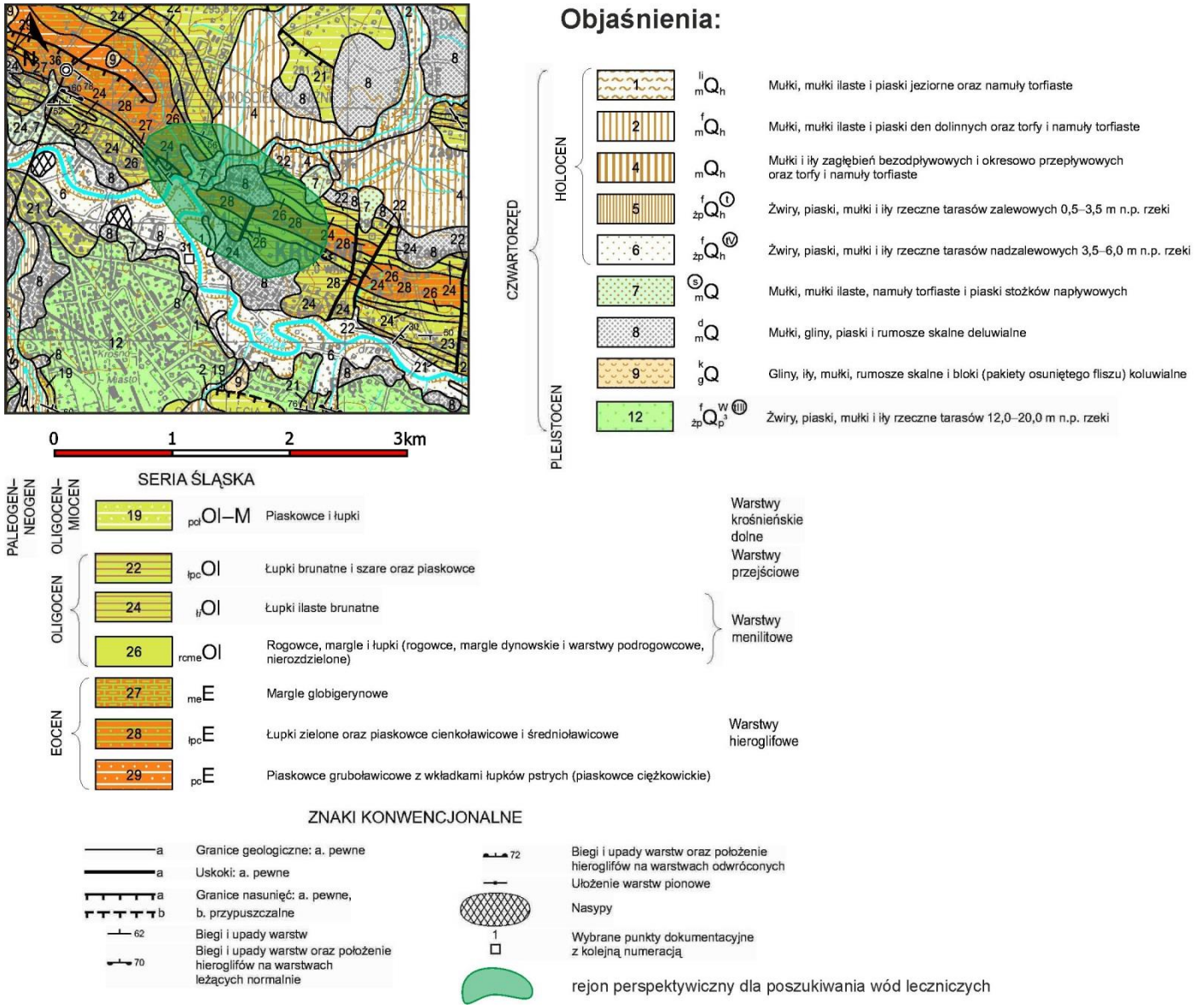
Najbardziej rozpowszechnionymi osadami fliszowymi w rejonie Krosna są warstwy krośnieńskie (Jankowski, 2005). Są to najmłodsze utwory fliszowe wieku oligoceńskiego w tym rejonie. Dzielą się na ogniwo piaskowcowo-łupkowe i piaskowcowe. Sedymentację warstw krośnieńskich rozpoczynają gruboławicowe piaskowce średnioziarniste o barwie szarej z dużą ilością muskowitu. Miąższość tego kompleksu jest duża i waha się od 600 do ponad 800 m. Profil warstw krośnieńskich w omawianym rejonie kończą piaskowce cienko- i średnioławicowe z wkładkami łupków.

Na obszarze Gminy Krosno utwory fliszowe Karpat zewnętrznych pokryte są osadami czwartorzędowymi. Są one wykształcone w postaci pokrywy zwietrzelinowej, której miąższość nie przekracza kilku metrów. W obrębie doliny Wisłoka czwartorzędowe osady reprezentowane są przez utwory aluwialne (piaski i żwiry często zaglinione). Ich miąższość nie przekracza na ogół 5 m.

Schematyczny profil litostratygraficzny w rejonie Krosna przedstawiono na ryc. 4.1.4.



Ryc. 4.1.4. Schematyczny profil litostratygraficzny w rejonie Krosna



Ryc. 4.1.5. Lokalizacja obszaru perspektywicznego dla ujęcia wód leczniczych na tle fragmentu Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski w skali 1:50 000, ark. Krosno (1023) (Piotrowska, Wasiluk, 2009)

Tektonika

Pod względem budowy tektonicznej obszar gminy Krosno jest bardzo skomplikowany. W północnej części obszaru badań dominującym elementem jest antyklina Potoka, która stanowi jeden z większych fałdów centralnej depresji karpackiej na obszarze jednostki śląskiej. Jej oś przebiega na kierunku SE–NW (Jankowski, 2005). W morfologii zaznacza się łagodnym pasmem wzgórz. Struktura ta rozciąga się na przestrzeni około 40 km od Jasła na zachodzie poprzez Roztoki, Jaszczew, Potok, Turaszówkę, Białobrzegi, Krosno, Krościenko, Trześniów, aż po Buków na wschodzie, gdzie zanurza się pod warstwy krośnieńskie. Antyklina Potoka jest wąskim elementem tektonicznym przebiegającym zgodnie z kierunkiem głównych jednostek tektonicznych zewnętrznych Karpat fliszowych. Największa elewacja podłużnej osi fałdu przypada na rejon Turaszówki – Krosna, gdzie w rejonie Białobrzegów w jądrze antykliny odsłaniają się: I piaskowiec ciężkowicki i II łupki pstre. Struktura ta jest poprzecinana licznymi uskokami, prostopadłymi do jej osi i dzielącymi ją na szereg bloków. Uskoki mają charakter zrzutowo-przesuwczy. Występują również uskoki podłużne (równoległe do osi antykliny), które dodatkowo komplikują budowę tektoniczną tego obszaru. Północne skrzydło antykliny Potoka zapada po kątem około 15-20°, natomiast skrzydło południowe jest bardziej strome, a nachylenie warstw dochodzi do 30°. Na północ i na południe od antykliny Potoka występują piaskowcowo-łupkowe warstwy krośnieńskie wypełniające struktury synklinalne (ryc. 4.1.5).

4.1.6. Warunki hydrogeologiczne

Wody zwykłe

Pod względem hydrogeologicznym obszar Krosna znajduje się w regionie karpackim (nr XIV; Paczyński – red., 1993, 1995).

Na podstawie zebranych materiałów geologicznych i hydrogeologicznych na omawianym obszarze można wydzielić następujące piętra wodonośne (ryc. 4.1.6):

- czwartorzędowe,
- paleogeńsko-kredowe (fliszowe).

Największe znaczenie dla zaopatrzenia w wody zwykłe ma czwartorzędowe piętro wodonośne, które budują osady rzeczne doliny Wisłoka. Poziom wodonośny występujący w utworach tarasowych ma zasięg ograniczony. Warstwa wodonośna zbudowana jest z otoczaków, żwirów i piasków o różnej granulacji często zapylonych i zaglinionych. Warstwa wodonośna występująca najczęściej na głębokości do 5 m posiada słabą izolację od powierzchni w postaci glin i pyłów. Wydajności potencjalne studni wierconych wahają się od 2 do 5 m^3/h. Utwory czwartorzędowe zasilane są bezpośrednio poprzez infiltrację opadów atmosferycznych, w mniejszym stopniu z dopływu podziemnego z utworów starszego podłoża zasilanego na wychodniach usytuowanych powyżej dolin rzecznych. W obrębie dolin istnieje więź hydrauliczna wód powierzchniowych i podziemnych. Cieki powierzchniowe mają najczęściej charakter drenujący.

W rejonie Krosna, w utworach czwartorzędowych wydzielony został Główny Zbiornik Wód Podziemnych (GZWP) nr 432 Dolina rzeki Wisłok (Kleczkowski, red., 1990; Skrzypczyk, red., 2008; Karwacka i in., 2013; Mikołajków, Sadurski, red., 2017).

Fliszowe piętro wodonośne (paleogeńsko-kredowe) związane jest głównie z piaskowcami grubo- i średnioławicowymi warstw krośnieńskich dolnych jednostki śląskiej. Najbardziej zawodniona jest strefa przypowierzchniowa fliszu mocno zwietrzała i spękana. Tworzy ona nieciągły poziom wodonośny o zróżnicowanych własnościach hydrogeologicznych takich jak pojemność, czy przepuszczalność. Wody podziemne występują tu w ośrodku szczelinowo-porowym.

Dolna granica spękań umożliwiających aktywną wymianę wód w warstwach krośnieńskich centralnej depresji karpackiej dochodzi do głębokości 40-60 m. Przepuszczalność w piaskowcach krośnieńskich jest największa na wierzchowinach, a najmniejsza na stokach, pośrednia zaś w dnie doliny. Parametr ten zmienia się też

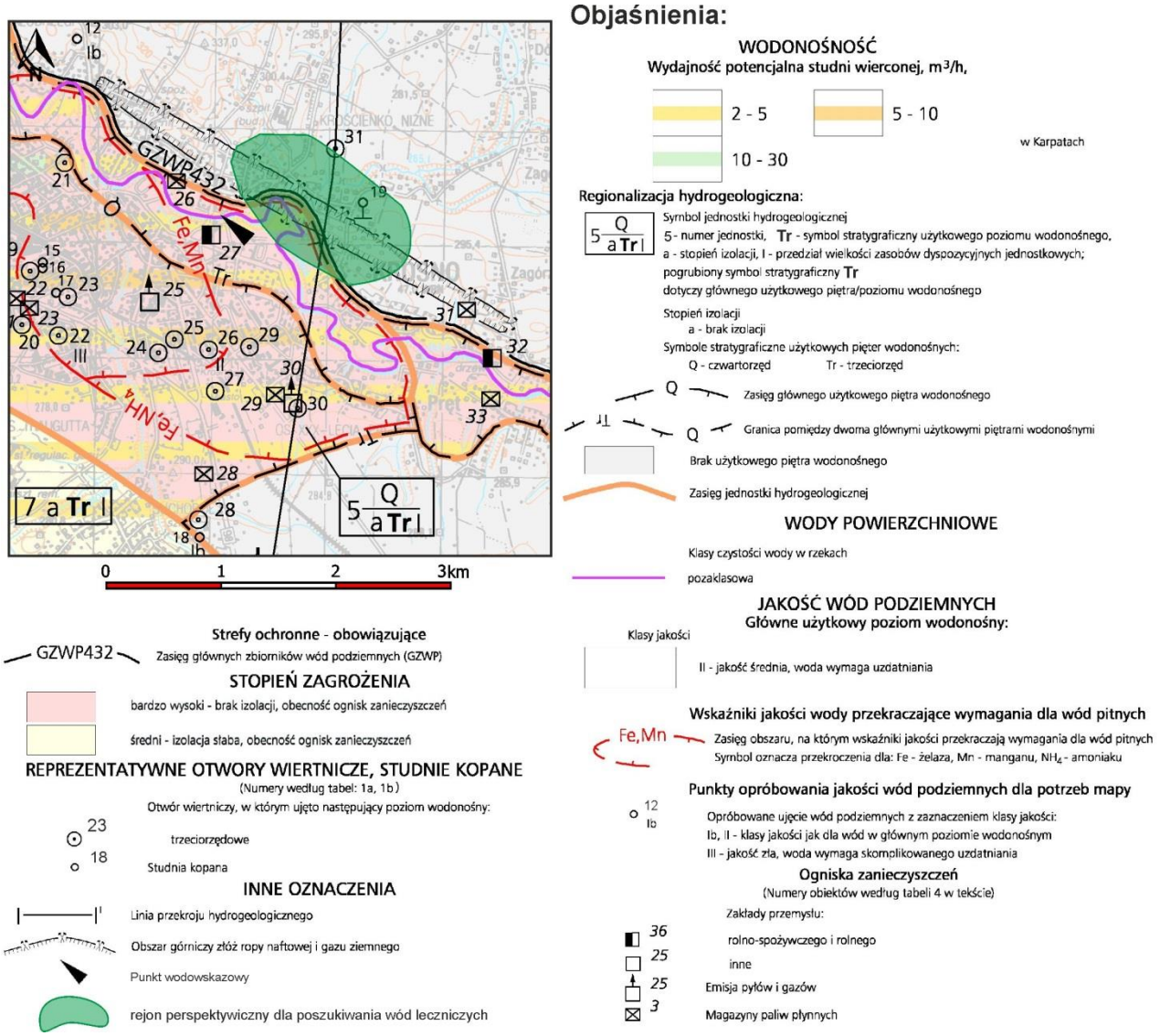
z głębokością – do 20 m przepuszczalność warstw krośnieńskich jest o około rząd wielkości wyższa niż w przedziale głębokości od 20-40 m (Chowaniec i in., 1983).

Zwierciadło wody występuje na różnych głębokościach. Nawiercone na głębokości do kilkunastu metrów jest swobodne lub słabo napięte, nawiercone głębiej jest na ogół napięte. Zwierciadło wody poziomu fliszowego wyraźnie reaguje na intensywność opadów atmosferycznych i wiosenne roztopy. Charakteryzuje się ono zróżnicowaną amplitudą rocznych wahań zależną od warunków lokalnych.

Głębokość występowania poziomów wodonośnych wód zwykłych w utworach fliszowych jest silnie zróżnicowana i wynosi od 0 (w przypadku źródeł) do 30 m (stwierdzona otworami studziennymi).

Poziom wodonośny w utworach fliszowych jest zasilany przez bezpośrednią infiltrację opadów atmosferycznych poprzez pokrywę zwietrzelinową, bezpośrednio na wychodniach oraz w strefach kontaktu poziomu fliszowego z czwartorzędowymi utworami rzecznymi.

Przepływ wód podziemnych odbywa się głównie w kierunku dolin rzecznych, stanowiących podstawę drenażu. Ukształtowanie morfologiczne terenu (głębokie wcięcia erozyjne potoków i rzek) powoduje silne zdrenowanie utworów fliszowych, co objawia się występowaniem licznych źródeł.



Ryc. 4.1.6. Lokalizacja obszaru perspektywicznego dla ujęcia wód leczniczych na tle fragmentu Mapy hydrogeologicznej Polski w skali 1:50 000, ark. Krosno (1023) (Krawczyk, 1998)

Wody lecznicze

Poniżej występowania horyzontu wód zwykłych w obrębie paleogeńsko-kredowego piętra wodonośnego występują wody lecznicze. Ich hydrodynamika jest słabo rozpoznana. Wydajność tego poziomu określona została w otworze Mac Allan 4 na 0,4 m^3/h przed przystąpieniem do produkcji wody mineralnej „Makalanka". Podobną wydajność uzyskano z otworu Mac Allan 11 z głębokości 627 m. Brak jest informacji na temat wydajności w pozostałych otworach Kopalni Krościenko. Wynika to z faktu, że podczas prowadzenia prac wiertniczych mających na celu udostępnienie złóż ropy naftowej i gazu ziemnego nie prowadzono szczegółowych badań hydrogeologicznych (Chowaniec i in., 2008).

4.1.7. Chemizm wód podziemnych

W rejonie Krosna jakość zwykłych wód podziemnych występujących w utworach czwartorzędowych i fliszowych jest dobra. Lokalnie występują wody z podwyższonymi zawartościami jonów żelaza, manganu i jonu amonowego (ryc. 4.1.6).

Ze względu na niewielką miąższość utworów izolujących i obecność licznych, potencjalnych ognisk zanieczyszczeń, stopień zagrożenia wód podziemnych czwartorzędowego poziomu wodonośnego jest bardzo wysoki. Wody poziomu fliszowego są w mniejszym stopniu narażone na zanieczyszczenia.

Pod względem chemicznym zwykłe wody podziemne rejonu Krosna są najczęściej typu HCO_3-Ca-Mg oraz HCO_3-SO_4-Ca-Mg, a ich mineralizacja nie przekracza z reguły 0,5 g/dm^3. Podstawowe parametry fizykochemiczne takie jak mineralizacja ogólna, zawartość jonów Cl, NO_3, SO_4, Fe i Mn mieszczą się na ogół w przedziale wartości normatywnych przewidzianych dla wód do picia i na potrzeby socjalno-bytowe.

Wody lecznicze towarzyszące złożom ropy naftowej i gazu ziemnego występują najczęściej w obrębie I i II piaskowca ciężkowickiego, sporadycznie w łupkach pstrych i warstwach istebniańskich. Są to wody reliktowe, zazwyczaj chlorkowo-sodowe (Cl-Na), chlorkowo-wodorowęglanowo-sodowe (Cl-HCO_3-Na) oraz wodoroweglanowo-chlorkowo-sodowe (HCO_3-Cl-Na). Bardzo często wody zawierają jod, rzadziej dwutlenek węgla (CO_2). Ich mineralizacja jest zróżnicowana i waha się w granicach od kilku g/dm^3 do ponad 40 g/dm^3. Wartości współczynnika hydrochemicznego sodowo-chlorkowego (rNa/rCl) wskazują na możliwość kontaktu tych wód z ropą naftową przy jednoczesnym utrudnionym kontakcie z wodami infiltracyjnymi (Pazdro, Kozerski, 1990). Takie warunki występowania wód podziemnych potwierdzają również wysokie wartości (nawet powyżej 50) współczynnika hydrochemicznego chlorkowo-wodorowęglanowego (rCl/rHCO_3).

W wodach tego typu zmiany składu chemicznego są spowodowane przeobrażeniem na skutek procesów chemicznych występujących w sąsiedztwie złóż ropy naftowej.

Przeważająca część wód leczniczych występujących w obrębie fliszowego piętra wodonośnego posiada mineralizację w przedziale pomiędzy 20 a 30 g/dm^3. Szczególnie dużą rozpiętość w wartości mineralizacji wód poszczególnych horyzontów wodonośnych obserwowano w stosunkowo blisko siebie zlokalizowanych otworach Mac Allan, w których mineralizacja wód wahała się od 1,82 g/dm^3 (Mac Allan 9) do 45,3 g/dm^3 (Mac Allan 11). W obu przypadkach próbki wody pochodziły z II piaskowca ciężkowickiego, jednak z różnych głębokości. Wody bardziej wysłodzone występują bliżej powierzchni terenu. Takie zróżnicowanie w mineralizacji wód podziemnych w obrębie jednego wydzielenia litostratygraficznego dowodzi, że system krążenia tych wód jest bardzo skomplikowany i uzależniony od wielu czynników (Chowaniec i in., 2008).

Należy nadmienić, iż wody lecznicze o zbliżonym typie wykorzystywane są w rejonie Rymanowa-Zdroju i Iwonicza-Zdroju, gdzie występują w obrębie podobnej do antykliny Potoka strukturze geologicznej zwanej antykliną Rudawki Rymanowskiej – Iwonicza-Zdroju (Chowaniec, 2003; Paczyński, Płochniewski, 1996). Wody te wykorzystywane są w lecznictwie uzdrowiskowym, a Iwonicz-Zdrój i Rymanów-Zdrój cieszą się dużym uznaniem kuracjuszy. W Lubatówce wody z tej struktury wykorzystywane są do produkcji słynnej soli iwonickiej.

4.2. KROŚCIENKO N/DUNAJCEM

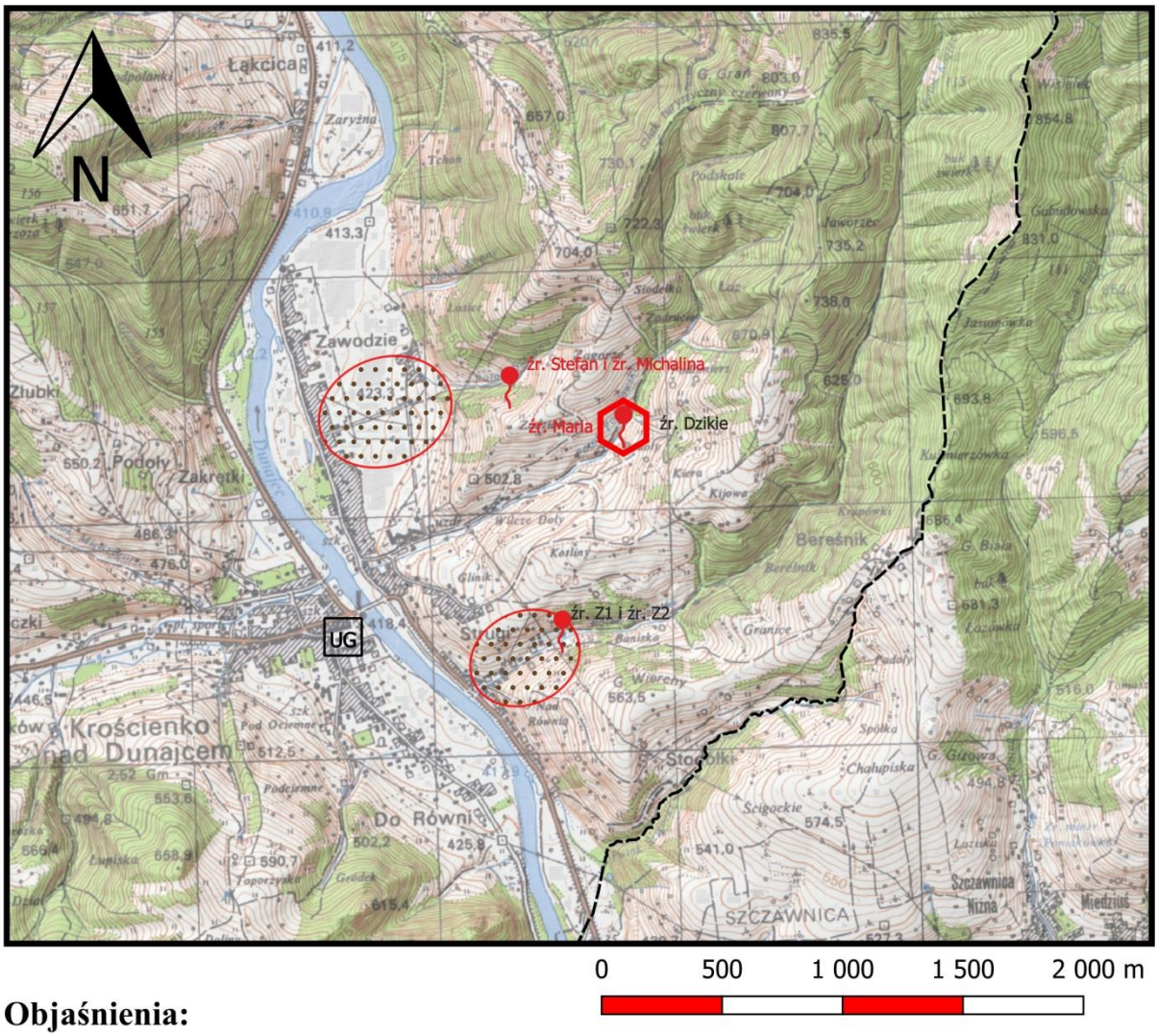
4.2.1. Wstęp

Rejon Krościenka nad Dunajcem jest obszarem perspektywicznym dla pozyskaniu wód leczniczych (szczaw wodorowęglanowo-chlorkowych). W celu rozpoznania warunków geologiczno-złożowych występowania wód leczniczych w rejonie Krościenka nad Dunajcem, pod kątem ich wydobycia i zagospodarowania, przewiduje się wykonanie jednego otworu poszukiwawczo-rozpoznawczego o głębokości do 150 m. Przewidywana wydajność ujęcia wód leczniczych to 2,0- 3,0 m^3/h.

4.2.2. Charakterystyka obszaru perspektywicznego dla ujęcia wód leczniczych

Położenie administracyjne proponowanego otworu

Obszary perspektywiczne dla ujęcia wód leczniczych wyznaczone zostały w miejscowości Krościenko nad Dunajcem (gmina Krościenko n/Dunajcem, powiat nowotarski, województwo małopolskie), położonej około 27 km na południowy zachód od Nowego Sącza (ryc. 4.2.1).



Objaśnienia:

źr. Źródło

źr. Źródło (opróbowanie)

źr. Źródło zanikłe (wg danych archiwalnych)

Obszar perspektywiczny dla poszukiwania wód leczniczych

Granica gminy Krościenko nad Dunajcem

UG Siedziba Urzędu Gminy w Krościenku nad Dunajcem

Ryc. 4.2.1. Lokalizacja obszaru perspektywicznego na tle wycinka mapy topograficznej rejonu Krościenka nad Dunajcem

Na ryc. 4.2.1, 4.2.2, 4.2.3, 4.2.4, 4.2.5. pokazano dwa rejony perspektywiczne dla poszukiwania wód leczniczych. Ewentualna lokalizacja otworu poszukiwawczo-rozpoznawczego w tych rejonach zaakceptowana została przez wójta gminy Krościenko nad Dunajcem. Omawiany teren znajduje się w obrębie arkusza nr 1050 (Szczawnica-Krościenko) mapy topograficznej Polski w skali 1:50 000.

Położenie fizyczno-geograficzne

Według podziału fizycznogeograficznego Polski obszar badań położony jest w obrębie mezoregionu Beskid Sądecki (nr 513.54; wg Kondracki, 2009), który wchodzi w skład makroregionu Beskidy Zachodnie. Na obszarze Polski Beskid Sądecki zajmuje powierzchnię ok. 670 km^2. Jest niejako wciśnięty pomiędzy Dunajcem od strony zachodniej a doliną Kamienicy Nawojowskiej, Mochnaczki, Muszynki i Przełęczą Tylicką (683 m n.p.m.) na wschodzie. Najwyższym szczytem jest Radziejowa – 1262 m n.p.m.

Hydrografia terenu objętego badaniami

Znaczna część gminy Krościenko nad Dunajcem leży w zlewni Krośniczanki (Krośnicy). Potok ten jest lewobrzeżnym dopływem Dunajca. Krościenko nad Dunajcem leży przy ujściu Krośniczanki do Dunajca na wysokości około 425 m n.p.m. Zlewnia Krośniczanki ma powierzchnię 36,5 km^2, co stanowi 70,2 % obszaru gminy.

Dopływy Dunajca to liczne potoki spływające z wzniesień Beskidu Sądeckiego i głęboko wcinające się w jego zbocza. Są do siebie prawie równoległe o przebiegu generalnie ENE-WSW. Największe z nich to potoki: Zakijowski (Podkijowski), Kozłecki i okresowe wysychające w lecie m. in. Szczawa i Łomny.

Przedmiotowy rejon znajduje się w obrębie Jednolitej Części Wód Powierzchniowych (JCWP) nr RW20001521419937 – Dunajec od Grajcarka do Obidzkiego Potoku. Jest to jednolita część wód typu rzecznego o dobrym stanie, niezagrożona ryzykiem nieosiągnięcia celów środowiskowych. Teren, na którym przewiduje się wykonanie otworu leży poza granicami obszarów zagrożonych podtopieniami (https://geolog.pgi.gov.pl/).

Klimat

Miejscowość Krościenko nad Dunajcem charakteryzuje się występowaniem klimatu wilgotnego kontynentalnego z łagodnym latem. Zachmurzenie jest umiarkowane, stoki południowe są silnie nasłonecznione, doliny potoków są znacznie chłodniejsze. Zimą i późną jesienią w kotlinach często zalegają mgły. Przeważają wiatry zachodnie (27,4%) i północno-zachodnie (19,4%), najsilniejsze są one w dolinach o charakterze przełomowym i w głębokich przełęczach. Średnia roczna temperatura wynosi 6,3°C w dolinach i 4°C na szczytach. Opady są dość niewielkie, gdyż całe Pieniny położone są w tzw. cieniu opadowym sąsiednich, wyższych pasm górskich, m.in. Tatr oraz Beskidów. W Krościenku nad Dunajcem średnioroczny opad wynosi 755 mm. 40% opadów przypada na lato: maksimum w lipcu (129 mm), minimum w styczniu (21 mm). Wiosna jest sucha. Śnieżna

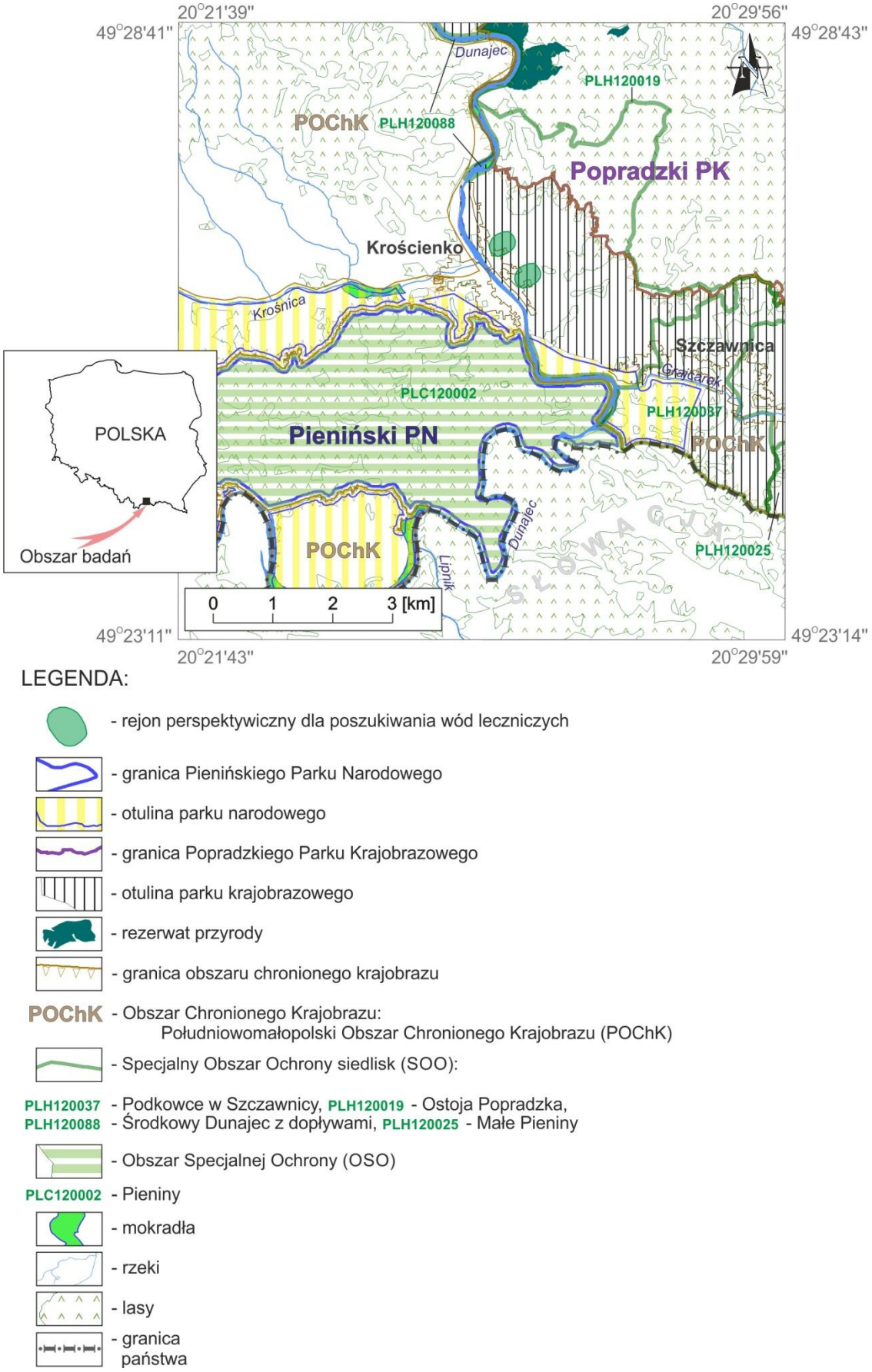
pokrywa zalega przeważnie od połowy listopada do początków kwietnia, wyżej do końca kwietnia (Lorenc, red., 2005).

4.2.3. Stan środowiska w rejonie badań

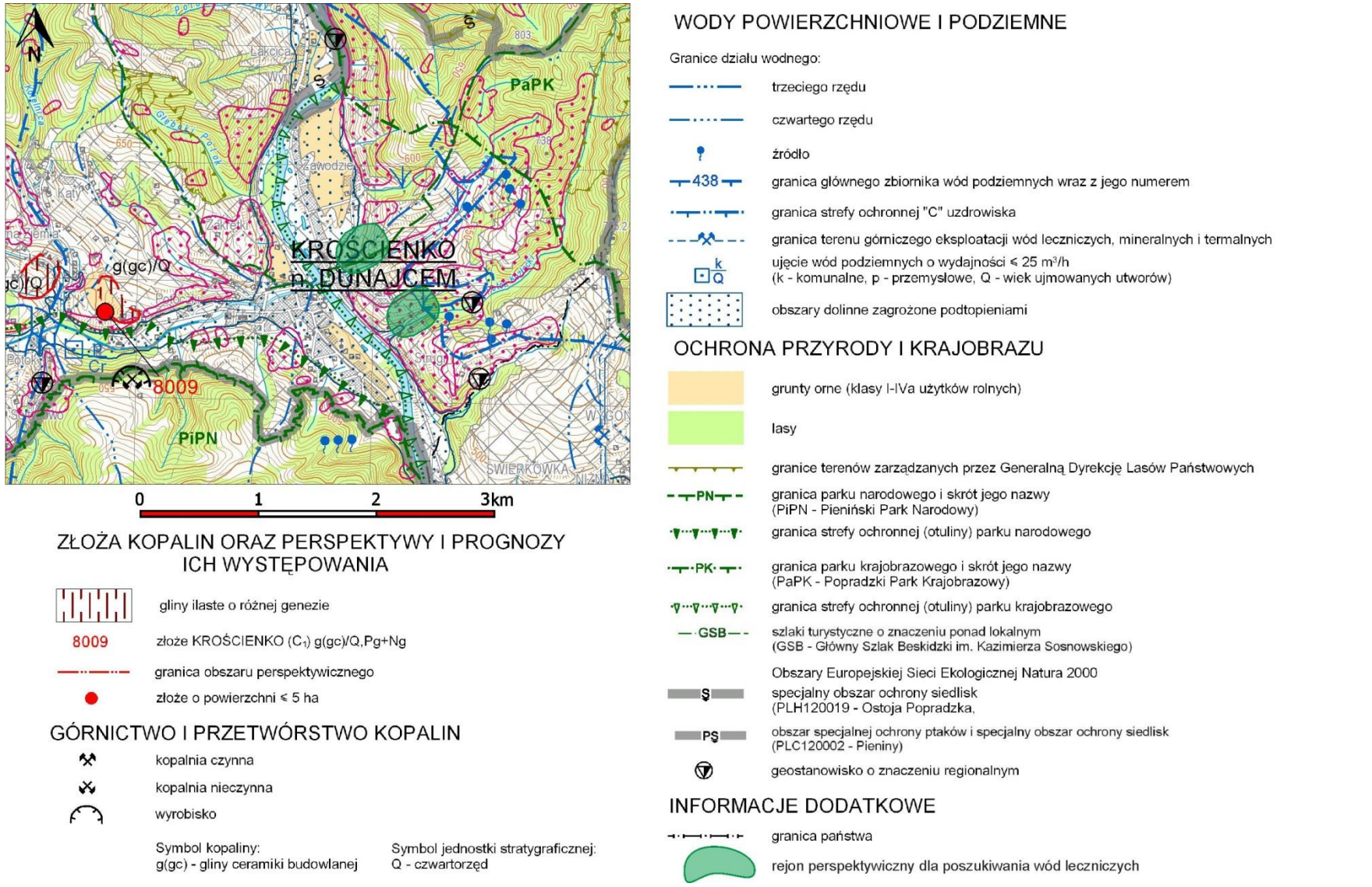
Wskazane obszary perspektywiczne znajdują się w obrębie Południowomałopolskiego Obszaru Chronionego Krajobrazu (ryc. 4.2.2, 4.2.3) i w otulinie Popradzkiego Parku Krajobrazowego W obszarze perspektywicznym (północnym) znajdują się również pomniki przyrody żywej – zespół lip drobnolistnych.

Południowomałopolski Obszar Chronionego Krajobrazu został utworzony 1 października 1997 r. na terenie ówczesnego województwa nowosądeckiego. Stanowi on obszar węzłów i korytarzy ekologicznych i jest bezpośrednią otuliną lub dodatkową strefą ochronną dla obiektów przyrodniczych o wybitnej wartości. Znajdują się na nim cenne zróżnicowane ekosystemy leśne takie jak: ekosystem rzeki Białki, kompleksy torfowisk orawskich czy izolowane skałki Pasa Skalic Nowotarskich i Spiskich. Ewentualne wykonanie otworu pozostaje w zgodzie z celami ochrony krajobrazu.

Popradzki Park Krajobrazowy to jeden z najstarszych parków krajobrazowych na terenie Karpat. Został on powołany uchwałą Wojewódzkiej Rady Narodowej w Nowym Sączu z dnia 11 września 1987 r. Rozciąga się na terenie Beskidu Sądeckiego z jego dwoma pasmami (Pasmo Radziejowej i Pasmo Jaworzyny Krynickiej) oraz obejmuje także położoną w granicach Polski część Gór Czerchowskich oraz część otuliny Małych Pienin. Zlokalizowany jest w południowej części województwa małopolskiego, na pograniczu ze Słowacją. Na wschodzie jego granicę stanowi rzeka Kamienica Nawojowska, natomiast na zachodzie i północy największa z rzek Sądecczyzny – Dunajec. Powierzchnia Parku wynosi łącznie 54 000 ha, około 70% powierzchni stanowią lasy (z czego lasy niepaństwowe zajmują 20%). Charakteryzuje się dużą ilością źródeł wód mineralnych (łącznie 70 ujęć stanowiących 20% wszystkich zasobów w Polsce). Na jego obszarze wytyczono kilkanaście rezerwatów przyrody i ścieżek przyrodniczych. Rosną tutaj głównie: buk, jodła, lipa oraz olcha. Popradzki Park Krajobrazowy jest jednym z najbogatszych przyrodniczo i najpiękniejszych krajobrazowo terenów Polski (www.beskdzki.eu).



Ryc. 4.2.2. Lokalizacja obszarów perspektywicznych dla ujęcia wód leczniczych na tle obszarów chronionych



Ryc. 4.2.3. Lokalizacja obszarów perspektywicznych dla ujęcia wód leczniczych na tle fragmentu Mapy geośrodowiskowej Polski, Plansza A w skali 1:50 000, ark. Krościenko (1050) (Laskowicz i in., 2014a)

4.2.4. Uzasadnienie lokalizacji i głębokości wiercenia

W ramach niniejszego opracowania w rejonie Krościenka nad Dunajcem wyznaczono dwa rejony perspektywiczne dla poszukiwań wód leczniczych (ryc. 4.2.3, 4.2.4, 4.2.5). Rejon Krościenka nad Dunajcem jest słabo rozpoznany hydrogeologicznie pod kątem występowania i parametrów hydrogeologicznych poziomów wodonośnych wód leczniczych. Rejony perspektywiczne wyznaczone zostały w oparciu o stwierdzone wystąpienia wód leczniczych (źródła) oraz archiwalne wyniki badań prowadzonych podczas wierceń w tym rejonie.

Wykonanie otworu poszukiwawczo-rozpoznawczego w tych rejonach zaakceptowane zostało przez wójta gminy Krościenko nad Dunajcem. Przewiduje się, że odwiert wykonany zostanie do głębokości około 150 m. Jest to głębokość, która uwzględnia już zróżnicowanie warunków geomorfologicznych w obrębie wyznaczonych rejonów perspektywicznych.

Szczegółowa lokalizacja otworu jego konstrukcja oraz głębokość określona zostanie w projekcie robót geologicznych. Przy wyborze miejsca wykonania otworu należy wziąć pod uwagę następujące przesłanki:

- budowę geologiczną i warunki hydrogeologiczne,
- ukształtowanie terenu warunkujące możliwość prowadzenia prac wiertniczych a później łatwe doprowadzenie wody do miejsca docelowego,
- możliwość dojazdu urządzenia wiertniczego,
- zagospodarowanie działki.

Przewidywaną głębokość otworu określono na podstawie przeprowadzonej analizy budowy geologicznej, tektoniki i warunków hydrogeologicznych przedmiotowego terenu. Wodonośność utworów fliszu w strefie aktywnej wymiany zależy w głównej mierze od ilości i miąższości ławic piaskowców. W oparciu o wyniki wierceń i materiały archiwalne ocenia się generalnie głębokość strefy aktywnej wymiany w granicach badanego rejonu do ok. 150,0 m p.p.t.

W celu ujęcia wód leczniczych, siarczkowych należy odwiercić hydrogeologiczny otwór poszukiwawczo-rozpoznawczy o głębokości do 150 m. Wyniki wiercenia pozwolą na dokładniejsze rozpoznanie potencjalnego złoża wód leczniczych oraz ocenę parametrów hydrogeologicznych w obrębie utworów warstw magurskich (utwory fliszowe).

4.2.5. Budowa geologiczna

Krościenko nad Dunajcem położone jest w dolinie Dunajca na styku Pienin, Gorców i Beskidu Sądeckiego. Pod względem geologicznym rejon ten należy do zewnętrznych Karpat fliszowych, zbudowanych z kilku odrębnych jednostek tektonicznych. Najbardziej wysuniętą na południe jednostką jest płaszczowina magurska kontaktująca z pienińskim pasem skałkowym wzdłuż regionalnej strefy dyslokacyjnej. W budowie Karpat zewnętrznych biorą udział głównie skały fliszowe kredy i paleogenu, które zdaniem S. Dżułyńskiego i A. J. Smitha (1964) stanowią całkowicie formację morską. W zachodniej części regionu karpackiego jurajskie utwory fliszowe zawierają przewarstwienia skał węglanowych nazywanych wapieniami cieszyńskimi. Basen sedymentacyjny, w którym gromadziły się osady pochodzące z niszczenia otaczających go lądów oraz podwodnych garbów i wypiętrzeń, charakteryzował się dużymi oscylacjami dna osiągając głębokości rzędu 3-3,5 tysiąca metrów (Koszarski, Ślączka, 1973). Najnowsze dane dotyczące głębokości pogrążeń i miąższości zerodowanych utworów fliszowych poszczególnych jednostek płaszczowiny magurskiej oparte są o badania mineralogiczne procesów diagenetycznych zachodzących w minerałach ilastych (Świerczewska, 2005).

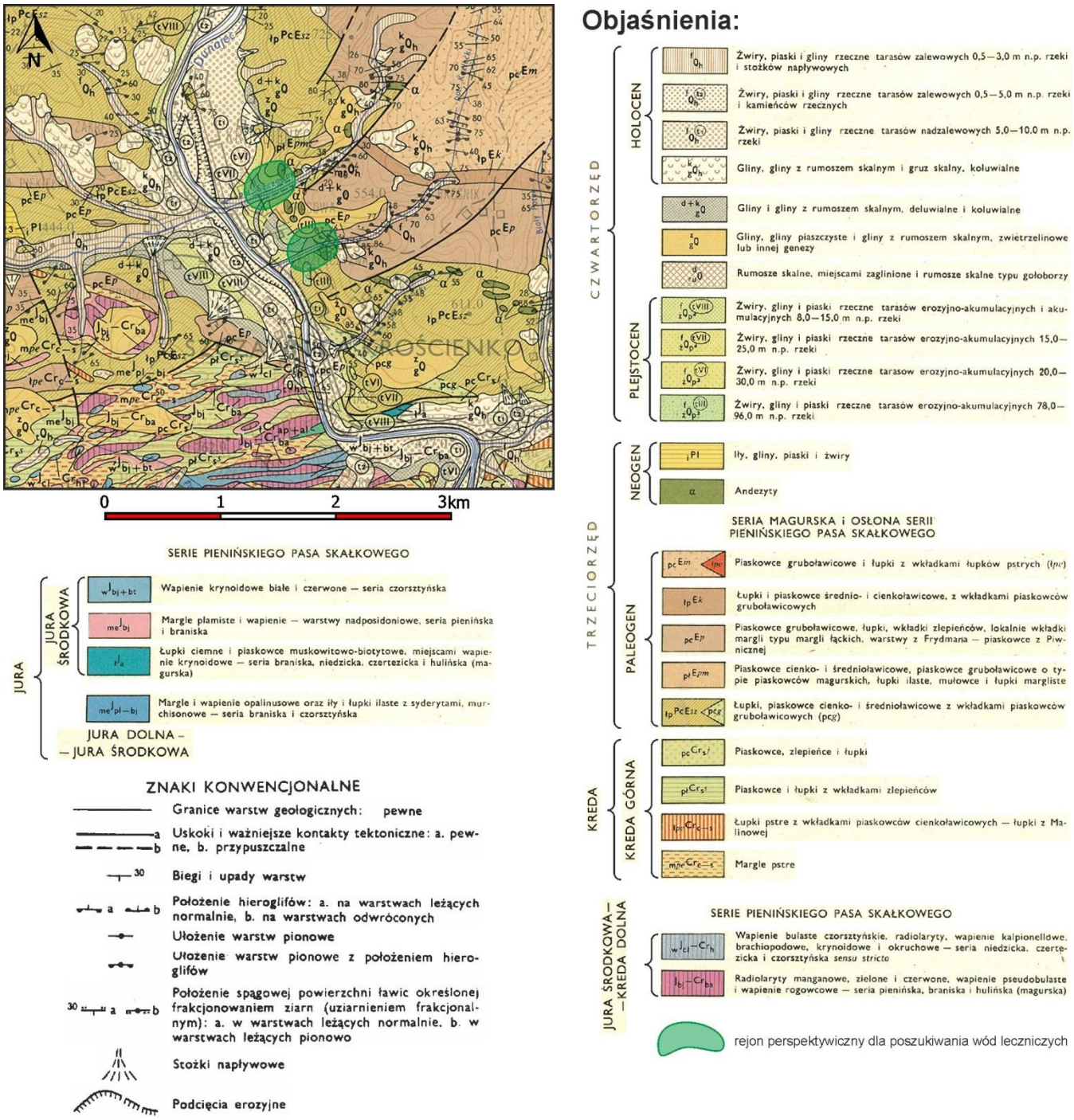
Przyczyny, charakter i stopień zaangażowania tektonicznego Karpat zewnętrznych były przedmiotem zainteresowania wielu autorów, w tym M. Książkiewicza (1972) oraz innych późniejszych (np. Żytko, 1999), według których ruchy fałdowe typu tektonicznego i płaszczowinowego odbywały się wielofazowo i trwały aż do późnego miocenu. Wskutek tych ruchów osady zbiornika fliszowego zostały podzielone na szereg dużych jednostek tektonicznych, w głównych zarysach pokrywających się z podziałem regionalnym Karpat. Do jednych z największych obszarowo należy jednostka magurska, granicząca wzdłuż wielkiego uskoku przesuwczego z pienińskim pasem skałkowym (Birkenmajer, 1986). W czasie neogeńskich ruchów tektonicznych skały fliszowe zostały odkute od macierzystego podłoża, sfałdowane płaszczowinowo i nasunięte na utwory mioceńskie.

Utwory jednostki magurskiej zajmują obszar na północ od linii wyznaczonej w przybliżeniu przez potoki Krośnica i Grajcarek, o prawie równoleżnikowym przebiegu. W okolicach Krościenka nad Dunajcem jednostkę magurską reprezentują warstwy szczawnickie i warstwy magurskie (Kulka i in., 1991). Warstwy szczawnickie o miąższości 350-400 m są osadami wieku paleoceńskiego. Wykształcone są w postaci drobnorytmicznego fliszu – łupki oraz piaskowce cienko- oraz średnioławicowe z wkładkami piaskowców gruboławicowych. Najważniejszym ogniwem

litostratygraficznym jednostki magurskiej są warstwy magurskie, do których zalicza się piaskowce z Piwnicznej, łupkowe warstwy z Kowańca i piaskowce magurskie właściwe. W okolicach Krościenka występują piaskowce z Piwnicznej, które wykształcone są jako średnio- i gruboziarniste, miejscami zlepieńcowate piaskowce gruboławicowe o miąższości ławic do kilku metrów. Piaskowce te przeławicone bywają łupkami mikowymi. Ich miąższość w okolicach Krościenka i Szczawnicy zmienia się w granicach od 350 do 400 m. Piaskowce magurskie właściwe, których głównym składnikiem są gruboławicowe średnio- i gruboziarniste piaskowce facji muskowitowej budują partie grzbietowe Lubania w Gorcach i Dzwonkówki w Beskidzie Sądeckim.

Północna granica pienińskiego pasa skałkowego (PPS) z przyległymi fliszowymi utworami jednostki magurskiej ma przebieg na znacznej długości prawie równoleżnikowy i jak powyżej wspomniano biegnie wzdłuż potoku Krośnica, następnie na krótkim odcinku wzdłuż Dunajca między Krościenkiem a Szczawnicą i dalej ku wschodowi nieco na północ od potoku Grajcarek. PPS zbudowany jest z następujących mniejszych jednostek tektonicznych: czorsztyńskiej, niedzickiej, czertezickiej, braniskiej, pienińskiej i haligowieckiej. Jednostki te tworzą szereg sfałdowanych i ponasuwanych na siebie łusek. Najstarszymi utworami PPS na opisywanym terenie są margle i wapienie opalinusowe i iły oraz łupki ilaste z syderytami datowane na jurę środkową. Występują one w serii braniskiej i czorsztyńskiej. Również utwory środkowej jury reprezentują łupki posidoniowe bajosu oraz margle plamiste i wapienie (warstwy nadposidoniowe) rozprzestrzenione w seriach pienińskiej, braniskiej i haligowieckiej. Młodsze osady tj. białe i czerwone wapienie krynoidowe zaliczane do bajosu-batonu, występują w serii czorsztyńskiej. Szerokie rozprzestrzenienie mają wapienie skaliste i pseudobulaste, datowane na przełom jury i kredy oraz radiolaryty. Spotyka się je wśród jednostki pienińskiej, braniskiej i haligowieckiej. Wyższe ogniwo, zaliczane do keloweju-hoterywu stanowią charakterystyczne czerwone wapienie bulaste, kalpionellowe i krynoidowe serii niedzickiej i czorsztyńskiej. W kilku miejscach na obszarze PPS występują górnoeoceńskie i oligoceńskie piaskowce i łupki o charakterze fliszowym, zaliczane do jednostki złatniańskiej. Leżą one w postaci nieregularnych płatów na utworach starszych jednostek PPS, tworząc czapki tektoniczne.

Budowa geologiczna rejonu badań pokazana została na ryc. 4.2.4.



Ryc. 4.2.4. Lokalizacja obszarów perspektywicznych dla ujęcia wód leczniczych na tle fragmentu Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski w skali 1:50 000, ark. Szczawnica-Krościenko (1050) (Kulka i in., 1991)

4.2.6. Warunki hydrogeologiczne

Wody zwykłe

Na omawianym obszarze, w rejonie Krościenka wody zwykłe występują jedynie w strefie aktywnej wymiany w pierwszym poziomie wodonośnym utworzonym przez utwory czwartorzędowe i/lub starsze skały zwietrzałe lub spękane i zeszczelinowane (utwory fliszowe). Wodonośne utwory czwartorzędowe stanowią głównie piaszczysto-żwirowe utwory rzeczne, a lokalnie również utwory zwietrzelinowe i koluwia osuwiskowe. Oprócz utworów czwartorzędowych duże znaczenie hydrogeologiczne mają paleogeńskie utwory fliszowe, które dzięki spękaniom i zwietrzeniu są zazwyczaj dobrze wodoprzepuszczalne do głębokości około 30 m, a maksymalnie do około 80-100 m (Oszczypko i in., 1981; Chowaniec i in., 1983; Ray i in., 2020).

W oparciu o zebrane materiały publikowane w rejonie Krościenka można wydzielić następujące użytkowe poziomy wodonośne (MhP 1:50 000, ark. Szczawnica-Krościenko):

- czwartorzędowy, związany z piaszczystymi i piaszczysto-żwirowymi osadami występującymi w dolinie rzeki Dunajec i jego dopływów,
- paleogeński (fliszowy).

<u>Poziom czwartorzędowy</u>

W rejonie Krościenka czwartorzędowy poziom wodonośny występuje w obrębie doliny Dunajca i jego dopływów w osadach żwirowo-piaszczystych z otoczakami, lokalnie z przewarstwieniami glin. Zasilanie wód podziemnych odbywa się tu poprzez bezpośrednią infiltrację opadów atmosferycznych, a także infiltrację wód powierzchniowych. Najlepsze warunki infiltracji występują w obrębie tarasów holoceńskich dolin rzecznych, a więc tam, gdzie występują utwory charakteryzujące się wysoką przepuszczalnością. W związku z brakiem własności retencyjnych w tych utworach, poziom wodonośny w sąsiedztwie cieków powierzchniowych uzależniony jest ściśle od ich stanów. Poziom wodonośny występuje na ogół na głębokości do kilku metrów poniżej powierzchni terenu.

W rejonach, gdzie utwory czwartorzędowe charakteryzują się dużą zmiennością w profilu pionowym i w poziomym rozprzestrzenieniu oraz tam, gdzie przykryte są warstwą utworów gliniasto-pylastych, infiltracja opadów bywa utrudniona i w związku z tym zasilanie jest ograniczone. Na tych obszarach wody podziemne mogą występować pod niewielkim ciśnieniem.

Z analizy Mapy hydrogeologicznej Polski w skali 1:50 000 arkusz Szczawnica-Krościenko (1050) wynika, że potencjalna wydajność w czwartorzędowym poziomie wodonośnym jest zróżnicowana i w zależności od wykształcenia osadów i ich miąższości wynosi z reguły od 2 do 30 m^3/h z pojedynczej studni wierconej (Chowaniec, Witek, 1997) – ryc. 4.2.5.

Poza dolinami rzecznymi występują skąpe wody porowe w glinach i rumoszach skalnych deluwialnych i zwietrzelinowych oraz glinach i rumoszach skalnych koluwialnych. Osady te pokrywają głównie utwory fliszu magurskiego, a także częściowo pienińskiego pasa skałkowego. Miąższość tych utworów dochodzi do kilku metrów, również ich przepuszczalność jest bardzo zmienna, dlatego w miejscach ich występowania (głównie na podłożu łupkowym), często obserwuje się mokradła, podmokłości i zatorfienia. Zwierciadło występuje stosunkowo płytko – 0-2 m p.p.t. Wydajność z tego poziomu z reguły nie przekracza 2,0 m^3/h z pojedynczego ujęcia (Chowaniec, 1991).

Wody w osadach czwartorzędowych charakteryzują się mineralizacją na ogół w granicach 150-400 mg/dm^3. Najliczniejszą grupę stanowią wody typu HCO_3-Ca. Pod względem jakościowym są to wody dobrej jakości, wymagające jednak niekiedy prostego uzdatniania. Miejscami wody te nie nadają się do celów socjalno-bytowych i wymagają skomplikowanego uzdatniania. Według przyjętej w MhP 1:50 000 klasyfikacji jakości wód podziemnych, wody omawianego poziomu zaliczono do klasy IIa i IIb. Często posiadają podwyższoną zawartość żelaza, manganu i związków azotu oraz są zanieczyszczone bakteriologicznie.

Poziom fliszowy

Poziom paleogeński zbudowany jest z utworów fliszowych wykształconych w postaci piaskowców gruboławicowych przekładanych łupkami ilasto-marglistymi, bądź z piaskowców średnioławicowych przekładanych pakietami łupkowymi reprezentujących warstwy szczawnickie oraz warstwy magurskie jednostki magurskiej (poziom paleogeński).

Poziom wodonośny, jak już wcześniej wspomniano, stanowi strefa przypowierzchniowa zbudowana ze spękanych skał o miąższości do 60-80 m (Chowaniec, 1998-1999; Jetel, 1994; Niedzielski, 1978; Oszczypko i in., 1981). Średnia miąższość warstwy wodonośnej wynosi około 15 m, a średnie wartości współczynników filtracji szacuje się na 1,0 m/d. W związku z tym współczynnik przewodności wyniesie odpowiednio 15 m^2/d.

Zasilanie fliszowego poziomu wodonośnego odbywa się w drodze bezpośredniej infiltracji opadów atmosferycznych na wychodniach spękanych piaskowców, a także poprzez pokrywę zwietrzelinową, której miąższość wynosi na ogół 1-3 m. Zwierciadło wody poziomu fliszowego jest rozczłonkowane, tzn. nie ma charakteru ciągłego. Przepływ wód podziemnych w osadach fliszowych odbywa się w strefie spękanej i zeszczelinowanej zgodnie z morfologią terenu, tzn. w kierunku dolin rzecznych.

Poziom wodonośny fliszowy odwadniają źródła o bardzo zróżnicowanej wydajności nieprzekraczającej z reguły 1dm^3/s. Wskaźnik gęstości źródeł najczęściej mieści się w granicach 5-15 źródeł/km^2. Źródła wydajne i zlokalizowane na zboczach w małej odległości od zabudowań wiejskich stanowią ujęcia dla kilku czy nawet kilkudziesięciu gospodarstw.

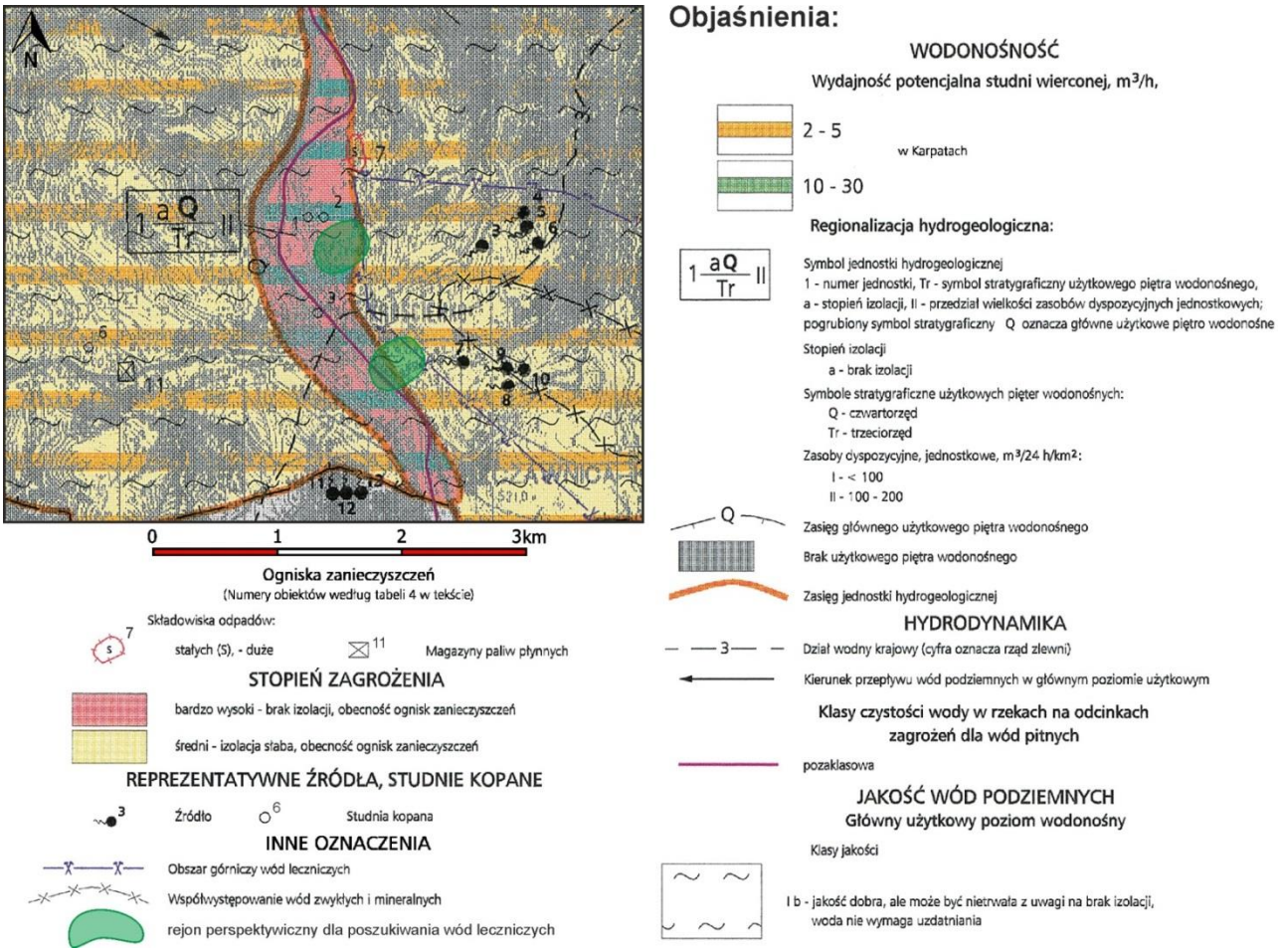
W rejonie Krościenka zaznaczono na MhP 1: 50 000, ark. Szczawnica-Krościenko, obszar o wydajności potencjalnej z pojedynczej studni wynoszącej od 0-2 m^3/h. Istnieje prawdopodobieństwo, że w tych obszarach, w niektórych miejscach można będzie z pojedynczego ujęcia zlokalizowanego w obrębie utworów fliszowych, uzyskać nawet powyżej 2 m^3/h wody dobrej jakości (np. w strefach zaburzeń tektonicznych).

Zwykłe wody podziemne w utworach fliszowych charakteryzują się najczęściej mineralizacją w granicach od kilkudziesięciu do ponad 500 mg/dm^3. Najliczniejszą grupę stanowią wody typu HCO_3–Ca–Mg. Są one dobrej i bardzo dobrej jakości (MhP 1:50 000, ark. Szczawnica-Krościenko).

Wody podziemne zasilane są głównie poprzez bezpośrednią infiltrację opadów atmosferycznych, a także poprzez infiltrację wód powierzchniowych oraz dopływ z podłoża. Infiltracja zależy głównie od charakteru litologicznego zwietrzeliny i nachylenia stoków. Dlatego najdogodniejsze warunki infiltracji istnieją w obrębie dolin rzecznych, a także płaskich grzbietów. Przepływ wód podziemnych jest skierowany do dolin rzecznych, które stanowią podstawę drenażu.

Głębokość do zwierciadła wód podziemnych jest największa w partiach wododziałowych, gdzie może dochodzić do 20-30 m, najmniejsza w dnach dolin – jedynie do kilku metrów poniżej powierzchni terenu. Na wierzchowinach zwierciadło wody reaguje dość wyraźnie na roztopy wiosenne i obfite opady atmosferyczne. Amplitudy wahań stanów zwierciadła wody dochodzą tam najczęściej do 10 m, ale osiągają też niekiedy nawet kilkanaście metrów. Zmiany położenia zwierciadła gwałtowniej zachodzą w utworach o przewadze łupków niż w spękanych piaskowcach gruboławicowych. Duże amplitudy wahań, dochodzące do kilkunastu metrów, wynikają z ogólnie małej zasobności, związanej

przede wszystkim z ograniczoną pojemnością szczelin wodonośca. W dnach dolin zwierciadło wody często jest pod napięciem dochodzącym do 20-30 m (Niedzielski, 1978; 1980; Chowaniec, 1998-1999, 2009).



Ryc. 4.2.5. Lokalizacja obszarów perspektywicznych dla ujęcia wód leczniczych na tle fragmentu Mapy hydrogeologicznej Polski w skali 1:50 000, ark. Szczawnica-Krościenko (1050) (Chowaniec, Witek, 1997)

Wody lecznicze (mineralne)

Występowanie wód mineralnych

Do prezentacji sposobów występowania wód mineralnych na mapach, najczęściej stosowany jest podział przestrzennego występowania wód mineralnych na obszarze Polski opracowany przez B. Paczyńskiego i Z. Płochniewskiego (1996) i wymieniony również przez J. Dowgiałłę i B. Paczyńskiego (2002) oraz J. Chowańca i in. (2007). Jest on oparty o regionalne jednostki geologiczne i typy hydrochemiczne wód. Bardziej szczegółowy podział zaproponował S. Węcławik (1991) dla części regionu karpackiego, obejmującego m. in. obszar Krościenka. Autor ten przedstawił mapę typów chemicznych wód z wydzielonymi strefami A, B i C. Strefa centralna (A) to głównie liczne przypowierzchniowe występowania szczaw zwykłych. Strefa przejściowa (B) to przypowierzchniowe występowania na obszarze Polski, w tym w rejonie Krościenka nad Dunajcem i Szczawnicy szczaw chlorkowych, tzn. szczaw posiadających podwyższone stężenia chlorków, bromków i jodków. Strefa zewnętrzna (C) to głównie wody słone i solanki występujące w głębokich otworach i przypowierzchniowe wody siarczkowe.

Pomijając strefę wód słodkich i akratopegów, tzn. wód o mineralizacji do 1 g/dm^3 (Kleczkowski, 1979), głębokościowe występowanie wód mineralnych dzieli się zazwyczaj na trzy strefy hydrogeochemiczne: górną, środkową i dolną (Pazdro, 1983; Pazdro, Kozerski, 1990). Strefa górna charakteryzuje się wodami młodymi w sensie geologicznym, o intensywnej wymianie wód pochodzenia infiltracyjnego, gdzie mineralizacja powstaje głównie wskutek rozpuszczania skał. Strefa środkowa zawiera wody infiltracyjne o bardzo powolnej wymianie oraz wody kopalne zarówno infiltracyjne, jak i sedymentacyjne. Strefa dolna to wody sedymentacyjne i kopalne infiltracyjne całkowicie odseparowane od wód infiltracyjnych aktywnej cyrkulacji.

Obfite i zróżnicowane występowania wód mineralnych obserwuje się na całym obszarze Karpat zewnętrznych. Na większych głębokościach, w kompleksach piaskowcowo-łupkowych fliszu, występują wody słone i solanki, które wykorzystując strefy uskokowe mogą ascensyjnie dopływać do powierzchni, gdzie w przypadku mieszania się z wodami infiltracyjnymi ulegają rozcieńczeniu. Liczne strefy uskokowe, będące rezultatem fałdowania i wypiętrzania Karpat fliszowych, stwarzają także warunki dla tworzenia się szczaw w kompleksach piaskowcowo-łupkowych w przypadkach dopływu wgłębnego CO_2. Taka sytuacja zaistniała w rejonie Krościenka nad Dunajcem, gdzie istnieje głęboka strefa

tektoniczna ciągnąca się wzdłuż pienińskiego pasa skałkowego (PPS) i południowego zasięgu płaszczowiny magurskiej. Skomplikowana budowa geologiczna Karpat fliszowych powoduje, że bardzo często na powierzchni lub w strefie przypowierzchniowej, w rejonie Krościenka nad Dunajcem, współwystępują wody słodkie i mineralne.

Zgodnie z podziałem wód mineralnych wprowadzonym przez O. Franko i in. (1975) można przyjąć, że solanki, mieszając się z wodami infiltracyjnymi, uzyskują przynależność do struktury półotwartej. Do struktury półotwartej należą analizowane w rejonie Krościenka szczawy chlorkowe, zawierające pewien udział wody infiltracyjnej w przeciwieństwie do szczaw zwykłych tworzonych przez współczesne wody infiltracyjne oraz większość wód siarczkowych, które występują w strukturach otwartych.

Szczawy na obszarze Karpat przyjęto powszechnie dzielić za H. Świdzińskim (1972) na zwykłe i chlorkowe. Powierzchniowe przejawy obu typów szczaw występują jedynie na obszarach z obfitym dopływem CO_2 pochodzenia wgłębnego. Strefy uskokowe z pewnością stanowiły szczególnie sprzyjające warunki dla wietrzenia skał i utworzenia się niektórych dolin rzecznych, takich jak doliny Dunajca (szczawy chlorkowe w rejonie Krościenka, Szczawnicy) i Kamienicy (szczawy chlorkowe w rejonie Szczawy), a także Popradu oraz niektórych ich dopływów (szczawy zwykłe w rejonie Krynicy, Złockiego i Tylicza). Obecność licznych spękań w strefach uskokowych stanowi sprzyjające warunki zarówno dla stosunkowo głębokiej penetracji wód infiltracyjnych, jak i migracji wgłębnego CO_2 ku powierzchni terenu, co jest czynnikiem decydującym w tworzeniu się szczaw, zwłaszcza w strefach aktywnej wymiany wody.

W przeszłości istniały różne poglądy na genezę obfitych występowań CO_2, biorącego udział w tworzeniu się szczaw. W drugiej połowie ubiegłego wieku ogólnie przyjęty był pogląd H. Świdzińskiego (1965, 1972) o wulkanicznym pochodzeniu tego gazu, tzn. z płaszcza Ziemi. Jednak szczegółowe badania składu izotopowego węgla w CO_2 wykazały jego metamorficzne pochodzenie, zwłaszcza geneza ta nie ulega wątpliwości w rejonie Krynicy (Leśniak, 1985, 1998; Duliński, 1999). Pogląd ten jest ciągle pomijany przez niektórych autorów, zwłaszcza w odniesieniu do Szczawnicy i Krościenka (np. Humnicki, 2007). Jak już wspomniano, przypowierzchniowe przejawy występowania zwykłych szczaw znane są w wielu miejscowościach usytuowanych wzdłuż doliny Popradu i jego dopływów.

Przypowierzchniowe występowania szczaw chlorkowych znane są od wielu lat w Szczawie, Szczawnicy i Krościenku. Obecność szczaw chlorkowych związana jest

z obszarami płytkiej penetracji wód infiltracyjnych, wynikającej z niskiej przepuszczalności utworów fliszowych i ascensyjnego dopływu wód nieinfiltracyjnych.

W przypadku szczaw chlorkowych w rejonie Krościenka, ich geneza była zazwyczaj wiązana z intruzjami andezytowymi występującymi w tym rejonie. Jednak skład chemiczny tych szczaw nie wskazuje na ich formowanie się w warunkach istotnego oddziaływania wody z andezytami (Leśniak, 1998), a same intruzje andezytowe są przypuszczalnie porwakami (Oszczypko, Zuber, 2002). Przejawy obecności szczaw chlorkowych w Krościenku to jedynie kilka źródeł (Michalina, Stefan, Maria/Anna) o bardzo małej wydajności i stosunkowo niskiej mineralizacji.

Geneza szczaw chlorkowych

Szczawy chlorkowe charakteryzują się stężeniami chlorków wyraźnie przewyższającymi typowe stężenia tła hydrochemicznego Cl^-, Br^-, J^- i HBO_2. Ten typ szczaw w rejonie m.in. Krościenka i Szczawnicy był przedmiotem wielu prac i badań, w tym prac omawiających dane izotopowe (Leśniak, 1980; Dowgiałło, 1980; Zuber, Grabczak, 1985; Zuber, 1987; Oszczypko, Zuber, 2002).

Wczesne poglądy wiązały pochodzenie chlorków w szczawach chlorkowych z reliktowymi wodami sedymentacyjnymi mórz fliszowych. Szczegółowe badania izotopowe wód mineralnych Wysowej oraz rekonesansowe analizy wód z innych miejscowości wykluczyły jednak proste mieszanie się wody infiltracyjnej z sedymentacyjną wodą pochodzenia morskiego (Leśniak, 1980).

Układanie się składów izotopowych z różnych ujęć w danej miejscowości wzdłuż linii prostych oznacza mieszanie się dwóch typów wód w proporcjach charakterystycznych dla określonego ujęcia, chociaż zarówno P.M. Leśniak (1980) jak i J. Dowgiałło (1980) przedstawili bardziej skomplikowany model mieszania się wód, prowadzący do powstawania szczaw chlorkowych w polskich Karpatach fliszowych. Według tego modelu, jednym z istotnych składników wody nieinfiltracyjnej ma być woda dehydratacyjna pochodząca z przemian metamorficznych minerałów ilastych.

Występowanie metamorfizmu w Karpatach fliszowych nie zostało dotychczas stwierdzone. Z tego względu, A. Zuber (1987) wyraził przypuszczenie, że wody dehydratacyjne, biorące udział w tworzeniu szczaw chlorkowych i niektórych solanek fliszowych, mogą pochodzić z dehydratacji minerałów ilastych, zachodzącej w czasie diagenezy kompakcyjnej. Ten pogląd został bardziej szczegółowo uzasadniony przez N. Oszczypkę i A. Zubera (2002), którzy wskazali, że proces ten zachodził, przypuszczalnie

przy przechodzeniu smektytów w illity, chociaż pochodzenie znacznych stężeń chlorków i wysokich stosunków rNa^+/rCl^- (znacznie powyżej 1) pozostawało nadal niezbyt klarowne. Ostatnio A. Porowski (2006), rozpatrując zmineralizowane wody synklinorium centralnokarpackiego w oparciu o szczegółowe badania hydrochemiczne i izotopowe, również przychylił się do diagenetycznego pochodzenia wód dehydratacyjnych na tym obszarze.

Pochodzenie wysokiego zasolenia w szczawach chlorkowych i niektórych solankach Karpat fliszowych najprawdopodobniej można wiązać z nakładaniem się procesów dehydratacji i ultrafiltracji zachodzących w różnym stopniu przy diagenezie kompakcyjnej (Zuber, red., 2007; Chowaniec i in., 2007). Według tych autorów, proces ultrafiltracji (odwróconej osmozy) zachodzi przy wymuszonym przez wysokie ciśnienie przepływie wody przez pakiety minerałów ilastych.

Pomijając efekty wymiany izotopowej między wodą i minerałami fazy stałej, proces ultrafiltracji przy kompakcyjnej diagenezie można podzielić na trzy etapy: (1) kompakcja wskutek obciążenia nadległymi osadami prowadzi do znacznego usunięcia wody porowej i międzypakietowej z możliwym nawet wielokrotnym wzbogaceniem w składniki chemiczne; (2) dalsza kompakcja połączona z diagenezą, przy czym zachodzi mieszanie się uwalnianej wody dehydratacyjnej z wodą sedymentacyjną zawartą w przestrzeni porowej minerałów ilastych i częściowe wysłodzenie wzbogaconej wcześniej wody oraz (3) dalsza diageneza po całkowitym usunięciu cząsteczek wody morskiej, a powstająca woda dehydratacyjna może powodować postępujące wysładzanie, mimo procesu ultrafiltracji.

Przykłady wód charakterystycznych dla poszczególnych etapów zawarte są w pracach A. Zubera, red. (2007) oraz J. Chowańca i in. (2007). Tak powstałe wody mogą w spękanych strefach uskokowych wędrować ku powierzchni terenu wskutek dużych ciśnień geostatycznych, ulegając w końcowym etapie tej wędrówki wysładzaniu przez lokalne wody infiltracyjne różnego wieku, tworząc szczawy chlorkowe w przypadku znaczącej obecności CO_2. Najczęściej obserwuje się współczesne wody infiltracyjne zmieszane z ascendującymi wodami dehydratacyjnymi.

4.2.7. Charakterystyka źródeł wód leczniczych

W *Przewodniku po zdrojowiskach i miejscowościach klimatycznych Galicyi* (Lewicki i in., 1912) po raz pierwszy zestawiono składy wód ze źródła „Stefana” w Krościenku nad Dunajcem oraz innych znanych wówczas zdrojów w Europie

Według opisu, źródło Stefan skuteczne jest w leczeniu katarów dróg oddechowych, cierpieniach żołądka i narządu moczowego, otwarte jest „*dla publiczności*” przez trzy dni w tygodniu, a obok tego źródła istnieje kilka źródeł nieeksploatowanych. We wszystkich stwierdzono zjawisko promieniotwórczości.

W opracowaniu pt. *Informator leczniczy i przewodnik zdrojowo-turystyczny na 1930-1931* (Piotrowski, red., 1931) istnieje krótka wzmianka o wodach mineralnych Krościenka. Poniżej, w pisowni oryginalnej, przytoczony został fragment dotyczący wód mineralnych w trzech źródłach.

„Krościenko, jako stacja klimatyczna, posiada zdroje znakomitej szczawy alkaliczno-słonej obfitującej w chlorek sodu i dwutlenek sodu. Woda mineralna ze źródeł „Stefan”, „Michalina”, „Maria” służą wyłącznie do picia. Wody te wysyła się także w dużych ilościach w oryginalnych butelkach. Źródło „Stefan” przewyższa składem chemicznym wody Ems-Selters, Gleichenberg. Prócz tego są w górach źródła siarczanowe, zupełnie nie wyzyskane.”

W swojej pracy M. Dominikiewicz (1951) podał, że najbardziej znane spośród trzech źródeł mineralnych – „Stefan”, „Anna” i „Michalina” jest źródło Stefan, którego wodę butelkowano i rozpowszechniano w pokaźnej ilości. Jednakże Zdrojowisko nie rozwinęło swych urządzeń. Na etykiecie wody butelkowanej ze źródła Stefan zostały zamieszczone wyniki analizy wykonanej przez Trochanowskiego, wyrażonej w postaci soli. Zdaniem wspomnianego autora (Dominikiewicz, 1951) Trochanowski badał także pozostałe źródła Krościenka, a wyniki analiz zamieścił zgodnie z nowoczesnymi wówczas obliczeniami (tab. 4.2.1, 4.2.2, 4.2.3). W tabeli 4.2.4 zamieszczone zostały wyniki analizy wody ze źródła Stefan wykonanej przez B. Wagnera w 1949 r. (Dominikiewicz, 1951).

Tabela 4.2.1. Analiza wody ze źródła „Stefan” wykonana przez Trochanowskiego w 1897 r. (Dominikiewicz, 1951)

1 kg wody zawiera	miligramów	milimoli	miliwali	% miliwali
K^+	10,23	0,2616	0,2616	0,217
Na^+	2247,10	97,70	97,70	81,213
Ca^{++}	301,59	7,5209	15,0518	12,512
Mg^{++}	83,48	3,4325	6,865	5,707
Fe^{++}	9,96	0,1782	0,3564	0,296
Al^{+++}	0,60	0,0222	0,0666	0,055
Suma			**120,3014**	**100**
Cl^-	1534,02	43,2599	43,26	36,025
SO_4^{--}	1,82	0,0189	0,0378	0,031
HPO_4^{--}	2,20	0,0228	0,0456	0,039
HCO_3^-	4681,02	76,7378	76,7378	63,905
Suma	**8872,02**	**229,1548**	**120,0812**	**100**
H_2SiO_3	73,46	0,942		
Subst. organ.	14,23			

CO_2 wolny	2072,00	47,09		
Suma	**11031,78**	**277,18**		

Charakterystyka wody: szczawa alkaliczna alkalicznoziemna, bardzo słona, lekko żelazista, hipotoniczna. Temperatura wody: 8,75°C.

Tabela 4.2.2. Analiza wody ze źródła „Maria" („Anna") wykonana przez Trochanowskiego w 1897 r. (Dominikiewicz, 1951)

1 kg wody zawiera	miligramów	milimoli	miliwali	% miliwali
K^+	9,21	0,2355	0,2355	0,217
Na^+	2011,59	87,4604	87,4604	80,980
Ca^{++}	276,146	6,8862	13,7724	12,752
Mg^{++}	75,82	3,1176	6,2352	5,773
Fe^{++}	6,10,7855	0,1096	0,2192	0,203
Al^{+++}	0,7855	0,0290	0,0870	0,080
Suma			**108,0097**	**100**
Cl^-	1368,07	35,5809	38,5809	
SO_4^{--}	1,8134	0,0188	0,0376	
HPO_4^{--}	2,77	0,0288	0,0576	
HCO_3^-	4229	69,3280	69,3280	
Suma	**7981,335**	**205,7948**	**108,0041**	**100**
H_2SiO_3	70,20	0,90		
Subst. organ.	9,23			
CO_2 wolny	1527,80	34,72		
Suma	**9588,56**	**241,415**		

Charakterystyka wody: szczawa alkaliczna alkalicznoziemna, bardzo słona, hipotoniczna. Temperatura wody: 9,3°C.

Tabela 4.2.3. Analiza wody ze źródła „Michalina" wykonana przez Trochanowskiego w 1897 r. (Dominikiewicz, 1951)

1 kg wody zawiera	miligramów	milimoli	miliwali	% miliwali
K^+	33,29	0,8514	0,8514	1,12
Na^+	1392,52	60,5443	60,5443	79,66
Ca^{++}	196,60	4,9002	9,8004	12,89
Mg^{++}	57,36	2,3585	4,7170	6,20
Fe^{++}	3,29	0,0589	0,1178	0,15
Suma			**76,0309**	**100**
Cl^-	944,28	26,6294	26,6294	35,02
SO_4^{--}	2,935	0,0305	0,0610	0,08
HCO_3^-	3008,89	49,2260	49,3260	64,90
Suma	**5639,165**	**144,5992**	**76,0164**	**100**
H_2SiO_3	78,961	1,0123		
CO_2 wolny	2172,48	49,3747		
Suma	**7890,6**	**194,9862**		

Ślady jonów glinowego, fosforanowego i substancji organicznych.

Charakterystyka wody: szczawa alkaliczna alkalicznoziemna, bardzo słona, hipotoniczna. Temperatura wody: 9,3°C.

Tabela 4.2.4. Analiza wody ze źródła „Stefan" wykonana przez B. Wagnera w 1949 r. (Dominikiewicz, 1951)

1 kg wody zawiera	miligramów	milimoli	miliwali	% miliwali
K^+	40,68	1,040	1,040	0,96
Na^+	2026,40	88,117	88,117	80,93
NH_4^+	5,6	0,311	0,311	0,285
Ca^{++}	269,5	6,7295	13,459	12,36
Mg^{++}	71,2	2,915	5,830	5,38
Fe^{++}	2,9	0,052	0,104	0,095
Suma			**108,861**	**100**
Cl^-	1345,4	37,935	37,935	34,84
Br^-	1,6	0,020	0,020	0,01
J^-	1,75	0,014	0,014	0,01
SO_4^{--}	ślady			
HCO_3^-	4317,5	70,922	70,922	65,14
Suma	**8062,53**	**208,055**	**108,891**	**100**
H_2SiO_3	65,17	0,831		
CO_2 wolny	1155,25	26,249		
Suma	**9302,95**	**235,135**		

Nie stwierdzono jonów azotynowego i azotanowego.

Charakterystyka wody: szczawa alkaliczna alkalicznoziemna, bardzo słona, jodowa hipotoniczna.

W porównaniu z wcześniejszą analizą stwierdzono spadek mineralizacji wody sięgający 20 milimoli oraz dwutlenku węgla. Ponadto stwierdzono zawartości jonów bromkowego i jodkowego, które dotychczas (1949 r.) nie były oznaczane.

Temperatura wody: 9,3°C, pH = 6,54.

Znajomość źródeł mineralnych w Krościenku datuje się od tak dawna, jak znajomość źródeł szczawnickich, tzn. co najmniej od końca XVIII w. lub początków XIX w. (Birkenmajer, 1963). Źródła te nie były jednak należycie doceniane. Poszukiwania nowych wód mineralnych w rejonie Krościenka, oparte na naukowych podstawach hydrogeologicznych, rozpoczął po II wojnie światowej prof. Józef Gołąb. Wspólnie z inż. A. Tkaczenką (w 1947 r.) przeprowadził charakterystyki hydrogeologiczne krościeńskich źródeł „Stefana", „Michaliny" i „Marii" dla ówczesnego ich właściciela inż. S. Dziewolskiego. Następnie w ciągu kolejnych lat, wraz ze swymi współpracownikami, wykonał szereg obserwacji hydrogeologicznych na terenie Szczawnicy oraz Krościenka w celu poszukiwania nowych wód mineralnych. Pierwsze roboty zostały wykonane w Krościenku na tzw. Krasie (na lewym brzegu Dunajca pod Pieninkami) przy okazji prac wodociągowych. Stwierdzono tu wówczas występowanie szczaw siarczano-słonych w zrealizowanych otworach wiertniczych.

Wody mineralne Krościenka były również prezentowane na LVII Zjeździe Polskiego Towarzystwa Geologicznego (Pieniny, 18-20 września 1986) podczas pierwszego dnia wycieczki terenowej C. W punkcie 34 wycieczki omówione zostały wody mineralne Krościenka-Szczawnicy (Chrząstowski, Poprawa, 1986). W tabeli 4.2.6 podano charakterystykę wody trzech ujęć w Krościenku wg formuły Kurłowa.

Tabela 4.2.5. Charakterystyka wybranych ujęć w Krościenku nad Dunajcem

Nazwa źródła, otworu, rok wykonania	Litologia, wiek	Wydajność dm^3/min	Charakterystyka wody wg formuły Kurłowa (rok wykonania analizy)
Źr. Maria (Anna) 1970 r	Seria piaskowcowo-łupkowa, warstwy szczawnickie. Paleogen dolny	2,0 (samowypływ)	$CO_2 1716\ M\ 3{,}051 \frac{HCO_3 77\ Cl22}{Ca44\ Na38\ Mg}$ (1975 r.)
Źr. Stefan Przed 1900 r.	Seria piaskowcowo-łupkowa, warstwy szczawnickie. Paleogen dolny	5,0 (samowypływ)	$CO_2\ 2014\ I\ 1{,}8\ M\ 8{,}128 \frac{HCO_3 65\ C}{Na\ 81}$ (1961 r.)
Otw. Michalina Przed 1900 r.	Seria piaskowcowo-łupkowa, warstwy szczawnickie. Paleogen dolny	-	$Br\ 51\ I\ 31\ M\ 43{,}566 \frac{Cl96}{Na95}$ (1950 r.)

Z powyższej tabeli wynika, że w Krościenku występują dwa typy wód mineralnych. Są to szczawy wodorowęglanowo-chlorkowo-wapniowo-sodowe oraz szczawy wodorowęglanowo-chlorkowo-sodowe. Według wymienionych autorów w otworze Michalina stwierdzono solankę o mineralizacji 43,6 g/dm^3.

Jak podaje K. Karwan (1989), na terenie dzisiejszego Krościenka istniała niewielka osada jeszcze przed 1241 r., spalona podczas najazdu tatarskiego. Natomiast pierwszy dokument dotyczący Krościenka pochodzi z 1348 r. i jest przywilejem lokacyjnym króla Kazimierza Wielkiego. W XVI wieku miejscowość stała się własnością królewską, która podlegała starostom czorsztyńskim. Od tego czasu aż do połowy XVII w. trwały bunty ludności przeciw samowoli starostów. W 1734 r. miasto zostało splądrowane przez Kozaków sprowadzonych przez Teodora Lubomirskiego. Po przejęciu w 1811 r. dóbr krościeńskich przez cesarsko-królewski skarb austriacki, zostały one wkrótce wystawione na sprzedaż. W 1822 r. dobra te nabyła Franciszka Grossowa, a pięć lat później Henryk Gross na drodze zamiany gruntów uzyskał teren ze źródłami kwaśnej wody. Niebawem, polecił on dokonanie rozbioru chemicznego wody ze źródeł. Przeprowadzone badania wykazały właściwości lecznicze tych wód, a właściciel wybudował prymitywne urządzenia lecznicze oraz budynki mieszkalne. W pierwszym okresie działalności zakład prosperował dobrze dzięki sprzedaży butelkowanej wody mineralnej. Wkrótce, po wydzierżawieniu, uzdrowisko zaczęło stopniowo podupadać. Niewielkie krótkotrwałe ożywienie nastąpiło w latach 50. XIX w., jednakże po tym okresie nastąpił stały regres. Przyczyna była jedna –

Krościenko nie wytrzymało konkurencji z pobliską Szczawnicą. W tym czasie źródłami wód mineralnych interesują się znani balneolodzy – prof. Alexandrowicz, Trochanowski i dr Korczyński. Pewne ożywienie nastąpiło przed pierwszą wojną światową, kiedy to do Krościenka nastąpił napływ kuracjuszy. Ponadto, znaczne dochody przynosiła sprzedaż butelkowanej wody mineralnej ze zdroju „Stefan". Okres I wojny światowej nie przerwał rozwoju Krościenka, a lata międzywojenne ugruntowały jego pozycję jako modnego uzdrowiska i letniska.

Po II wojnie światowej Krościenko na powrót stało się znaczącym ośrodkiem leczniczym, letniskowym i turystycznym, jednakże po połączeniu ze Szczawnicą w 1973 r. w jeden ośrodek miejski, jego znaczenie znacznie zmalało. Pod koniec lat 80. XX w. obie miejscowości stały się znowu samodzielnymi miastami.

Wody mineralne w Krościenku (dzielnica Zawodzie) znane są przede wszystkim z trzech źródeł – „Stefan", „Michalina" i „Maria" („Anna"), ujętych i pięknie zabudowanych. Wypływają z utworów piaskowcowo-łupkowych zaliczanych do warstw szczawnickich (paleogen dolny). Nadmienić należy, że źródła te, aż do początku lat 60. były w rękach prywatnych rodziny Dziewolskich i dopiero w późniejszym okresie zostały upaństwowione. W konkluzji K. Karwan (1989) stwierdził, że w Krościenku występują wody mineralne z zawartością dwutlenku węgla, w swym składzie chemicznym podobne do wód szczawnickich.

Na przełomie lat 1997-98 opracowana została w Przedsiębiorstwie Geologicznym S.A. w Krakowie *Dokumentacja hydrogeologiczna zasobów dyspozycyjnych wód podziemnych (zwykłych i leczniczych) na obszarze miasta Szczawnica i gminy Krościenko nad Dunajcem* (Józefko, 1998). Według danych tam zawartych, na obszarze Krościenka nad Dunajcem znajdowały się źródła: „Stefan", „Michalina", „Maria" i „Dzikie" oraz „Z-1" i „Z-2".

Zatwierdzone w kat. "B" zasoby eksploatacyjne wód leczniczych z ujęć „Stefan" i „Michalina" wynoszą:

ujęcie „Stefan": 0,26 l/min = 0,016 m^3/h przy rzędnej przelewu 484,44 m n.p.m.,
typ wody: 0,59 % HCO_3-Cl-Na, CO_2, Br, J, HBO_2,

ujęcie „Michalina": 0,34 l/min = 0,020 m^3/h przy rzędnej przelewu 484,44 m n.p.m.,
typ wody: 0,33 % HCO_3-Cl-Na-Ca, CO_2, J, HBO_2.

W ww. dokumentacji przedstawiono do zatwierdzenia zasoby źródeł: „Maria", „Dzikie", „Z-1" i „Z-2" w ilości:

Źródło „Maria”:

Q = 0,40 l/min tj. 0,57 m^3/d, H_s = 538,0 m n.p.m.

Typ wody: 0,33% HCO_3-Cl-Na-Ca, CO_2, HBO_2.

Źródło „Dzikie”:

Q = 0,15 l/min tj. 0,21 m^3/d, H_s = 537,8 m n.p.m.

Typ wody: 0,25% HCO_3-Ca-Na, CO_2, HBO_2.

Źródło „Z-1”:

Q = 0.70 l/min tj. 1,00 m^3/d, H_s = 440,5 m n.p.m.

Typ wody: 0,18% HCO_3-Cl-Na-Ca, HBO_2.

Źródło „Z-2”:

Q = 0,25 l/min tj. 0,36 m^3/d, H_s = 440,5 m n.p.m.

Typ wody: 0,21% HCO_3-Na-Ca, HBO_2.

Aktualnie źródła „Dzikie”, „Z-1” i „Z-2” zanikły. Do celów pitnych przez miejscową ludność, turystów i kuracjuszy wykorzystywane są tylko źródła „Stefan”, „Michalina” i „Maria”.

W ramach realizacji niniejszego opracowania nawiązano kontakt z Urzędem Gminy Krościenko nad Dunajcem i uzyskano od wójta gminy deklarację gotowości szerokiej współpracy przy realizacji tematu. Zadeklarowana pomoc obejmuje również współpracę przy poszukiwaniu gruntów, na których można byłoby wykonać planowany otwór rozpoznawczo-badawczy. W ramach przeprowadzonych prac terenowych pobrano próbkę wody ze źródła „Maria” (fot. 4.2.1). Źródło to jest udostępnione i wyposażone zostało w pompę ręczną typu „abisynka”. W związku z tym brak jest możliwości wykonania pomiaru wydajności źródła.

Fot. 4.2.1. Źródło wody leczniczej „Maria" w Krościenku nad Dunajcem (fot. R. Patorski)

W poniższej tabeli zestawiono otrzymane wyniki pomiarów terenowych wykonanych w sierpniu 2020 r.

Tabela 4.2.6. Wyniki pomiarów „in situ" wykonane na źródle „Maria"

Nazwa	Lokalizacja	PEW [mS/cm]	pH	Temp. [°C]	Uwagi
Źródło „Maria"	Krościenko nad Dunajcem	3353	6,43	11,0	Pomiar CO_2 karatem 1569 mgCO_2/l

Analiza wody wykonana została przez laboratorium Eurofins OBIKŚ Polska Sp. z o.o., ul. Owocowa 8, 40-158 Katowice. Pełne wyniki analizy przedstawiono na załączniku 1.1.

Na podstawie przeprowadzonej analizy wodę ze źródła Maria można scharakteryzować jako czterojonową, szczawę wodorowęglanowo-chlorkowo-wapniowo-sodową o mineralizacji 3547 mg/dm^3. Zawartość dwutlenku węgla rozpuszczonego w wodzie wyniosła 1569 mg CO_2/dm^3. Zawartość radonu oznaczono na poziomie 4,8 Bq/dm^3. Jon wodorowęglanowy występuje w ilości 2050 mg/dm^3 (75% mval), chlorkowy w ilości 390 mg/dm^3 (24%mval), wapniowy w ilości 424 mg/dm^3 (45% mval), a sodowy w stężeniu 484 mg/dm^3 (44% mval). Pozostałe jony główne występują w ilościach: siarczanowy – <2,0 mg/dm^3, magnezowy – 47,7 mg/dm^3 (8% mval).

4.3. LESKO

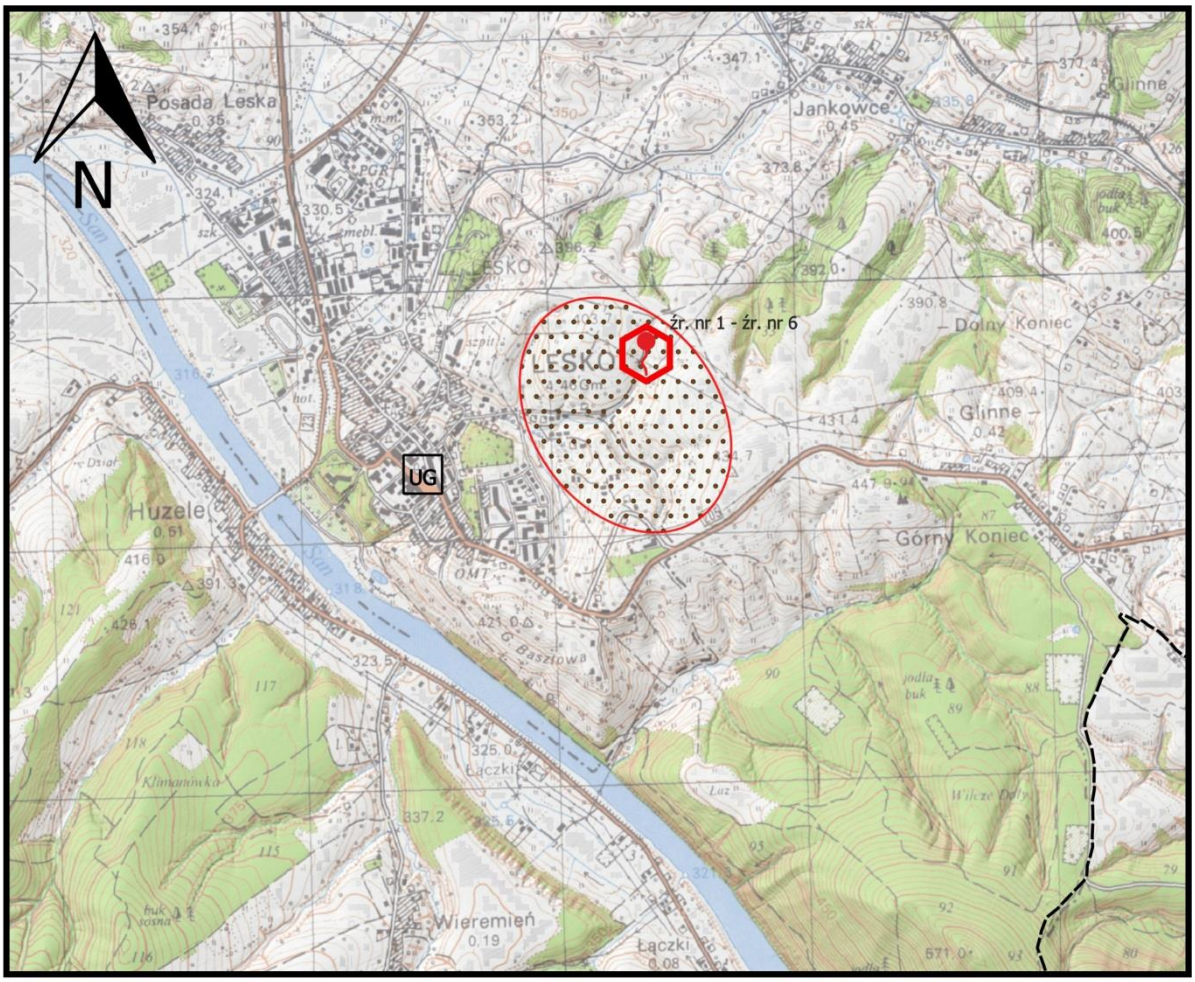
4.3.1. Wstęp

Rejon Leska jest obszarem perspektywicznym dla pozyskaniu wód leczniczych, siarczkowych. W celu rozpoznania warunków geologiczno-złożowych występowania wód leczniczych w rejonie Leska, pod kątem ich wydobycia i zagospodarowania, przewiduje się wykonanie jednego otworu poszukiwawczo-rozpoznawczego o głębokości do 100 m. Przewidywana wydajność ujęcia wód leczniczych to 2,0-3,0 m^3/h.

4.3.2. Charakterystyka obszaru perspektywicznego dla ujęcia wód leczniczych

Położenie administracyjne

Obszar perspektywiczny dla ujęcia wód wyznaczony został w miejscowości Lesko (gmina Lesko, powiat leski, województwo podkarpackie), położonej około 15 km na południowy wschód od Sanoka (ryc. 4.3.1).



Objaśnienia:

źr. nr 1 - źr. nr 6

Źródło (opróbowanie źródła nr 1)

Obszar perspektywiczny dla poszukiwania wód leczniczych

Granica gminy Lesko

UG Siedziba Urzędu Gminy w Lesku

Ryc. 4.3.1. Lokalizacja obszaru perspektywicznego dla ujęcia wód leczniczych na tle mapy poglądowej rejonu Leska

Na ryc. 4.3.1, 4.3.2, 4.3.3, 4.3.4, 4.3.5. pokazano rejon perspektywiczny dla poszukiwania wód leczniczych Ewentualna lokalizacja otworu poszukiwawczo-rozpoznawczego w tym rejonie zaakceptowana została przez burmistrza Miasta i Gminy Lesko. Omawiany teren znajduje się w obrębie arkusza nr 1058 (Lesko) mapy topograficznej Polski w skali 1:50 000.

Położenie fizyczno-geograficzne

Według podziału fizycznogeograficznego Polski przedmiotowy obszar jest położony w obrębie mezoregionu Gór Sanocko-Turczańskich (nr 522.11;wg Kondracki, 2009), który wchodzi w skład makroregionu Beskidów Lesistych. Góry Sanocko-Turczańskie charakteryzują się układem rusztowym, czyli systemem równoległych pasm górskich, przedzielonych dolinami rzek lub potoków. Wysokość gór rośnie w kierunku południowo wschodnim. Główne pasma Gór Sanocko-Turczańskich to: Chwaniów, Góry Słonne, Żuków i Wyżyna Wańkowej, Grupa Laworty (Dział, Pasmo Małego i Wielkiego Króla oraz Kamienna Laworta), masyw Ostrego, Jawor i Stożek, Hoszowskie Góry Rusztowe, masyw Jaworników i masyw Magury Łomniańskiej. Najwyższym szczytem pasma jest Magura Łomniańska (1024 m n.p.m.), a na terenie Polski Jaworniki (909 m n.p.m.).

Hydrografia terenu objętego badaniami

Omawiany obszar znajduje się w dorzeczu Wisły (zlewnia I rzędu), w regionie wodnym górnej Wisły, na terenie działania Regionalnego Zarządu Gospodarki Wodnej w Krakowie i obejmuje zlewnię Sanu (zlewnia II rzędu). Przedmiotowy rejon znajduje się w obrębie Jednolitej Części Wód Powierzchniowych (JCWP) nr RW200015223319 – San od Zbiornika Myczkowce do Tyrawki. Jest to sztuczna jednolita część wód typu rzecznego o dobrym stanie, niezagrożona ryzykiem nieosiągnięcia celów środowiskowych. Omawiany obszar jest pozbawiony naturalnych zbiorników wód powierzchniowych. W Lesku znajdują się natomiast stawy hodowlane, a w odległości około 5 km na południowy wschód od miasta znajduje się Jezioro Myczkowskie i dalej Jezioro Solińskie. Teren, na którym znajduje się źródło leży poza granicami obszarów zagrożonych podtopieniami (https://geolog.pgi.gov.pl/).

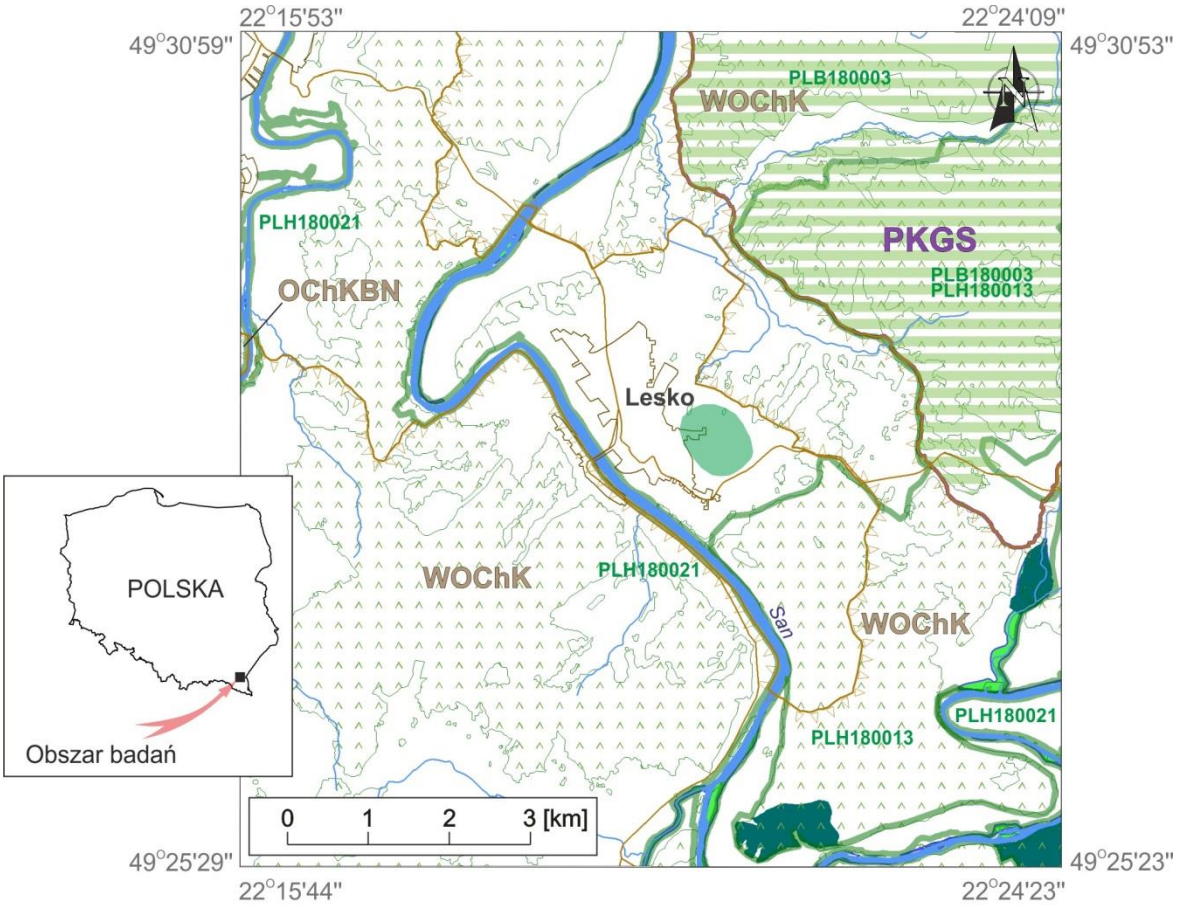
Klimat

Miejscowość Lesko charakteryzuje się występowaniem klimatu górskiego o stosunkowo silnych cechach kontynentalnych. Kształtują go masy powietrza polarnomorskiego, polarno-kontynentalnego i arktycznego, czego efektem są chłodne wiosny i pogodne, późne lata. Średnia roczna temperatura powietrza wynosi 6,4°C (latem 16,9°C, zimą -6,5°C). Wahania temperatury w ciągu roku wynoszą 23,4°C. Suma rocznych opadów atmosferycznych mieści się w przedziale od 800 do 850 mm, średnio 808 mm. Najobfitsze opady występują w okresie letnim z maksimum w czerwcu, najmniejsze zaś w okresie zimowym, zwłaszcza w lutym. Okres wegetacyjny trwa 209 dni. Przeważają wiatry południowe (Lorenc, red., 2005).

4.3.3. Stan środowiska w rejonie badań

Wskazany obszar perspektywiczny dla ujęcia wody leczniczej (siarczkowej) znajduje się poza granicami obszarów występowania form przyrody prawnie chronionych w myśl *ustawy z dnia 16 kwietnia 2004 r. o ochronie przyrody* (Dz. U. 2016 poz. 2134 t.j.). Znajduje się on natomiast w obrębie Wschodniobeskidzkiego Obszaru Chronionego Krajobrazu. Obszar obejmuje południowo-wschodnie i wschodnie tereny województwa podkarpackiego należące do Beskidów Wschodnich. Obszar ten stanowi otulinę dla parków krajobrazowych: Gór Słonnych, Ciśniańsko-Wetlińskiego i Doliny Sanu, które z kolei otaczają Bieszczadzki Park Narodowy. Dzięki takiemu układowi obszarów chronionych o zróżnicowanych reżimach ochronnych i odmiennych funkcjach, udało się stworzyć w tym regionie modelowy system obszarów chronionych, w którym najcenniejsze walory parku narodowego są otoczone parkami krajobrazowymi, a te z kolei – najrozleglejszym i najłagodniejszym pod względem reżimu ochronnego – Wschodniobeskidzkim OChK. Walory przyrodnicze i krajobrazowe tego terenu są bardzo cenne. Beskidy Wschodnie odznaczają się dużą lesistością i względnie małym stopniem przekształcenia antropogenicznego. Na piękno krajobrazu składa się również mozaika pól, łąk i pastwisk wraz z zabudową wsi i miasteczek. Walory przyrodnicze są związane przede wszystkim z siedliskami buczyn karpackich, obfitujących w gatunki rzadkie i chronione (www.gdos.gov.pl). Ewentualne wykonanie otworu pozostaje w zgodzie z celami ochrony krajobrazu.

Na południowy wschód przebiega granica obszaru siedliskowego sieci Natura 2000 – Ostoja Góry Słonne, natomiast na południowy zachód znajduje się obszar siedliskowy sieci Natura 2000 – Dorzecze Górnego Sanu. Nieco dalej, w odległości około 2 km na północny wschód wyznaczono Park Krajobrazowy Gór Słonnych, którego granice pokrywają się z obszarem ptasim sieci Natura 2000 – Góry Słonne (ryc. 4.3.2, 4.3.3.). Ponadto omawiany obszar znajduje się w granicach Lokalnego Zbiornika Wód Podziemnych nr 431 – Zbiornik warstw krośnieńskich Sanok-Lesko (Mikołajków, Sadurski, red., 2017). W rejonie obszaru perspektywicznego dla poszukiwania wód leczniczych nie stwierdzono stref ochronnych ujęć wód podziemnych oraz obszarów i terenów górniczych utworzonych dla złóż kopalin.



LEGENDA:

- rejon perspektywiczny dla poszukiwania wód leczniczych
- granica Parku Krajobrazowego Gór Słonnych (PKGS)
- rezerwat przyrody
- granica obszaru chronionego krajobrazu

OChKBN - Obszar Chronionego Krajobrazu:
Wschodniobeskidzki Obszar Chronionego Krajobrazu (WOChK),
Obszar Chronionego Krajobrazu Beskidu Niskiego (OChKBN)

- Specjalny Obszar Ochrony siedlisk (SOO):

PLH180013 - Ostoja Góry Słonne, PLH180021 - Dorzecze Górnego Sanu

- Obszar Specjalnej Ochrony (OSO)

PLB180003 - Góry Słonne

- mokradła
- rzeki
- lasy
- miasto
- drogi

Ryc. 4.3.2. Lokalizacja obszaru perspektywicznego dla ujęcia wód leczniczych na tle obszarów chronionych

Ryc. 4.3.3. Lokalizacja obszaru perspektywicznego dla ujęcia wód leczniczych na tle fragmentu Mapy geośrodowiskowej Polski w skali 1:50 000, ark. Lesko (1058) (Formowicz, Grędysa, 2016d)

4.3.4. Uzasadnienie lokalizacji i głębokości wiercenia

W ramach niniejszego opracowania w rejonie Leska wyznaczono rejon perspektywiczny dla poszukiwań wód leczniczych (ryc. 4.3.1). Rejon Leska jest słabo rozpoznany hydrogeologicznie pod kątem występowania i parametrów hydrogeologicznych poziomów wodonośnych wód leczniczych. Rejon perspektywiczny wyznaczony został w oparciu o stwierdzone wystąpienia wód leczniczych (źródła) oraz archiwalne wyniki badań prowadzonych podczas wierceń w tym rejonie.

Wykonanie otworu poszukiwawczo-rozpoznawczego w tym rejonie zaakceptowane zostało przez burmistrza Leska. Przewiduje się, że odwiert wykonany zostanie do głębokości około 100 m. Jest to głębokość, która uwzględnia już zróżnicowanie warunków geomorfologicznych w obrębie wyznaczonych rejonów perspektywicznych.

Szczegółowa lokalizacja otworu jego konstrukcja oraz głębokość określona zostanie w projekcie robót geologicznych. Przy wyborze miejsca wykonania otworu należy wziąć pod uwagę następujące przesłanki:

- budowę geologiczną i warunki hydrogeologiczne,
- ukształtowanie terenu warunkujące możliwość prowadzenia prac wiertniczych a później łatwe doprowadzenie wody do miejsca docelowego,
- możliwość dojazdu urządzenia wiertniczego,
- zagospodarowanie działki.

W celu ujęcia wód leczniczych, siarczkowych należy zaprojektować i odwiercić hydrogeologiczny otwór poszukiwawczo-rozpoznawczy o głębokości około 100 m. Wyniki wiercenia pozwolą na dokładniejsze rozpoznanie potencjalnego złoża wód leczniczych oraz ocenę parametrów hydrogeologicznych w obrębie utworów warstw krośnieńskich.

4.3.5. Budowa geologiczna

Budowa geologiczna rejonu Leska pokazana została na ryc. 4.3.4.

Tektonika

Omawiany obszar jest położony w obrębie serii śląskiej i podśląskiej. W rejonie Leska wyróżnia się dwie jednostki niższego rzędu: antyklinę Sanoka-Sokołowej Woli-Bystrego i synklinę Leska-Czulni-Jawora-Stożka (Malata i in., 2014).

Północna część miasta wraz z okolicami rynku znajduje się w południowym skrzydle antykliny. Jest ona zbudowana z młodszych ogniw warstw krośnieńskich dolnych. Struktura

ta charakteryzuje się stromo stojącymi warstwami (upad około 80°). Południowe skrzydło antykliny wykazuje wyraźne ślady wtórnego fałdowania.

Synklina przebiega równolegle do wspomnianej antykliny. Jest wypełniona warstwami krośnieńskimi górnymi. Rozciąga się wąskim pasem z północnego zachodu na południowy wschód o słabo zaburzonym, monoklinalnym pochyleniu i miąższym skrzydle północnym. Upad warstw jest na ogół duży i wynosi 60-75°, miejscami ponad 80°.

Litostratygrafia

Najstarszymi utworami na omawianym obszarze są paleogeńsko-neogeńskie piaskowce i łupki warstw krośnieńskich dolnych. Najmłodszymi są czwartorzędowe utwory aluwialne oraz utwory zwietrzelinowe (Ryc. 4.3.4).

Warstwy krośnieńskie dolne

W obszarze badań wykształcone jako piaskowce drobno- lub średnioziarniste (typu leskiego), muskowitowe o spoiwie ilasto-kalcytowym typu porowego, barwy popielatoszarej. Grubsze ziarna – najczęściej rozproszone ziarna skaleni – występują rzadko. Miąższości ławic piaskowców miejscami dochodzą do 10 m, najczęściej jednak mają 1–2 m. Spoiwo piaskowców łatwo ulega wypłukaniu, przez co stają sią kruche i silnie rozsypliwe. Piaskowce przeławicane są cienkimi pakietami łupków szarych, marglistych, grubołupliwych, często mułowcowych lub drobnorytmicznym fliszem złożonym z tych łupków oraz cienko- i średnioławicowych, twardych piaskowców, niekiedy zaburzonych konwolutnie. W dolnej części profilu występują również przeławicenia (o grubości do kilku metrów) łupków brunatnych, często marglistych, ale miejscami również bezwapnistych. Miąższość piaskowców gruboławicowych typu leskiego jest zmienna, a w rejonie badań osiąga od 1400 do ponad 1800 m (Malata i in., 2014).

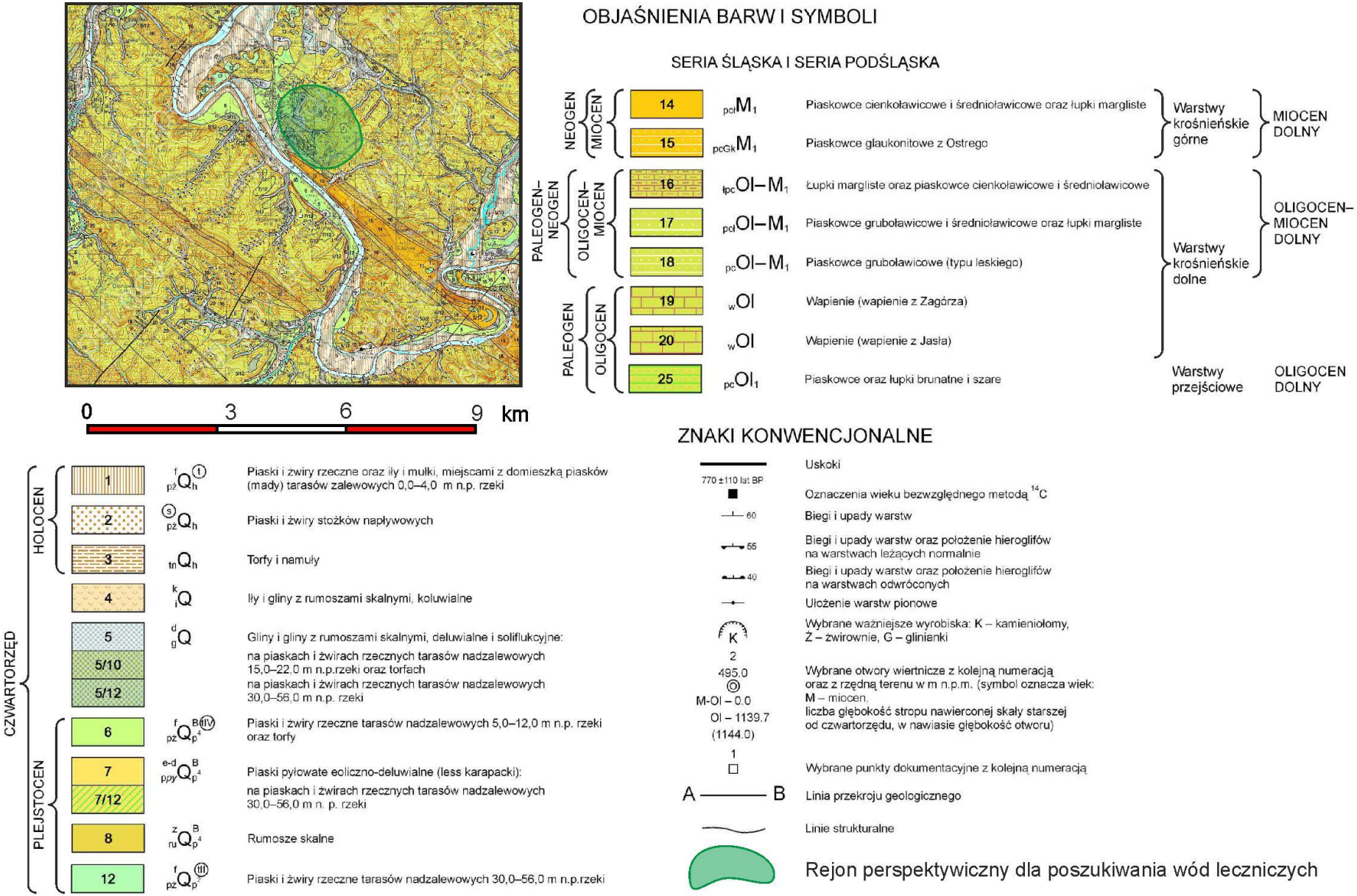
Utwory te przeważają w północnej i północno-wschodniej części Leska i to one stanowią zbiornik dla wód podziemnych wypływających ze źródeł.

W obszar badań wchodzi niewielki fragment serii łupkowo-piaskowcowej warstw krośnieńskich dolnych. Wykształcona ona jest jako drobno- lub średniorytmiczny flisz przeważnie z przewagą łupków. Składa się z łupków popielatoszarych, marglistych, często mułowcowych, grubo łupiących się. Przeławicają je piaskowce, zwykle cienko- i średnioławicowe, drobnoziarniste, twarde, muskowitowe, o spoiwie ilasto-wapnistym. Grubość ławic piaskowców nie przekracza zwykle 30 cm, ale są fragmenty profilu, gdzie dochodzi tylko do 5 cm (Malata i in., 2014).

Czwartorzęd

Osady czwartorzędowe na obszarze badań stanowią aluwia rzeczne zlodowacenia południowopolskiego i północnopolskiego. Osady rzeczne zlodowacenia południowopolskiego w części spągowej to żwiry z otoczakami o średnicy do 20–30 cm, często z otoczkami żelazistymi, scementowane $CaCO_3$. Ku stropowi osady stają się coraz drobniejsze, aż do frakcji piaszczystej. Są one coraz słabiej obtoczone i często zwietrzałe. Miąższość ich jest zmienna i waha się od 1 do 13 m.

Natomiast osady rzeczne (piaski i żwiry) zlodowacenia północnopolskiego wyścielają dna dolin, a w nie włożone są aluwia holoceńskie, o miąższości 2–9 m. (Malata i in., 2014) Na nich czasami rozwinęły się pokrywy soliflukcyjno-deluwialne (gliny i gliny z rumoszem skalnym).



Ryc. 4.3.4. Lokalizacja obszaru perspektywicznego dla ujęcia wód leczniczych na tle fragmentu Mapy geologicznej Polski w skali 1:200000, ark. Przemyśl-Kalników (Malata i in., 1997)

4.3.6. Warunki hydrogeologiczne

Poniższy opis warunków hydrogeologicznych rejonu zaczerpnięto z dokumentacji geologicznej wykonanej w 2018 r. (Sokołowski i in., 2018).

Wody zwykłe

Omawiany obszar znajduje się w obrębie regionu karpackiego (Paczyński red., 1995). Występują tu dwa piętra wodonośne: czwartorzędowy obejmujący dolinę Sanu i paleogeński (fliszowy) związany z warstwami krośnieńskimi Karpat zewnętrznych. W obrębie obydwu pięter wodonośnych wyznaczono główne zbiorniki wód podziemnych (GZWP). Część doliny Sanu znajduje się na obszarze GZWP nr 430 już poza obszarem badań, a utwory fliszowe w rejonie Leska są położone na obszarze LZWP nr 431 (Mikołajków, Sadurki, red., 2017). Czwartorzędowy poziom wodonośny budują osady rzeczne doliny Sanu wykształcone w postaci otoczaków piaskowcowych oraz żwirów, rzadziej piasków z uwagi na domieszki frakcji pylasto-ilastej (poza korytami górne partie żwirów i piasków bywają niekiedy w znacznym stopniu zaglinione). Warstwa żwirowa o miąższości 0,5-1,5 m i swobodnym zwierciadle wody występuje na terasie zalewowej pasem o szerokości około 45 m pomiędzy ujściem potoku Glinne a drogą Lesko-Solina. Z uwagi na mały zasięg, położenie i niską odporność na zanieczyszczenia nie ma znaczenia użytkowego. Zasilanie wód podziemnych odbywa się poprzez bezpośrednią infiltrację opadów atmosferycznych, a także infiltrację wód powierzchniowych. Najlepsze warunki infiltracji występują w obrębie kamieńców i tarasów holoceńskich Sanu, a więc tam gdzie występują utwory charakteryzujące się wysoką przepuszczalnością. W związku z brakiem właściwości retencyjnych poziom wodonośny w sąsiedztwie rzeki jest uzależniony ściśle od jej stanów. W rejonach, gdzie utwory czwartorzędowe charakteryzują się dużą zmiennością w profilu pionowym i w poziomym rozprzestrzenieniu oraz tam, gdzie przykryte są warstwą glin, infiltracja opadów bywa utrudniona, a co za tym idzie zasilanie jest ograniczone. W tych rejonach wody mogą występować pod niewielkim ciśnieniem. Współczynnik filtracji utworów zawodnionych wynosi 10 m/d, a wydajność potencjalna studni mieści się w przedziale 5-30 m^3/h (Chowaniec, Witek, 1998).

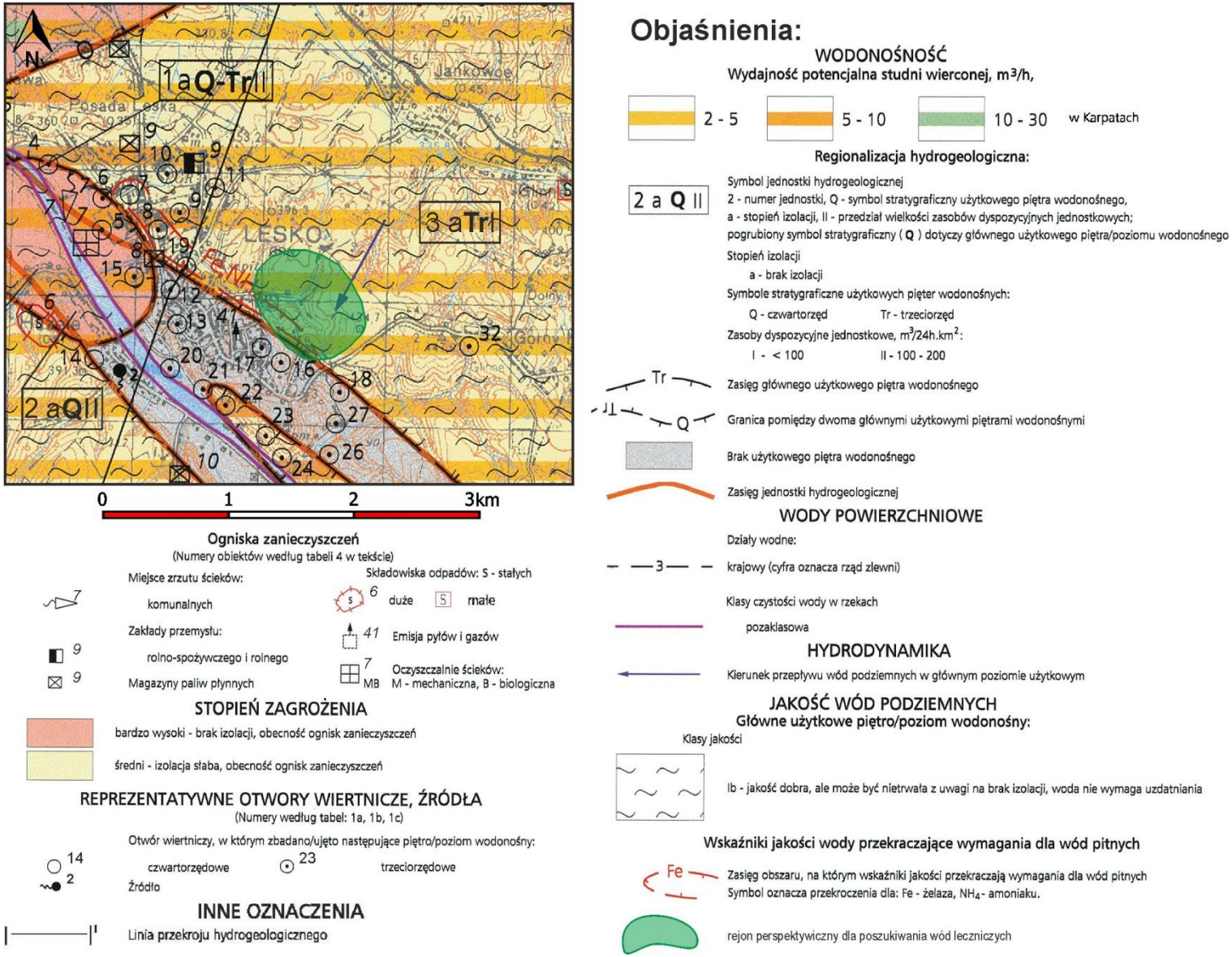
Poziom paleogeński jest zbudowany z utworów fliszowych wykształconych w postaci piaskowców gruboławicowych przekładanych łupkami ilasto-marglistymi, bądź z piaskowców średnioławicowych przeławicanych pakietami łupkowymi (warstwy

krośnieńskie dolne i górne). W okolicach Leska poziom ten jest dobrze rozpoznany. Warstwę wodonośną stanowi spękana strefa przypowierzchniowa warstw krośnieńskich dolnych, piaskowców glaukonitowych i warstw krośnieńskich górnych o miąższości do 60-80 m (Chowaniec i in., 1983). Stopień zawodnienia utworów fliszowych jest uzależniony od intensywności spękań i wielkości szczelin, upadu warstw, procentowego udziału piaskowców w profilu, częściowo od porowatości piaskowców i ukształtowania powierzchni terenu. W związku z powyższymi uprzywilejowanymi strefami krążenia wód są strefy większego zaangażowania tektonicznego, np. strefy uskokowe. Najkorzystniejsze warunki dla ujmowania wód podziemnych występują w piaskowcach glaukonitowych. Z utworów tych na terenie Leska z głębokości 50 m uzyskano dużą jak na warunki fliszowe wydajność 12-15 m^3/h, która później spadła do 8-9 m^3/h. Brak danych na temat wodonośności warstw krośnieńskich środkowych. Ich wychodnie południowego skrzydła znajdują się m.in. w korycie Sanu, co stwarza możliwość infiltracji wód powierzchniowych. Głębiej pojawiają się wody silnie zmineralizowane pochodzenia reliktowego. Zasilanie fliszowego poziomu wodonośnego odbywa się w drodze bezpośredniej infiltracji opadów atmosferycznych na wychodniach spękanych piaskowców, a także poprzez pokrywę zwietrzelinową o miąższości na ogół 1-3 m. Zwierciadło wody ma charakter nieciągły. Przepływ wód podziemnych odbywa się w strefie spękanej i zeszczelinowanej zgodnie z morfologią terenu, tzn. w kierunku dolin rzecznych. Poziom ten jest drenowany przez studnie na terenie miasta oraz przez opisywane źródła. Studnie ujmujące poziom fliszowy odznaczają się dużymi wahaniami zwierciadła wody, a w okresie susz często wysychają.

Poziom fliszowy jest odwadniany przez liczne źródła o bardzo zróżnicowanej wydajności, nieprzekraczającej z reguły 1 dm^3/s. Wskaźnik gęstości źródeł najczęściej mieści się w granicach 10-20 źródeł/km^2. Źródła wydajne i zlokalizowane na zboczach, w małej odległości od zabudowań wiejskich, stanowią często ujęcia dla lokalnych wodociągów. W niektórych rejonach wyznaczono obszary bezwodne, nie spełniające kryteriów stawianych poziomom użytkowym (Chowaniec, Witek, 1998). W obszarach tych jednak nie wyklucza się możliwości uzyskania wody w ilości powyżej 2 m^3/h (ryc. 4.3.5).

Wody poziomu fliszowego należą do średnio twardych, twardych i bardzo twardych (twardość ogólna 5,4-13,5 mval/dm^3). Utlenialność wód nie przekracza 3,5 mg/dm^3. Sucha pozostałość kształtuje się na poziomie 400-450 mg/dm^3. Zawartość związków żelaza wynosi od ilości śladowych do 1,25 mg/dm^3, przy czym obserwuje się wyraźny spadek zawartości

żelaza wraz ze wzrostem głębokości ujmowanych wód. Mangan występuje w stężeniu do 0,4 mg/dm^3. Zawartość chlorków kształtuje się na poziomie 20-40 mg/dm^3, maksymalnie w piaskowcach glaukonitowych ponad 140 mg/dm^3. Średnie stężenia siarczanów wynoszą 40-50 mg/dm^3.



Ryc. 4.3.5. Lokalizacja obszaru perspektywicznego dla ujęcia wód leczniczych na tle fragmentu Mapy hydrogeologicznej Polski w skali 1:50 000, ark. Lesko (1058) (Chowaniec, Witek, 1998)

Wody lecznicze

W okresie przedwojennym źródła wód siarczkowych stanowiły jedną z większych atrakcji Leska. Na miejscu znajdowała się drewniana pijalnia i budynek administracyjny zarządu źródeł. Teren ten cieszył się dużą popularnością i był licznie odwiedzany przez turystów. Budynek pijalni został rozebrany podczas wojny, a same źródła zostały zaniedbane. Obecnie ogólnodostępne są trzy źródła z wodą leczniczą. Dwa z nich mają udokumentowane zasoby, a trzecie nie ze względu na zmienne stężenie siarkowodoru. Dokładną ich charakterystykę podano w rozdziale 4.3.7.

Najstarsze zachowane analizy fizyko-chemiczne wód ze źródeł pochodzą z 1954 r. Pod koniec lat 80. XX wieku udokumentowano zasoby eksploatacyjne dwóch źródeł wód siarczkowych ujętych kręgami betonowymi (Sokołowski, 1977), dlatego zasoby były możliwe do ustalenia metodą sczerpywania. Opróbowanie źródeł przeprowadzono w dniach 13-21 stycznia 1977 r. w zakresie: pomiaru wydajności, temperatury wody, zwartości jonów chlorkowych i wodorowęglanowych oraz siarkowodoru. Na podstawie materiałów archiwalnych i badań terenowych ustalono zasoby eksploatacyjne (według stanu na dzień 31.01.1977 r.) dla źródła nr 1 w wysokości 0,176 m^3/h przy depresji 0,63 m i dla źródła nr 4 w wysokości 0,116 m^3/h przy depresji 0,59 m. Zasoby te zostały zatwierdzone decyzją nr KDH/013/4225/B/77 z dnia 27 maja 1977 r. W obydwu przypadkach wody scharakteryzowano jako słabo zmineralizowane, siarczkowe. Zasobów pozostałych źródeł nie przedstawiono do zatwierdzenia ze względu na zawartość azotanów. W trakcie badań stwierdzono, iż źródła znajdują się w złym stanie technicznym – ich obudowy są prawdopodobnie nieszczelne i do ujęć dopływa woda zwykła ze zboczy. Przypuszczalnie jest to przyczyna zanikania siarkowodoru w źródłach nr 2, nr 5 i nr 6.

Niskozmineralizowane wody siarczkowe Leska występują w strefie przypowierzchniowej. Są to wody młode, o intensywnej wymianie, pochodzenia infiltracyjnego, związane z górną strefą hydrochemiczną Karpat. Poziom wodonośny wód siarczkowych stanowią piaskowce i łupki warstw krośnieńskich (oligocen). Większość badaczy wiąże genezę siarkowodoru obecnego w wodach wypływających ze źródła z utlenianiem powszechnie obecnego, rozproszonego pirytu, rzadziej gipsu, który później ulega redukcji na większych głębokościach, w połączeniu z działalnością bakterii związanych z bituminami (Rajchel, 2000). Rzadziej spotyka się pogląd o wgłębnej genezie tego gazu, związanej z wodami chlorkowo-sodowymi oraz obecnością metanu lub dyskusyjnej genezie magmowej (Rajchel i in., 2002; 2007). Przyjmuje się również, że siarkowodór powstał w wyniku redukcji siarczanów przy współudziale węgla

pierwiastkowego zawartego w węglowodorach (Sokołowski, 1977). Utworami, z którymi genetycznie jest związany H_2S są warstwy krośnieńskie dolne. Wyniki badań źródeł wód siarczkowych w zachodniej części polskich Karpat, dowodzące m.in. wolnego przepływu wód oszacowanego metodami izotopowymi oraz stosunkowo dużej stałości wydajności i temperatury wód, każą przypuszczać, iż wody siarczkowe penetrują głębiej niż wody zwykłe drenowane przez inne źródła, zazwyczaj do głębokości kilkudziesięciu lub więcej metrów, gdzie jony siarczanowe podlegają częściowej redukcji do siarkowodoru, pojawiającego się w wypływach (Chowaniec, 2009). O obecności siarkowodoru świadczy, obok charakterystycznego zapachu, osad powstający na dnie niszy źródliskowej i wzdłuż drogi odpływu wody. Osady te tworzą kolonie bakterii siarkowych występujące w postaci frędzli, nitek, pajęczynowatych sieci, osadu, darni lub naskorupień w kolorze białym, różowym, fioletowym lub purpurowym. Białe kolonie, występujące niemal we wszystkich karpackich źródłach wód siarczkowych, tworzą nitkowate bakterie *Beggiatoa* i *Thiothrix*. Barwą fioletową odznaczają się bakterie *Thiocapsaroseopersicina*, a kolor różowy i purpurowy nadaje osadom obecność bakterii rodzaju *Chromatium*. Osady źródeł wód siarczkowych tworzą się na drodze chemicznej wskutek wytrącania się siarki i gipsu oraz biogenicznej jako rezultat metabolizmu bakterii siarkowych, czerpiących energię życiową z utleniania siarkowodoru i jego związków do siarki akumulowanej wewnątrz i na zewnątrz komórek (Kozak, 2016).

Przykładami typowych karpackich źródeł wód siarczkowych są omawiane wypływy w Lesku. Ponieważ źródła te były już obiektem wcześniejszych badań (Rajchel, 2000; Sokołowski, 1977) stąd poniżej przytoczono ich wyniki (tabela 4.3.1-4.3.3). Wskazują one, iż wahania mineralizacji mieszczą się w typowych dla tego typu źródeł granicach. Uwagę zwracają natomiast wysokie zawartości H_2S w wodach pobranych w latach 70. XX wieku. Temperatura wód źródlanych wykazuje nieznaczne wahania, uzależnione od temperatury otoczenia.

Tabela 4.3.1. Wyniki pomiarów wykonanych na wypływach w Lesku (Rajchel, 2000)

Źródło	Typ wody	Mineralizacja [g/dm^3]	Wydajność [l/min]	Odczyn [pH]	Temperatura [°C]	H_2S [mg/dm^3]
źródło nr 1	HCO_3-Ca-Mg, S	0,5	0,5	7,9	9,9	2,5
źródło nr 3	HCO_3-Ca-Mg, S	0,4	1,0	8,0	10,9	1,2
źródło nr 4	HCO_3-Ca-Mg,S	0,5	1,0	7,3	11,4	1,0
źródło nr 5	HCO_3-Ca, S	0,5	1,0	7,5	9,3	1,0

Tabela 4.3.2. Wyniki analiz wód pobranych z wypływów w Lesku (Rajchel, 2000)

Źródło	Jednostka	Na^+	K^+	Li^+	Sr^{2+}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Fe_T	Cl^-	SO_4^{2-}	HCO_3^-
źródło nr 1	mg/dm^3	21,69	1,10	0,02	0,34	66,47	23,23	0,01	13,30	15,06	307,00
	%mval	15,16	0,48	0,04	0,10	53,55	30,80	0,00	6,50	5,42	88,09
źródło nr 3	mg/dm^3	5,22	0,90	0,01	0,14	58,81	18,31	0,02	11,20	31,99	214,00
	%mval	4,90	0,42	0,00	0,00	62,47	32,19	0,00	7,14	14,73	78,12
źródło nr 4	mg/dm^3	9,55	0,95	0,01	0,20	71,33	23,41	0,02	15,40	28,18	278,00
	%mval	6,92	0,33	0,03	0,07	60,13	32,60	0,00	7,70	10,60	81,70
źródło nr 5	mg/dm^3	12,30	0,80	0,01	0,14	70,77	26,42	0,01	16,00	35,24	284,00
	%mval	8,48	0,32	0,00	0,05	56,48	34,72	0,00	7,70	12,50	79,76

Tabela 4.3.3. Wyniki analiz wód pobranych z wypływów w Lesku (Sokołowski, 1977)

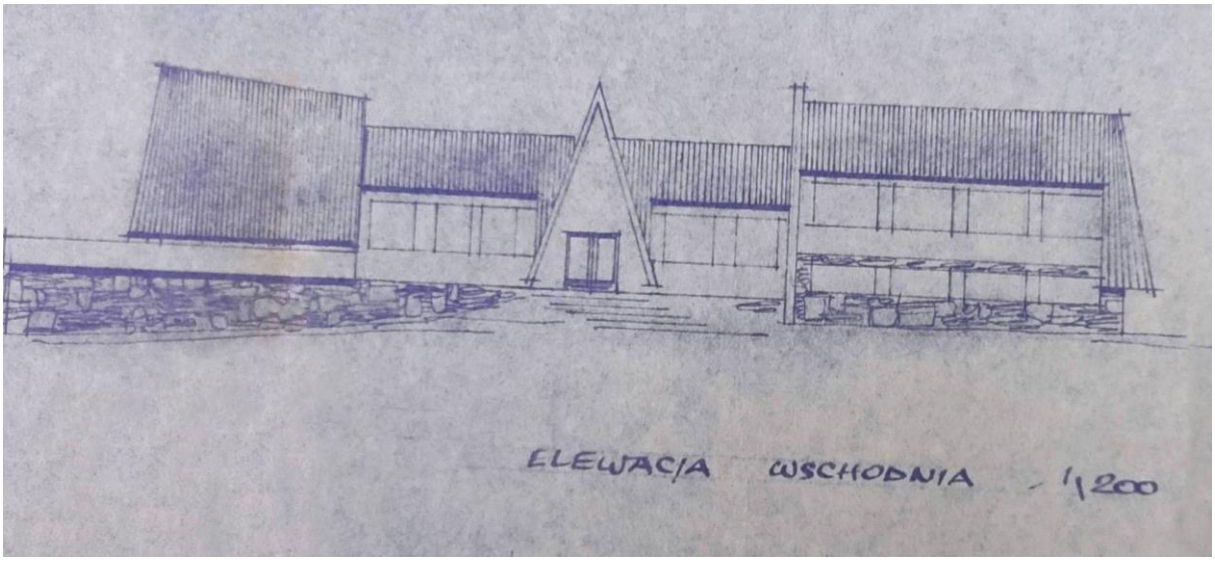
Źródło	Suma rozpuszczonych składników stałych [mg/dm^3]	Zawartość siarkowodoru [mg/dm^3]	Zawartość azotanów [mg/dm^3]
nr 1	427,4	4,08	-
nr 2	277,0	-	2,30
nr 3	296,0	2,00*	3,00
nr 4	439,0	4,42	-
nr 5	344,0	-	5,20
nr 6	305,0	-	4,40

dane z 1974 r., gwiazdką (*)oznaczono dane z 1977 r.

W trakcie dokumentowania zasobów eksploatacyjnych źródeł obecność H_2S stwierdzono w wodach ze źródeł nr 1, nr 3 i nr 4, czyli w źródłach zlokalizowanych w środkowej części doliny. Wody pozbawione H_2S wypływają ze źródeł usytuowanych w bocznych, zboczowych partiach doliny (źródła nr 2, nr 5 i nr 6). Przyjmuje się, iż są to wody infiltracyjne spływające bezpośrednio ze zboczy poprzez warstwę zwietrzeliny i wypływające po krótkim czasie w źródłach. Natomiast wody ze źródeł w centralnej części doliny pozostają w stanie równowagi dynamicznej pomiędzy wodami płytkiego i głębszego krążenia. Wody siarczkowe odznaczają się nieco wyższą mineralizacją niż wody zwykłe, co może wskazywać na dłuższy czas przebywania w ośrodku skalnym. Potwierdzeniem tego faktu, może być obecność azotanów w wodach źródeł nr 2, nr 5 i nr 6, stanowiących prawdopodobnie pozostałość nawozów azotowych stosowanych na polach powyżej doliny i spływających wraz z wodami po zboczach doliny. Wyjątkiem od powyższych prawidłowości jest źródło wody siarczkowej nr 3, co tłumaczy się bezpośrednim sąsiedztwem źródła wody zwykłej nr 2.

Niemalże równo z omówioną wyżej dokumentacją zasobów eksploatacyjnych pojawił się pomysł budowy zakładu przyrodoleczniczego. W wykonanej koncepcji uwzględniono budowę budynku, w którym planowano przeprowadzać kąpiele wannowe, masaż podwodny, inhalacje i irygacje, natryski, przewidziano również pomieszczenia na sauny oraz zabiegi fizykoterapii. Kubatura budynku określona została na 5100 m^3, na co

oprócz wymiennych powyżej składała się również cześć administracyjna oraz techniczna. Na poniższej rycinie (ryc. 4.3.6) przedstawiono szkic elewacji wschodniej planowanego budynku zakładu przyrodoleczniczego w Lesku.



Ryc. 4.3.6. Projekt wschodniej elewacji budynku zakładu przyrodoleczniczego w Lesku (mat. UMiG w Lesku)

Budynek zlokalizowany miał być na zachód od źródeł w kierunku szpitala, obecnie powiatowego. Mający wówczas powstać zakład przyrodoleczniczy mógłby stanowić zaplecze rehabilitacyjne dla tego szpitala. Niestety powstała koncepcja nie doczekała się nigdy realizacji.

4.3.7. Charakterystyka istniejących źródeł wód leczniczych

Poniższą charakterystykę źródeł wód leczniczych zaczerpnięto z dokumentacji geologicznej wykonanej w 2018 r. (Sokołowski i in., 2018).

W Lesku przy ul. Źródlanej występuje 6 źródeł rozmieszczonych wzdłuż biegnącego przy ulicy potoku na odcinku około 80 m. Źródła nie posiadają oficjalnych nazw, a w celu ich identyfikacji zostały kolejno ponumerowane. W literaturze (Rajchel, 2000) poszczególne wypływy pojawiają się pod nazwą: źródło nr 1 – „Julian”, źródło nr 2 – „Mieczysław”, źródło nr 3 – „Jadwiga”, źródło nr 4 – „Józef” i źródło nr 5 – „Antoni”.

Wszystkie źródła są ujęte w identyczny sposób. Posiadają obudowy z betonowych kręgów o średnicy Ø100 cm, przebijające się przez warstwę glin zwietrzelinowych i zagłębione w stropową część zwietrzałych utworów warstw krośnieńskich dolnych, przykryte betonowymi pokrywami z metalowymi włazami. W bocznych ścianach betonowych kręgów znajdują się wybite otwory odpływowe, którymi przelewa się woda. Głębiej, kilkadziesiąt centymetrów pod powierzchnią wody w obudowach, znajdują się

metalowe odpływy, obecnie nieczynne, służące dawniej do transportu wody podziemnym rurociągiem do pijalni. Poszczególne źródła różnią się między sobą tylko głębokością obudowy studziennej oraz głębokością umieszczenia przelewów:

- źródło nr 1: głębokość poniżej wierzchu obudowy – 240 cm, głębokość przelewu – 95 cm (Fot. 4.3.2.),
- źródło nr 2: głębokość poniżej wierzchu obudowy – 226 cm, głębokość przelewu – 100 cm (Fot. 4.3.3.),
- źródło nr 3: głębokość poniżej wierzchu obudowy – 242 cm, głębokość przelewu – 85 cm (Fot. 4.3.1.),
- źródło nr 4: głębokość poniżej wierzchu obudowy – 245 cm, głębokość przelewu – 100 cm (Fot. 4.3.4.),
- źródło nr 5: głębokość poniżej wierzchu obudowy – 615 cm, brak przelewu (Fot. 4.3.5.),
- źródło nr 6: głębokość poniżej wierzchu obudowy – 230 cm, głębokość przelewu – 100 cm (Fot. 4.3.6.).

Źródło nr 3 wyprowadza wody siarczkowe, które okresowo tracą swoje właściwości na skutek wahań stężenia siarkowodoru. Z tego też powodu nie zostały dotychczas uznane za lecznicze. Przy źródle jest wyraźnie odczuwalna woń siarkowodoru oraz biały nalot kolonii bakterii siarkowych na drodze odpływu wody. Ze źródeł nr 1 i 4 wypływają siarczkowe wody lecznicze. Przy źródłach odczuwa się wyraźny zapach siarkowodoru, a na drodze odpływu występuje biały osad kolonii bakterii siarkowych. Źródła posiadają ustalone zasoby eksploatacyjne. Woda ze źródeł nie jest wykorzystywana. Cieszą się one jednak dużą popularnością jako ogólnodostępne punkty czerpalne dla okolicznych mieszkańców i turystów. Sprzyja temu uporządkowanie okolicznego terenu i zagospodarowanie go do celów wypoczynkowych.

Ze źródła nr 6 wypływa woda zwykła. Wypływ wody następuje z wierzchniej warstwy zwietrzeliny, prawdopodobnie na skutek nieszczelności obudowy. Pozostałe źródła nr 2 i nr 5 również prowadziły wody zwykłe, jednak w okresie badań terenowych były suche.

Fot. 4.3.1. Źródło nr 3 (fot. J. Sokołowski)

Fot. 4.3.2. Źródło nr 1 (fot. J. Sokołowski)

Fot. 4.3.3. Źródło nr 2 (fot. J. Sokołowski)

Fot. 4.3.4. Źródło nr 4 (fot. J. Sokołowski)

Fot. 4.3.5. Źródło nr 5 (fot. J. Sokołowski)

Fot. 4.3.6. Źródło nr 6 (fot. J. Sokołowski)

W ramach realizacji niniejszego opracowania nawiązano kontakt z przedstawicielem Urzędu Miasta i Gminy Lesko i uzyskano od burmistrza deklarację szerokiej współpracy przy realizacji tematu. Zadeklarowana pomoc obejmuje również współpracę przy poszukiwaniu gruntów, na których można by było wykonać planowany otwór rozpoznawczo-badawczy. W ramach przeprowadzonych prac terenowych pobrano próbkę wody do badania fizyko-chemicznego ze źródła nr 1. Stwierdzono w nim wyraźny zapach siarkowodoru oraz występowanie osadów i bakterii wskazujących na zawartość w wodzie siarkowodoru. Źródła te są udostępnione miejscowej ludności (fot. 4.3.1.-4.3.6.).

W poniższej tabeli zestawiono otrzymane wyniki pomiarów terenowych wykonanych w sierpniu 2020 r.

Tabela 4.3.1. Wyniki pomiarów „in situ" źródła nr 1 w Lesku

Nazwa	Lokalizacja	PEW [µS/cm]	pH	Temp. [^{0}C]	Uwagi
Źródło nr 1	Lesko	464	7,63	11,3	źr. w parku, obudowane, ujęte, zapach H_2S + osad.

Analiza wody wykonana została przez laboratorium Eurofins OBIKŚ Polska Sp. Z o.o., ul. Owocowa 8, 40-158 Katowice. Pełne wyniki analiz przedstawiono na załączniku 1.2.

Na podstawie przeprowadzonej analizy wodę ze źródła można scharakteryzować jako trójjonową, wodorowęglanowo-wapniowo-magnezową. Zawartość radonu oznaczono na poziomie 8,4 Bq/dm^3. Jon wodorowęglanowy występuje w ilości 302 mg/dm^3 (83% mval), a wapniowy w stężeniu 58,9 mg/dm^3 (55% mval), magnezowy – 18,3 mg/dm^3 (28% mval). Pozostałe jony główne występują w ilościach: chlorkowy – 16,0 mg/dm^3 (8% mval, siarczanowy – 15,0 mg/dm^3 (5% mval), sodowy – 19,8 mg/dm^3 (16% mval). Mimo wyraźnego zapachu oraz widocznego osadu (fot. 4.3.2) zawartość H_2S wyniosła 0,31 mg/dm^3. Próbka wody na badanie zawartości H_2S pobrana została zgodnie z zaleceniami zawartymi w „Katalogu wybranych fizycznych i chemicznych wskaźników zanieczyszczeń wód podziemnych i metod ich oznaczania" (Witczak i in., 2013).

Badanie wody ze źródła nr 1 wykonane w ramach niniejszego opracowania nie potwierdziło występowania siarkowodoru w ilości powyżej 1 mg/dm^3. Jednakże z uwagi na wcześniejsze badania wody, wyraźny zapach siarkowodoru oraz biały osad kolonii bakterii siarkowych, autorzy uważają, że rejon ten jest obszarem perspektywicznym dla poszukiwania wód siarczkowych otworem poszukiwawczo-rozpoznawczym.

4.4. LIPNICA WIELKA

4.4.1. Wstęp

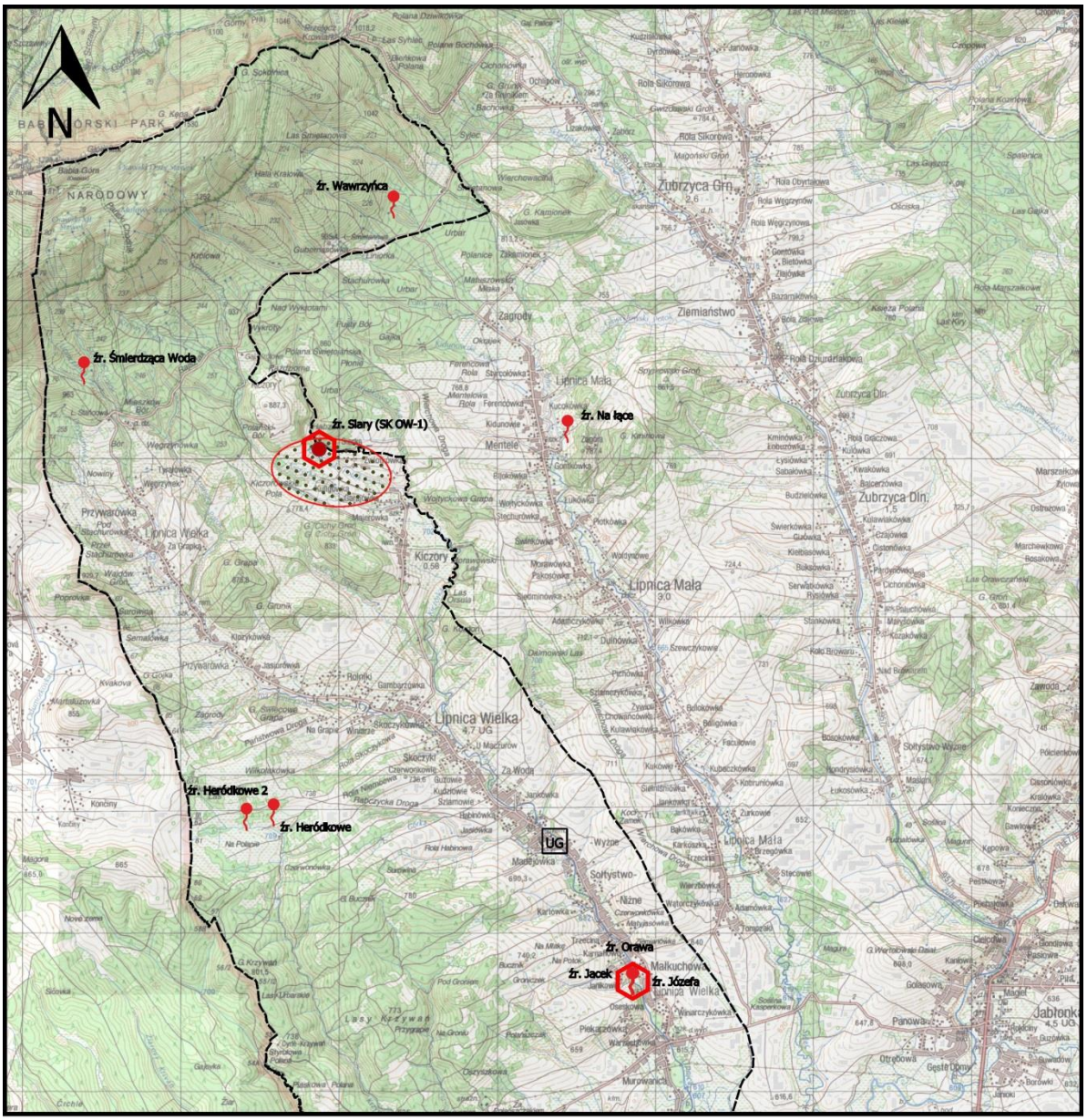
Rejon Lipnicy Wielkiej jest obszarem perspektywicznym dla pozyskaniu wód leczniczych, siarczkowych. W celu rozpoznania warunków geologiczno-złożowych występowania wód leczniczych w rejonie Lipnicy Wielkiej, pod kątem ich wydobycia i zagospodarowania, przewiduje się wykonanie jednego otworu poszukiwawczo-rozpoznawczego o głębokości około 150 m. Przewidywana wydajność ujęcia wód leczniczych to 2,0-3,0 m^3/h.

4.4.2. Charakterystyka obszaru perspektywicznego dla ujęcia wód leczniczych

Położenie administracyjne

Obszar perspektywiczny dla ujęcia wód leczniczych (siarczkowych) wyznaczony został w miejscowości Lipnica Wielka (gm. Lipnica Wielka, powiat nowotarski, województwo małopolskie). Ewentualna lokalizacja otworu poszukiwawczo-rozpoznawczego w tym rejonie zaakceptowana została przez wójta gminy Lipnica Wielka. Omawiany teren znajduje się w obrębie arkusza nr 1031 (Zawoja) mapy topograficznej Polski w skali 1:50 000 (ryc. 4.4.1).

Na ryc. 4.4.1, 4.4.2, 4.4.3, 4.4.4, 4.4.6. pokazano rejon perspektywiczny dla poszukiwania wód leczniczych.



Objaśnienia:

SK OW-1 Studnia kopana

Studnia kopana (opróbowana)

źr. Źródło

źr. Źródło (opróbowane)

Rejon perspektywiczny dla poszukiwania wód leczniczych

Granica gminy Lipnica Wielka

UG Siedziba Urzędu Gminy w Lipnicy Wielkiej

Ryc. 4.4.1. Lokalizacja obszaru perspektywicznego dla ujęcia wód leczniczych na tle mapy topograficznej rejonu Lipnicy Wielkiej

Położenie fizyczno-geograficzne

Według podziału fizycznogeograficznego Polski przedmiotowy obszar jest położony w obrębie Działów Orawskich (nr 513.513; wg Kondracki, 2009), które wchodzą w skład Beskidów Zachodnich. Działy Orawskie są przedłużeniem południowych stoków Babiej Góry, które na wysokości 800 – 900 m przechodzą w wydłużone, rozcięte erozyjnie grzbiety między dolinami potoków. Są to doliny dopływów Orawy: Zubrzycy, Syhleca, Lipnicy z Przywarówką, a po stronie Słowackiej doliny Rabczycy, Bystrej i Wężowca. Miejscowość Lipnica Wielka położona jest w dolinie potoku Lipnica. Wierzchowina Działów Orawskich na ogół nie przekracza wysokości 900 m. Graniczny szczyt Wajdów Groń osiąga wysokość 934 m n.p.m.

Hydrografia terenu objętego badaniami

Rejon Lipnicy Wielkiej w całości leży w zlewisku Morza Czarnego w dorzeczu Czarnej Orawy. Europejski dział wodny pomiędzy zlewniami Morza Czarnego i Bałtyckiego przebiega szczytami pasma babiogórskiego od granicy państwa w kierunku wschodnim, pokrywając się częściowo z północną granicą gminy Lipnica Wielka. Obszar odwadniany jest przez potoki płynące z północnego zachodu na południowy wschód, ze stoków Babiej Góry. Do największych należą Lipnica wpadająca do Czarnej Orawy oraz Krzywań wpadający bezpośrednio do Zbiornika Orawskiego. Jedynie niewielki fragment sztucznego Zbiornika Orawskiego leży w granicach Polski. Na omawianym obszarze występują liczne źródła. Gmina Lipnica Wielka położona jest w zlewni Czarnej Orawy oraz Wisły, które znajdują się w obszarze działania Regionalnego Zarządu Gospodarki Wodnej w Krakowie.

Przedmiotowy rejon znajduje się w obrębie Jednolitej Części Wód Powierzchniowych (JCWP) nr PLRW1200128222729 – Lipnica – ujście do Zbiornika Orawskiego.

Klimat

Omawiany teren znajduje się w zasięgu klimatu górskiego i podgórskiego o średniej rocznej temperaturze 5-6°C i niewielkich wahaniach średniej temperatury w ciągu roku, natomiast o znacznych wahaniach temperatur w ciągu doby. Charakteryzuje się on również długim okresem trwania pokrywy śnieżnej.

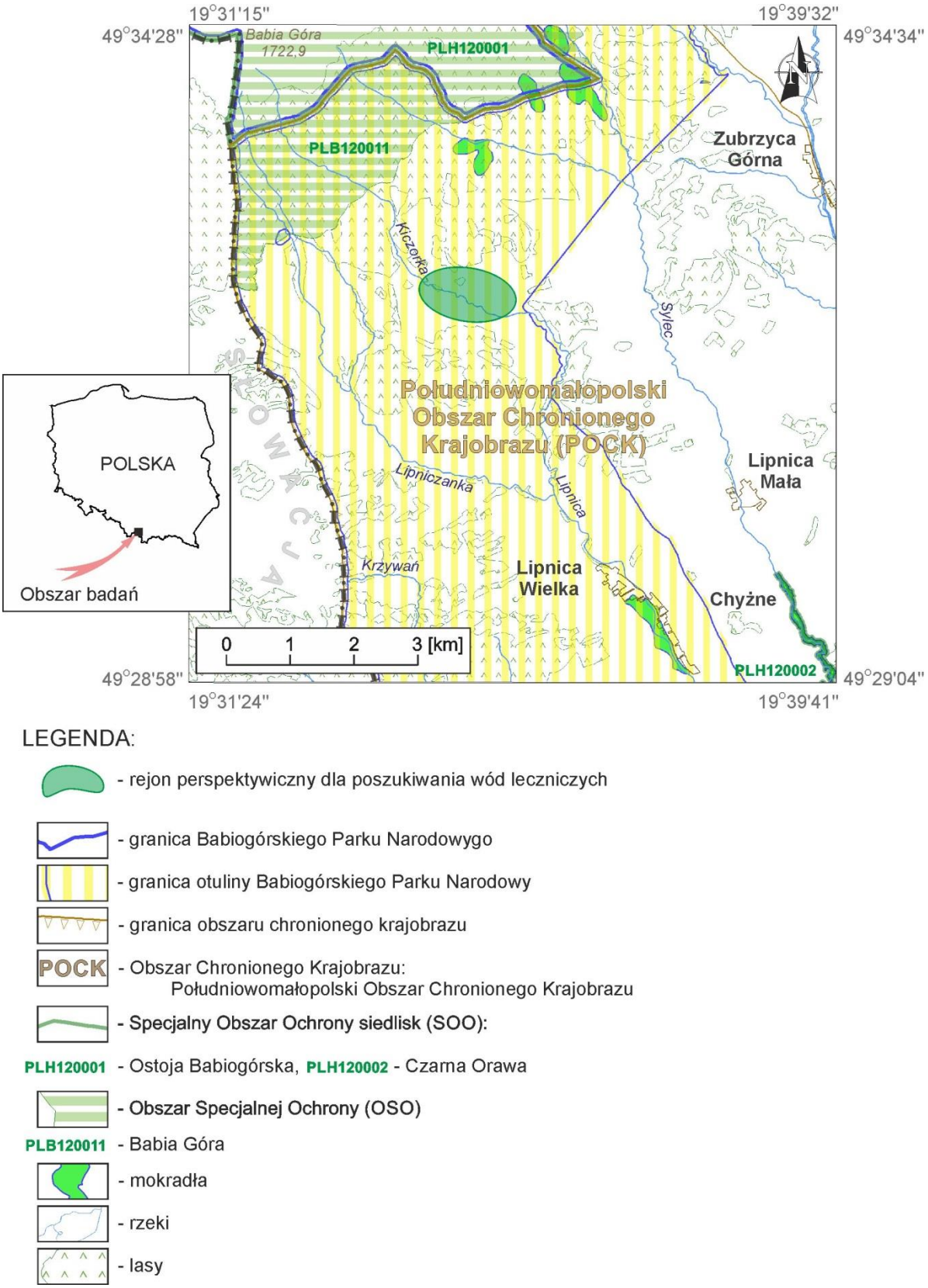
Suma rocznych opadów w rejonie Lipnicy Wielkiej jest wysoka i bardzo zmienna w zależności od położenia morfologicznego. Najwyższe opady, około 1200 mm/rok

występują w rejonie pasma babiogórskiego, a najniższe około 800 mm/rok w najniżej morfologicznie położonych terenach (Lorenc, red., 2005).

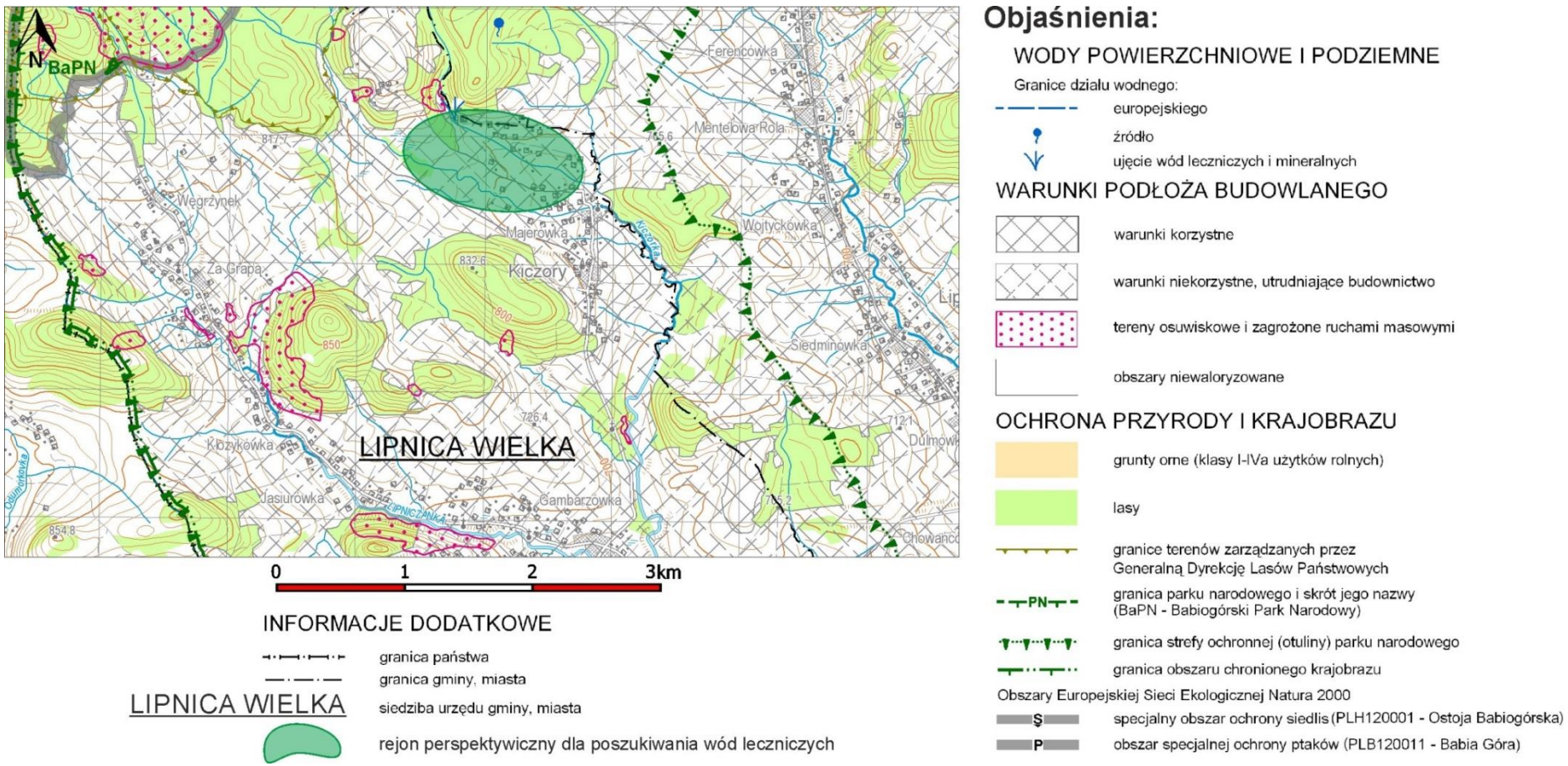
4.4.3. Stan środowiska w rejonie badań

Wskazany obszar perspektywiczny znajduje się w obrębie Południowomałopolskiego Obszaru Chronionego Krajobrazu oraz otuliny Babiogórskiego Parku Narodowego. Znajdują się na nim cenne zróżnicowane ekosystemy leśne, kompleksy torfowisk orawskich czy izolowane skałki Pasa Skalic Nowotarskich i Spiskich. Ewentualne wykonanie otworu pozostaje w zgodzie z celami ochrony krajobrazu.

W odległości około 3 km na północny-wschód od przewidywanego rejonu badań znajdują się: Obszar Specjalnej Ochrony (OSO) Babia Góra i Specjalny Obszar Ochrony Siedlisk (SOO) Ostoja Babiogórska, należące do Sieci Natura 2000 (ryc. 4.4.2, 4.4.3).



Ryc. 4.4.2. Lokalizacja obszaru perspektywicznego dla ujęcia wód leczniczych na tle obszarów chronionych



Ryc. 4.4.3. Lokalizacja obszaru perspektywicznego dla ujęcia wód leczniczych na tle fragmentu Mapy geośrodowiskowej Polski w skali 1:50 000, ark. Zawoja (1031) (Laskowicz i in., 2014b)

Obszar Specjalnej Ochrony (OSO) Babia Góra – PLB120011

Masyw Babiej Góry jest najwyższym pasmem górskim Beskidu Wysokiego, zbudowanym z fliszu karpackiego, w którego skład wchodzą głównie piaskowce, łupki i margle. Północne stoki są strome, powstałe w wyniku obrywów bloków skalnych. Charakteryzują się dużo bardziej urozmaiconą rzeźbą w porównaniu z południowymi, które są dużo łagodniejsze. Lasy zajmują ponad 90% obszaru. W drzewostanie dominuje świerk, jodła i buk. Bory jodłowo-świerkowe tylko w niewielkim stopniu niegdyś użytkowane gospodarczo, zachowały pierwotny charakter.

Obszar leży w obrębie Rezerwatu Biosfery „Babia Góra". Występuje w nim co najmniej 16 gatunków ptaków z Załącznika I Dyrektywy Ptasiej i 3 gatunki z Polskiej Czerwonej Księgi (PCK). Obszar jest ważny dla zachowania bioróżnorodności. Ostoja odznacza się bogatą florą (ok. 924 gat. roślin naczyniowych), a wśród niej występuje wiele gatunków rzadkich i zagrożonych oraz prawnie chronionych. Najcenniejszymi roślinami są okrzyn jeleni, który na Babiej Górze ma swoje jedyne stanowisko w Polsce i rogownica alpejska, takson endemiczny dla Babiej Góry.

Specjalny Obszar Ochrony (SOO) Ostoja Babiogórska - PLH120001

Specjalne Obszary Ochrony (SOO), wyznaczane są na podstawie Dyrektywy Siedliskowej w celu trwałej ochrony siedlisk przyrodniczych albo populacji zagrożonych wyginięciem gatunków roślin i zwierząt, albo w celu odtworzenia właściwego stanu siedlisk lub stanu tych populacji. Wyznaczenie obszaru Natura 2000, zmiana jego granic lub likwidacja następuje w drodze rozporządzenia Ministra Środowiska. Przedmiotowy teren leży w granicach proponowanego specjalnego obszaru ochrony siedlisk (SOO) o identycznej nazwie i kodzie jak OSO opisany powyżej. Granice obydwu obszarów pokrywają się w całości.

4.4.4. Uzasadnienie lokalizacji i głębokości wiercenia

W ramach realizacji niniejszego opracowania w rejonie Lipnicy Wielkiej wyznaczono rejon perspektywiczny dla poszukiwań wód leczniczych, siarczkowych (ryc. 4.4.3, 4.4.4, 4.4.6). Rejon Lipnicy Wielkiej jest słabo rozpoznany hydrogeologicznie pod kątem występowania i parametrów hydrogeologicznych poziomów wodonośnych wód leczniczych. Rejon perspektywiczny wyznaczony został w oparciu o stwierdzone wystąpienia wód leczniczych (źródła) oraz archiwalne wyniki badań prowadzonych podczas wierceń w tym rejonie. Wykonanie otworu poszukiwawczo-rozpoznawczego w tych rejonach zaakceptowane zostało przez wójta gminy Lipnica Wielka. Przewiduje się, że odwiert wykonany zostanie do głębokości około 150 m. Jest to głębokość, która uwzględnia już zróżnicowanie warunków geomorfologicznych w obrębie wyznaczonych rejonów perspektywicznych.

Szczegółowa lokalizacja otworu jego konstrukcja oraz głębokość określona zostanie w projekcie robót geologicznych. Przy wyborze miejsca wykonania otworu należy wziąć pod uwagę następujące przesłanki:

- budowę geologiczną i warunki hydrogeologiczne,
- ukształtowanie terenu warunkujące możliwość prowadzenia prac wiertniczych a później łatwe doprowadzenie wody do miejsca docelowego,
- możliwość dojazdu urządzenia wiertniczego,

zagospodarowanie działki.

Przewidywaną głębokość otworu określono na podstawie analizy budowy geologicznej, tektoniki i warunków hydrogeologicznych przedmiotowego terenu. Wodonośność utworów fliszu w strefie aktywnej wymiany zależy w głównej mierze od ilości i miąższości ławic piaskowców. W oparciu o wyniki wierceń i materiały archiwalne ocenia się generalnie głębokość strefy aktywnej wymiany w granicach badanego rejonu do ok. 150,0 m p.p.t.

W celu ujęcia wód leczniczych, siarczkowych należy zaprojektować i odwiercić hydrogeologiczny otwór poszukiwawczo-rozpoznawczy o głębokości około 150 m. Wyniki wiercenia pozwolą na dokładniejsze rozpoznanie potencjalnego złoża wód leczniczych oraz ocenę parametrów hydrogeologicznych w obrębie utworów warstw magurskich.

4.4.5. Budowa geologiczna

Charakterystykę budowy geologicznej rejonu Lipnicy Wielkiej przedstawiono na podstawie Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000 arkusz Zawoja (Książkiewicz, 1968). Omawiany teren obejmuje fragment części fliszowych Karpat zewnętrznych, a dokładniej jednostkę magurską (ryc. 4.4.4).

Są to serie piaskowcowo-łupkowe bądź łupkowo-piaskowcowe, w których stosunek ilości łupków do piaskowców jest zmienny. Największy udział w budowie geologicznej mają tu utwory warstw magurskich wieku kredowego i paleogeńskiego (ryc. 4.4.4). Skały są mocno spękane, zuskokowane i sfałdowane. Utwory fliszowe pokryte są czwartorzędowymi glinami zwietrzelinowymi o miąższości 1-3 m (Książkiewicz, 1968).

Kreda

Warstwy inoceramowe – ogniwo to występuje w rejonie Lipnicy Małej. Odsłaniają się tu niebieskawe piaskowce muskowitowe, średnio- i cienkoławicowe. Grubość wkładek łupkowych jest przeważnie mniejsza niż ławic piaskowcowych. W warstwach inoceramowych zdarzają się w niektórych miejscach wkładki gruboławicowych, gruboziarnistych piaskowców muskowitowych. Warstwy te najlepiej wykształcone są w Lipnicy Wielkiej, na wschód od przysiółka Przywarówka. Piaskowce zawierają dużą ilość blaszek muskowitu. Są one nierównoziarniste o ziarnach źle obtoczonych i obfitym spoiwie ilasto-kalcytowym. Położenie i wzajemne stosunki normalnych warstw inoceramowych i piaskowców muskowitowych wskazują, że warstwy te są facjami tego samego wieku.

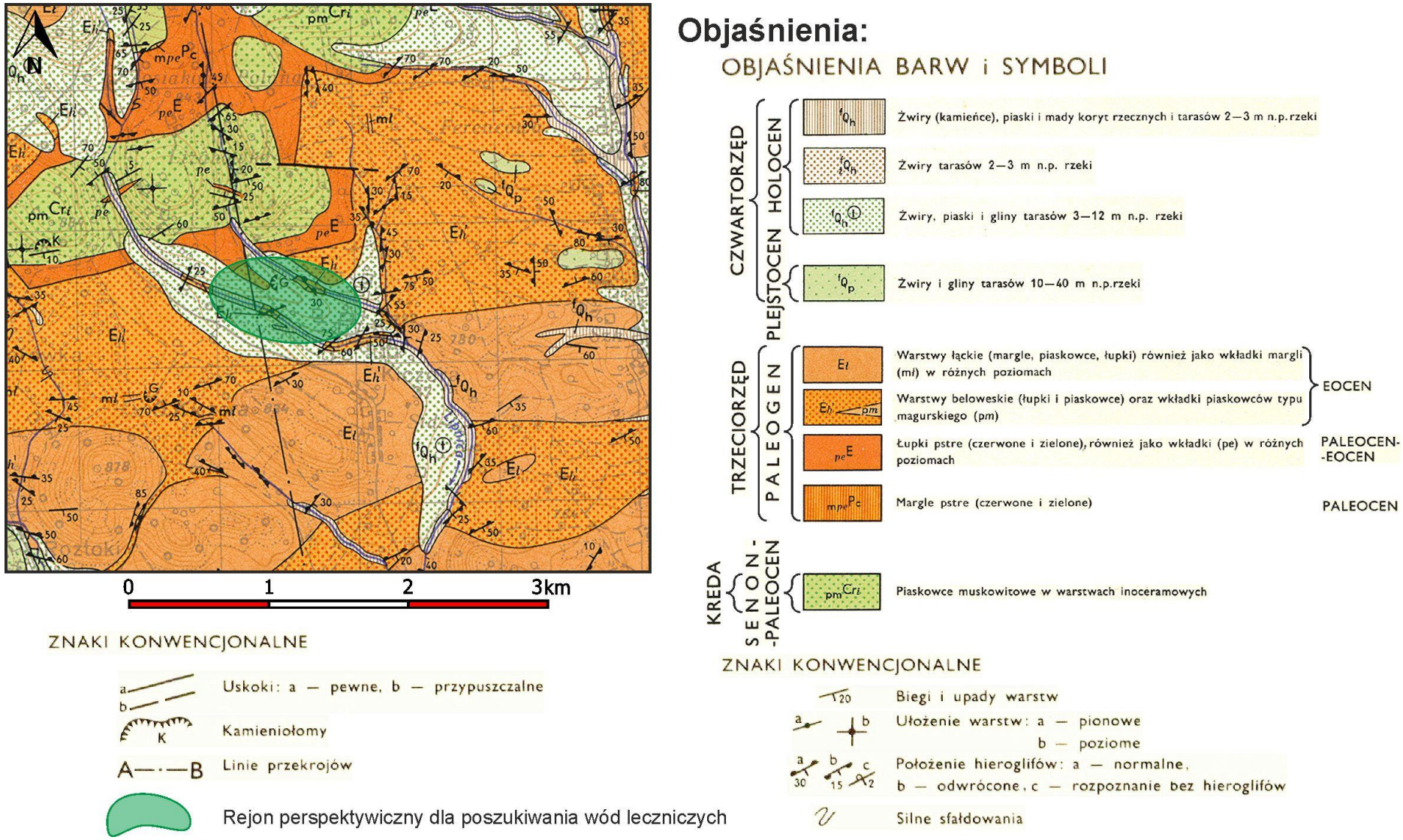
Paleogen

Łupki pstre – tworzą ogniwo samodzielne, leżące na osadach kredowych, a także tworzą wtrącenia w wyższych ogniwach eocenu. Występują one między Lipnicą Wielką i Małą. Ich miąższość dochodzi do 200 m. W skład tego ogniwa oprócz łupków czerwonych i zielonych, wchodzą częste i nieraz grube wkładki złożone z cienkoławicowych piaskowców glaukonitowych. Zdarzają się również wtrącenia wapnistych, muskowitowych piaskowców przypominających piaskowce warstw inoceramowych oraz twardych białych margli.

Warstwy beloweskie – występują na południe od pasma Babia Góra – Polica. Składają się one z naprzemianległych cienkoławicowych piaskowców i łupków. Piaskowce są szaroniebieskie, drobnoziarniste, wapniste, zawierające często sieczkę roślinną. Łupki są szarozielonawe, zielone lub ciemnoszare, zazwyczaj wapniste, rzadziej ilaste. Wkładki gruboziarniste są stosunkowo rzadkie. Miąższość warstw beloweskich wynosi od kilkunastu

do 500 m. W dolnej części warstw występują soczewki gruboławicowych, drobnoziarnistych, słabo wapnistych piaskowców, z niewielką ilością muskowitu. W dolnej części ogniwa trafiają się również cienkie (do 1 m) wkładki pstrych łupków, a w górnej części wkładki szarych margli.

Warstwy łąckie – ogniwo to najlepiej rozwinięte jest na południe od pasma Babia Góra – Polica (ryc. 4.4.4). Składa się ono z naprzemianległych piaskowców, margli i łupków, przy czym dominującym składnikiem są zazwyczaj margle. Margle są twarde, grubo łupiące się, na świeżo niebieskawe lub ciemnoszare, czasem czarne. Grubość ławic margli wynosi od kilkunastu cm do kilku metrów. Margle zawierać mogą cienkie wkładki brązowych rogowców. Piaskowce są najczęściej średnioławicowe, rzadziej cienkoławicowe.



Ryc. 4.4.4. Lokalizacja obszaru perspektywicznego dla ujęcia wód leczniczych na tle fragmentu Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski w skali 1:50 000, ark. Zawoja (1031) (Książkiewicz, 1968)

Najczęściej są to piaskowce drobnoziarniste, glaukonitowe, ale z reguły niemal każda ławica staje się w spągu gruboziarnista, a nawet zlepieńcowata. Wtedy obok kwarcu występują w skale okruchy łupków metamorficznych i wapieni. Spoiwo piaskowców jest zawsze wapienne. Ławice piaskowców przechodzą z reguły w margle, które niekiedy przykryte są cienkimi łupkami zielonkawymi, ilastymi lub marglistymi.

Piaskowiec magurski – ogniwo to składa się z naprzemianległych piaskowców i łupków, przy czym przeważają piaskowce. Piaskowce są przeważnie średnio- i gruboławicowe, średnioziarniste, czasem gruboziarniste o spoiwie wapienno-ilastym. Głównym składnikiem piaskowców jest kwarc, występujący w źle obtoczonych ziarnach. Podrzędnie występują w tym ogniwie cienkoławicowe piaskowce drobnoziarniste, nieraz z glaukonitem, przekładające się z zielonymi łupkami ilastymi. Pakiety warstw tego typu, o grubości kilku do kilkunastu metrów, przypominają warstwy hieroglifowe. Łupki są albo margliste, grubo łupiące się, nieraz muszlowo lub kulisto rozpadające się, albo ilaste – wtedy łupią się płytkowo lub liściasto. Grubość wkładek łupkowych jest zawsze mniejsza od grubości towarzyszących im piaskowców.

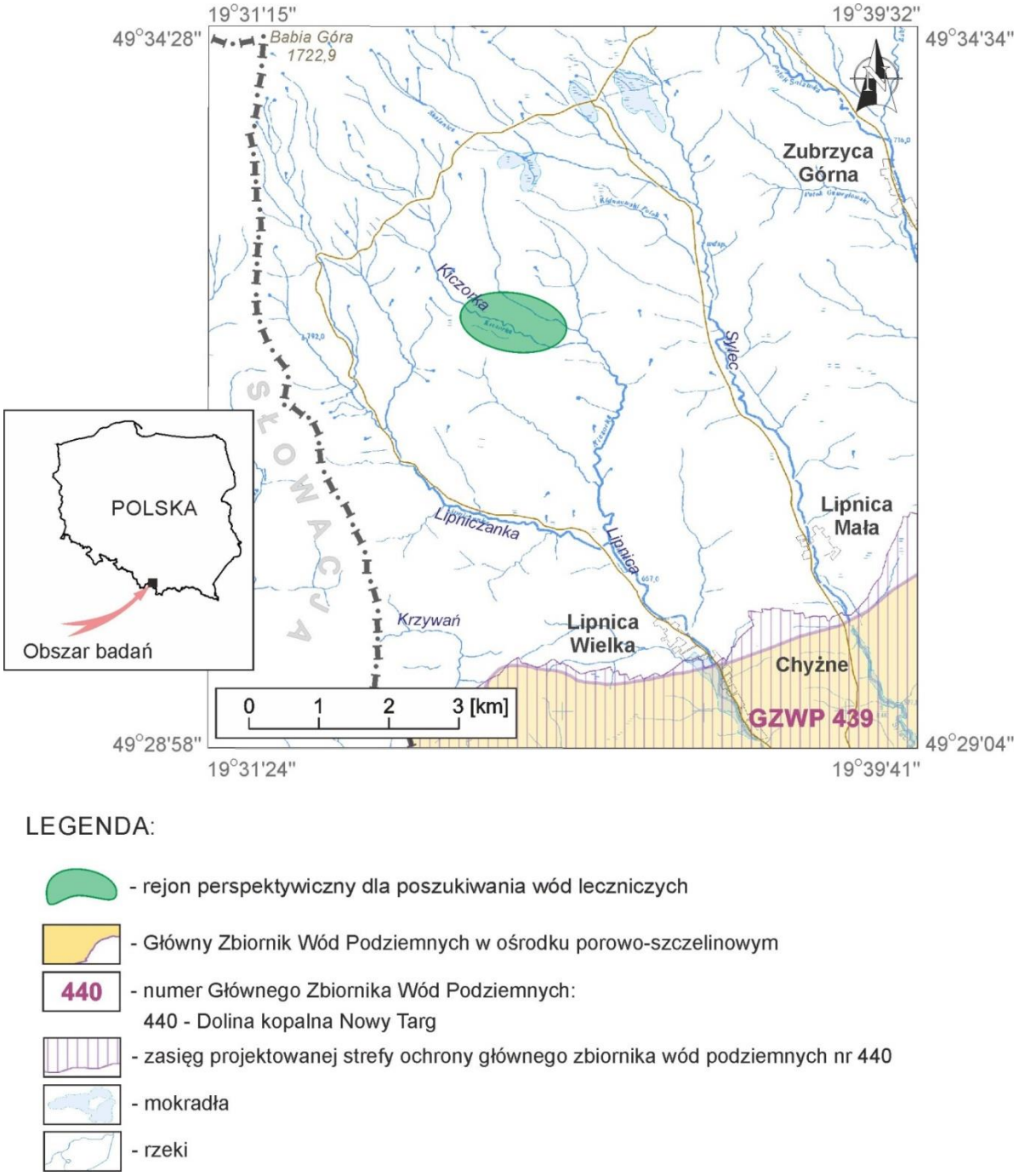
Czwartorzęd

Utwory czwartorzędowe w omawianym rejonie występują głównie w dolinie rzeki i na bardziej płaskich stokach. Plejstoceńskie gliny zwietrzelinowe występują na stokach, natomiast w dolinie widoczny jest holoceński taras zbudowany ze żwirów, piasków i glin, u podstawy którego widoczny jest skalny cokół. Tarasowi temu u podnóża Babiej Góry odpowiadają żwiry tworzące płaskie stożki, powstające u zbiegu strumieni spływających z pasma Babiej Góry (Książkiewicz, 1971).

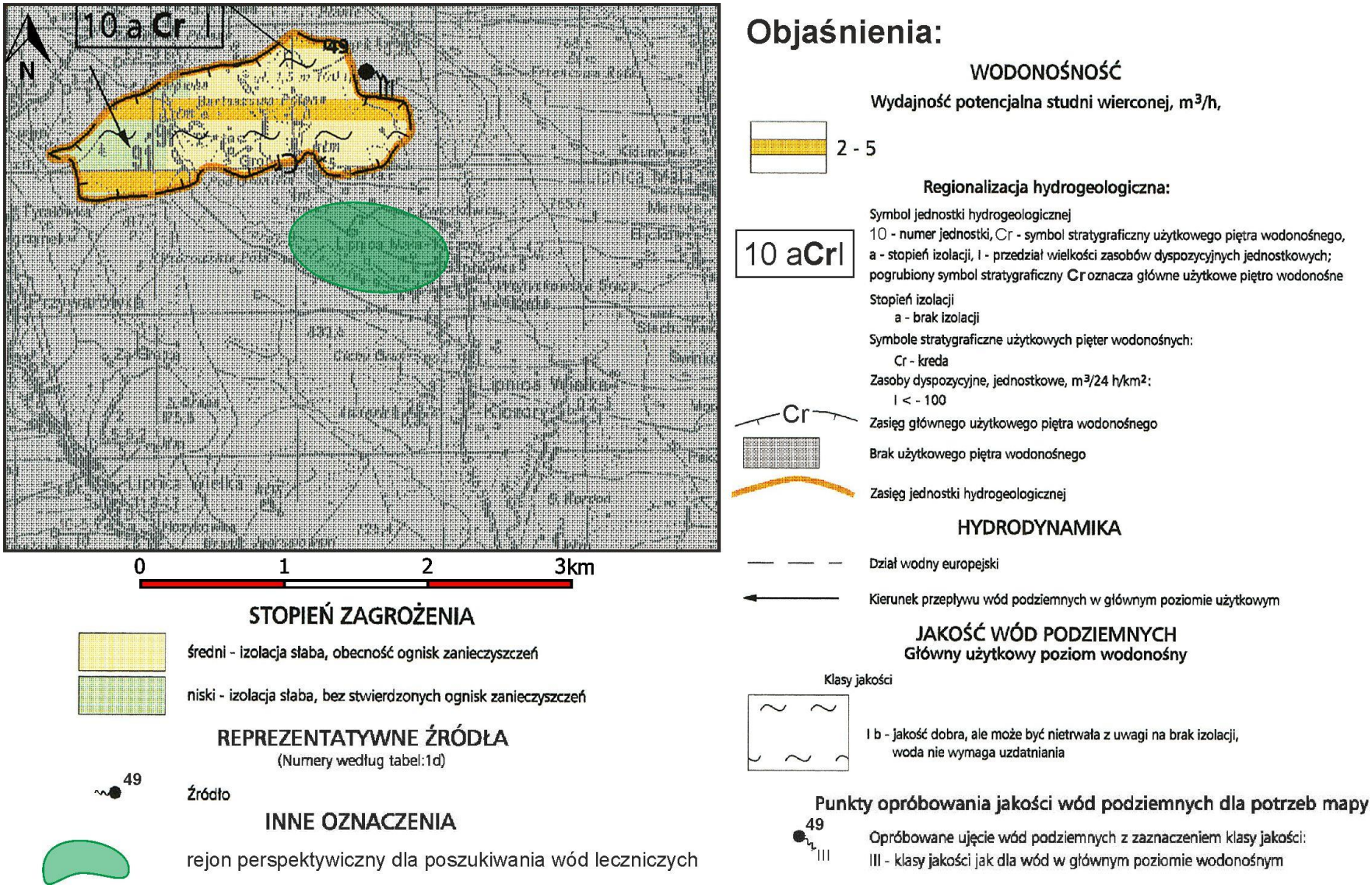
4.4.6. Warunki hydrogeologiczne

Pod względem hydrogeologicznym rejon Lipnicy Wielkiej położony jest w regionie karpackim (XIV) makroregionu południowego, subregionie śródkarpackim (XIV_1), rejonie podhalańskim (XIV_{1A}; Paczyński, red., 1993, 1995). Obszar ten położony jest w obrębie zbiornika GZWP nr 439 warstw (F) Magura (Gorce) (Kleczkowski red., 1990; Skrzypczyk, red., 2008; Mikołajków, Sadurski, red., 2017; ryc. 5.4.5). Otwór hydrogeologiczny zlokalizowany będzie w obrębie jednolitej części wód podziemnych nr 164.

W oparciu o istniejące materiały geologiczne i hydrogeologiczne w analizowanym obszarze nie wyróżniono głównych użytkowych poziomów wodonośnych zarówno w warstwach czwartorzędowych jak i fliszowych (Skąpski, Garbacz, 1997; ryc. 4.4.6).



Ryc. 4.4.5. Lokalizacja obszaru perspektywicznego dla ujęcia wód leczniczych na tle zbiorników GZWP



Ryc. 4.4.6. Lokalizacja obszaru perspektywicznego dla ujęcia wód leczniczych na tle fragmentu Mapy hydrogeologicznej Polski w skali 1:50 000, ark. Zawoja (1031) (Skąpski, Garbacz, 1997)

4.4.7. Charakterystyka istniejących źródeł wód leczniczych

W gminie Lipnica Wielka występują liczne źródła zawierające siarkowodór. Dotychczas zinwentaryzowano kilkanaście z nich, a kilka szerzej opisano poniżej. Wiele źródeł z wodą siarczkową objętych jest ochroną prawną w formie pomników przyrody nieożywionej, a w tym rejonie źródło Jacek i Wawrzyniec. Niejednokrotnie wody z nich wypływające są wykorzystywane w uzdrowiskach (np. Wapienne, Wysowa).

Źródło „Jacek" – Lipnica Wielka

Źródło usytuowane jest w miejscowości Lipnica Wielka, około 1,2 km od skrzyżowania dróg z Lipnicy Wielkiej do Jabłonki, idąc w górę rzeki Lipnicy, na jej lewym brzegu. Wypływ znajduje się w miejscu, w którym do Lipnicy wpada jej niewielki prawoboczny dopływ. Nieforemna misa źródła usytuowana jest na wychodni piaskowca. Drogę odpływu wody ze źródła znaczą kolonie bakterii siarkowych, tworząc charakterystyczny biały osad. Źródło Jacek jest prawnie chronionym pomnikiem przyrody nieożywionej. Woda wypływająca ze źródła (z wydajnością 20 l/min) jest wodą słodką o mineralizacji 0,6 g/dm^3 i zawartości siarkowodoru do kilkunastu mg/dm^3 (Chowaniec i in., 2010; Franczak, 2013).

Źródło „Orawa" – Lipnica Wielka

Znajduje się w odległości ok. 20 m w górę biegu potoku od źródła „Jacek". Jest od niego jednak znacznie mniejsze. Jego wydajność wynosi około 1 l/min, natomiast mineralizacja jest większa i wynosi 0,8 g/dm^3. Źródło podczas wysokich stanów wody w potoku jest zalewane wodami wezbraniowymi (Franczak, 2013).

Źródło „Józefa" – Lipnica Wielka

Źródło położone jest na wschodnim stoku Bucznika w odległości ok. 2 km od kościoła w Lipnicy Wielkiej. Do źródła należy podążać tzw. Rabczycką Drogą, prowadzącą w kierunku granicy państwowej. Następnie pod szczyt bocznego grzbietu Bucznika, gdzie na wys. 740 m n.p.m. wypływa źródło. Znajduje się ono na śródleśnej polanie, a sam wypływ wody został obudowany drewnianą palisadą. Jego wydajność jest niewielka i wynosi około 1 l/min, mimo to wyraźnie wyczuwalny jest zapach siarkowodoru (Franczak, 2013).

Źródło „Heródkowe" – Lipnica Wielka

Jedno z najbardziej znanych lipnickich źródeł, zwane jest także „Pielgrzymem". Znajduje się nad niewielkim dopływem potoku Krzywań, w odległości ok. 600 m od

granicy państwa. Poniżej źródła rozciąga się duże uroczysko zwane Na Polanie. Jego nazwa pochodzi od znanego rzeźbiarza ludowego i muzykanta – Karola Wójciaka „Heródka" (1892–1971), który pochodził z Lipnicy Wielkiej (Franczak, 2013).

Źródło „Heródkowe 2" – Lipnica Wielka

Trzysta metrów w górę potoku od źródła Heródkowe wypływa źródło o nazwie Heródkowe 2 (Ryc. 4.4.1; Fot. 4.4.2). Jest to również jedno z najbardziej znanych źródełek Działów Orawskich.

Źródło „Na łące" – Lipnica Mała

Dwa niewielkie źródła siarczkowe wypływają na łące pod lasem w niedalekiej odległości od szkoły podstawowej w Lipnicy Małej. Źródła zlokalizowane są po przeciwnej, niż szkoła stronie potoku Shylec, przepływającego w odległości ok. 300 m od niej. Oba wypływy wody zostały obudowane drewnianymi pniami. Ich wydajność jest niewielka, wynosi jedynie 0,5 l/min, natomiast mineralizacja – 0,6 g/dm^3 (Franczak, 2013).

Źródło „Siary" – Lipnica-Kiczory

Źródło o największej mineralizacji (2,4 g/dm^3) spośród siarczkowych źródeł Działów Orawskich, wypływa w górnym biegu Kuligowskiego Potoku, po jego lewej stronie, na przysiółku zwanym Siarka. Źródło to zwane jest „Trzy Jaskółki" (Franczak, 2013). W jego rejonie wykonano także studnię kopaną, w której występuje woda siarczkowa.

Źródło „Śmierdząca Woda" – Lipnica Wielka

Źródło wypływa w źródłowym odcinku potoku Śmierdząca Woda, będącego jednym z dopływów potoku Lipnica. Znajduje się ono w lesie, w odległości kilkudziesięciu metrów od leśniczówki Stańcowa. Źródło zwane także „Pod Babią" bije spod dużego świerka, a jego wypływ został obłożony kamieniami, na których występują naskorupienia siarki. Jego mineralizacja wynosi zaledwie 0,3 g/dm^3, a wydajność około 1 l/min (Franczak, 2013).

Źródło „Wawrzyńca" – Lipnica Mała

U stóp Babiej Góry, na jej południowo-wschodnim stoku, w świerkowym lesie, w odległości około 600 m na zachód od leśniczówki Śmietanowa wypływa źródło „Wawrzyniec". Obudowane jest kamienną cembrowiną, a drewniana nadbudowa przypomina swym kształtem miniaturę góralskiego szałasu. Odpływ wody znaczą białe kolonie bakterii żywiących się związkami siarki. Ze źródła wydobywają się bąble metanu (CH_4). Mineralizacja wody jest niewielka (0,4 g/dm^3), a zawartość siarkowodoru występuje

w ilości do 10 mg/dm^3. Źródło „Wawrzyniec” jest pomnikiem przyrody nieożywionej (Chowaniec i in., 2010).

Źródło „Heródkowe 2” – Lipnica Wielka

W ramach realizacji niniejszego opracowania nawiązano kontakt z Urzędem Gminy Lipnica Wielka i uzyskano od wójta gminy deklarację szerokiej współpracy przy realizacji tematu, w tym podczas prac terenowych m.in. w zakresie zlokalizowania miejsc charakteryzujących się występowaniem wód o specyficznym zapachu siarkowodoru oraz pomocy w uzyskaniu dostępu do tych miejsc. Zadeklarowana pomoc obejmuje również współpracę przy poszukiwaniu gruntów, na których można byłoby wykonać planowany otwór poszukiwawczo-rozpoznawczy.

W ramach przeprowadzonych prac terenowych w czerwcu 2020 r. badaniami objęto jedną studnię kopaną oraz cztery źródła. Pomiarami *in situ* PEW objęto wszystkie pięć punktów. W dwóch z nich, tj. źródle „Heródka 1” (fot. 4.4.1) i źródle „Heródka 2” (fot. 4.4.2) nie stwierdzono wartości PEW powyżej 1000 µS/cm ani też oznak wskazujących na występowanie w wodzie siarkowodoru.

Fot. 4.4.1. Źródło „Heródka 1” (fot. T. Gągulski)

Fot. 4.4.2. Źródło „Heródka 2” (fot. T. Gągulski)

W trzech punktach, w których stwierdzono zapach siarkowodoru oraz występowanie osadów i bakterii wskazujących na zawartość w wodzie siarkowodoru, pomiar *in situ* rozszerzono o oznaczenia pH oraz temperatury. W poniższej tabeli 4.4.1 zestawiono otrzymane wyniki pomiarów.

Tabela 4.4.1. Wyniki pomiarów „in situ" punktów dokumentujących występowanie wód leczniczych

Nazwa	Lokalizacja	PEW [µS/cm]	pH	Temp. [^{0}C]	Uwagi
Studnia kopana (OW-1)	Kiczory-Siarka	5350	7,69	8,7	Głębokość studni 3,1 m, zapach H_2S.
Źródło „Jacek"	Lipnica Wielka	568	7,55	9,5	Wypływ w dolinie potoku Lipnica, zapach H_2S + osad.
Źródło „Śmierdząca Woda"	Pod Babią Górą	287	8,56	10,1	źr. w obszarze leśnym, zapach H_2S + osad.

Ostatecznie do badań laboratoryjnych pobrano próbki wód z dwóch punktów, tj. ze studni kopanej w miejscowości Kiczory-Siarka (fot.4.4.3) oraz ze źródła Jacek (fot. 4.4.4, 4.4.5). Źródło „Śmierdząca Woda" zlokalizowane jest w korycie potoku, pod korzeniami jodły. Wypływ był na tyle niewielki, że nie było możliwości poboru próbki w wymaganej ilości (fot. 4.4.6, 4.4.7).

Analizy wody wykonane zostały przez laboratorium Eurofins OBIKŚ Polska Sp. z o.o., ul. Owocowa 8, 40-158 Katowice. Pełne wyniki analiz przedstawiono na załączniku 1.3-1.4.

Na podstawie wyników przeprowadzonej analizy wodę ze studni kopanej oznaczonej jako OW-1 można scharakteryzować jako dwujonową, chlorkowo-sodową, fluorkową, jodkową. Zawartość H_2S wyniosła <0,2 mg/dm^3. Zawartość radonu oznaczono na poziomie 12,7 Bq/dm^3. Jon chlorkowy występuje w ilości 1040 mg/dm^3 (88% mval), a sodowy w stężeniu 1130 mg/dm^3 (88% mval). Uwagę zwracają wysokie zawartości fluorków powyżej 10 mg/dm^3, jodków w ilości 2,1 mg/dm^3, bromków – 3,9 mg/dm^3, strontu – 17,6 mg/dm^3, baru – 8,5 mg/dm^3 oraz litu – 1,6 mg/dm^3. Pozostałe jony główne występują w następujących ilościach: wodorowęglanowy – 204 mg/dm^3 (10% mval), wapniowy – 75,6 mg/dm^3 (7% mval), magnezowy – 25,6 mg/dm^3 (4% mval).

Woda ze źródła „Jacek" to woda trójjonowa, wodorowęglanowo-wapniowo-sodowa. Pomimo bardzo obfitego i charakterystycznego dla wód siarczkowych osadu oraz zapachu analiza nie wykazała zawartości jonów siarczkowych. Siarczkowy charakter tej wody potwierdzają natomiast wyniki analiz archiwalnych. Zawartość radonu oznaczono na poziomie 10,1 Bq/dm^3. Jon wodorowęglanowy występuje w ilości 319 mg/dm^3 (82% mval),

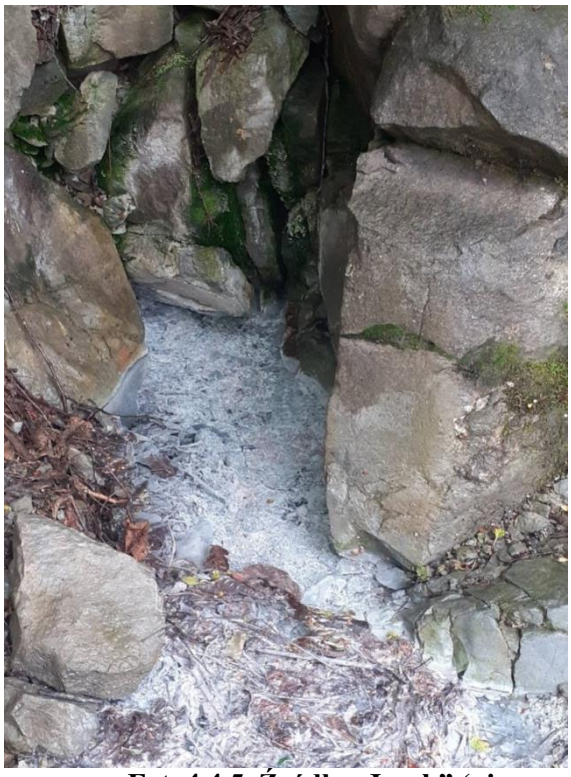
wapniowy w ilości 85 mg/dm^3 (53% mval) oraz sodowy w stężeniu 50,5 mg/dm^3 (28% mval). Jon chlorkowy występuje w ilości 23 mg/dm^3 (10% mval), natomiast stężenie jonu magnezowego jest na poziomie 17 mg/dm^3 (18% mval).

Zaznaczyć należy, że próbki wody na badanie zawartości H_2S pobrane zostały zgodnie z zaleceniami zawartymi w „Katalogu wybranych fizycznych i chemicznych wskaźników zanieczyszczeń wód podziemnych i metod ich oznaczania" (Witczak i in., 2013).

Badania wody wykonane w ramach niniejszego opracowania nie potwierdziły występowania siarkowodoru w ilości powyżej 1 mg/dm^3. Jednakże z uwagi na wcześniejsze badania wody, wyraźny zapach siarkowodoru oraz biały osad kolonii bakterii siarkowych, autorzy uważają, że rejon ten jest obszarem perspektywicznym dla poszukiwania wód siarczkowych otworem poszukiwawczo-rozpoznawczym.

Fot. 4.4.3. Studnia kopana w miejscowości Kiczory-Siarka (fot. T. Gągulski)

Fot. 4.4.4. Źródło „Jacek" (fot. T. Gągulski)



Fot. 4.4.5. Źródło „Jacek" (nisza źródliskowa) (fot. T. Gągulski)

Fot. 4.4.6. Źródło „Śmierdząca Woda" (fot. T. Gągulski)

Fot. 4.4.7. Źródło „Śmierdząca Woda" (nisza źródłowa) (fot. T. Gągulski)

4.5. NIEBORÓW

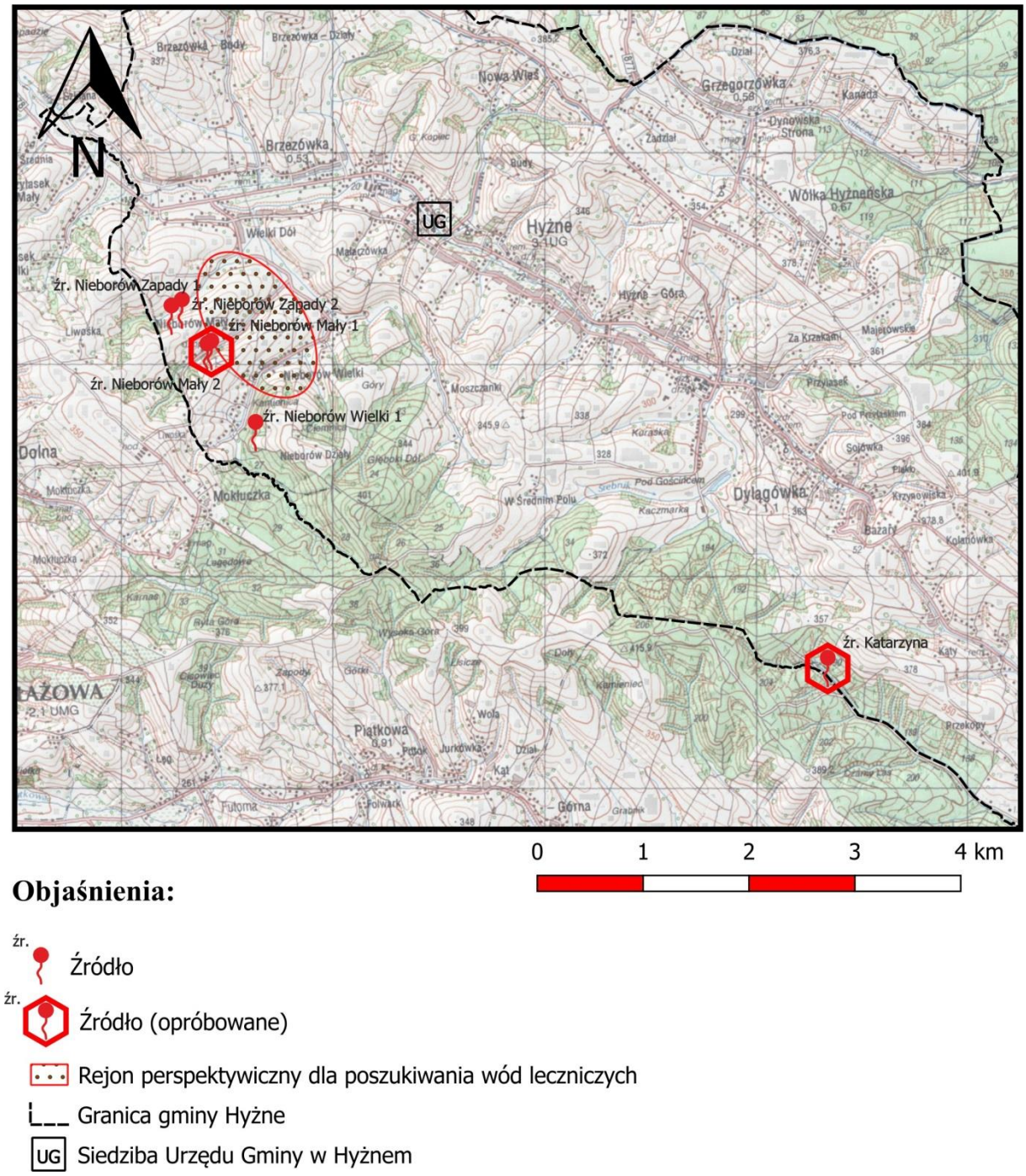
4.5.1. Wstęp

Rejon Nieborowa jest obszarem perspektywicznym dla pozyskaniu wód leczniczych, siarczkowych. W celu rozpoznania warunków geologiczno-złożowych występowania wód leczniczych w rejonie Nieborowa pod kątem ich wydobycia i zagospodarowania, przewiduje się wykonanie jednego otworu poszukiwawczo-rozpoznawczego o głębokości do 100 m. Przewidywana wydajność ujęcia wód leczniczych to 2,0-3,0 m^3/h.

4.5.2. Charakterystyka obszaru perspektywicznego dla ujęcia wód leczniczych

Położenie administracyjne

Rozpatrywany obszar perspektywiczny znajduje się w miejscowości Nieborów (gmina Hyżne, powiat rzeszowski, województwo podkarpackie), położony około 15 km na południowy wschód od Rzeszowa. Teren ten znajduje się w obrębie arkusza nr 1005 (Błażowa) mapy topograficznej Polski w skali 1:50 000 (ryc. 4.5.1).



Ryc. 4.5.1. Lokalizacja obszaru perspektywicznego dla ujęcia wód leczniczych na tle mapy topograficznej rejonu Nieborowa

Na ryc. 4.5.1, 4.5.2, 4.5.3, 4.5.4, 4.5.5. pokazano rejon perspektywiczny dla poszukiwania wód leczniczych. Ewentualna lokalizacja otworu poszukiwawczo-rozpoznawczego w tym rejonie zaakceptowana została przez wójta gminy Hyżne.

Położenie fizyczno-geograficzne

Według podziału fizycznogeograficznego Polski przedmiotowy obszar jest położony w obrębie mezoregionu Pogórze Dynowskie (nr 513.64; wg Kondracki, 2009), który

wchodzi w skład makroregionu Pogórze Środkowobeskidzkie. Pogórze Dynowskie jest największym mezoregionem wśród zewnętrznych pogórzy karpackich. Rozciąga się między dolinami Wisłoka i Sanu, a ponieważ obydwie doliny w środkowym biegu zmieniają ogólny kierunek z północno-zachodniego na wschodni, kształt północnej części Pogórza Dynowskiego jest rozciągnięty w kierunku wschodnim. Większą część Pogórza Dynowskiego budują utwory fliszowe płaszczowiny skolskiej. Średnia rzędna terenu w rejonie Nieborowa wynosi ok. 260 m n.p.m. Względne różnice wysokości sięgają tu 60 m.

Hydrografia terenu objętego badaniami

Omawiany obszar znajduje się w dorzeczu Wisły (zlewnia I rzędu), w regionie wodnym górnej Wisły, na terenie działania Regionalnego Zarządu Gospodarki Wodnej w Rzeszowie obejmuje zlewnię Sanu (zlewnia II rzędu).

Nieborów położony jest nad potokiem o tej samej nazwie, wpływającym do rzeki Tatyna, która jest prawym dopływem rzeki Ryjak.

Przedmiotowy rejon znajduje się w obrębie Jednolitej Części Wód Powierzchniowych (JCWP) nr RW2000122265689 – Strug do Chmielnickiej Rzeki. Strug jest ciekiem o długości ok. 34,4 km i o powierzchni zlewni ok. 270 km^2. Strug na odcinku od źródeł do ujścia potoku Chmielnicka Rzeka ma charakter potoku fliszowego i wraz z potokami Izwór, Piątkowa, Tatyna i Chmielnicka Rzeka został włączony do JCWP Strug do Chmielnickiej Rzeki (PLRW2000122265689). Jest to silnie zmieniona JCWP, niemonitorowana, planowana do badań w latach 2016-2021.

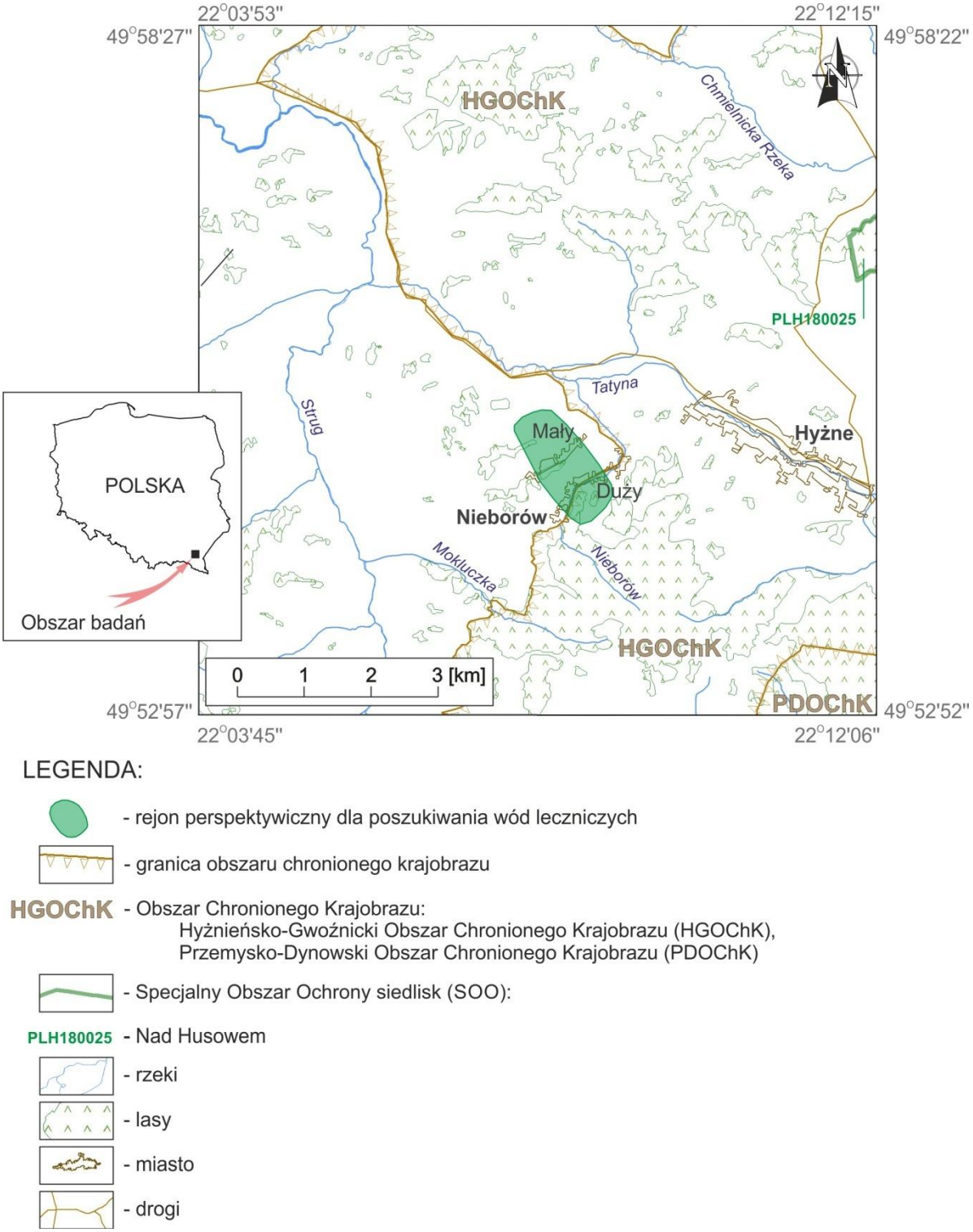
Przedmiotowy teren leży poza granicami obszarów zagrożonych podtopieniami (https://geolog.pgi.gov.pl/).

Klimat

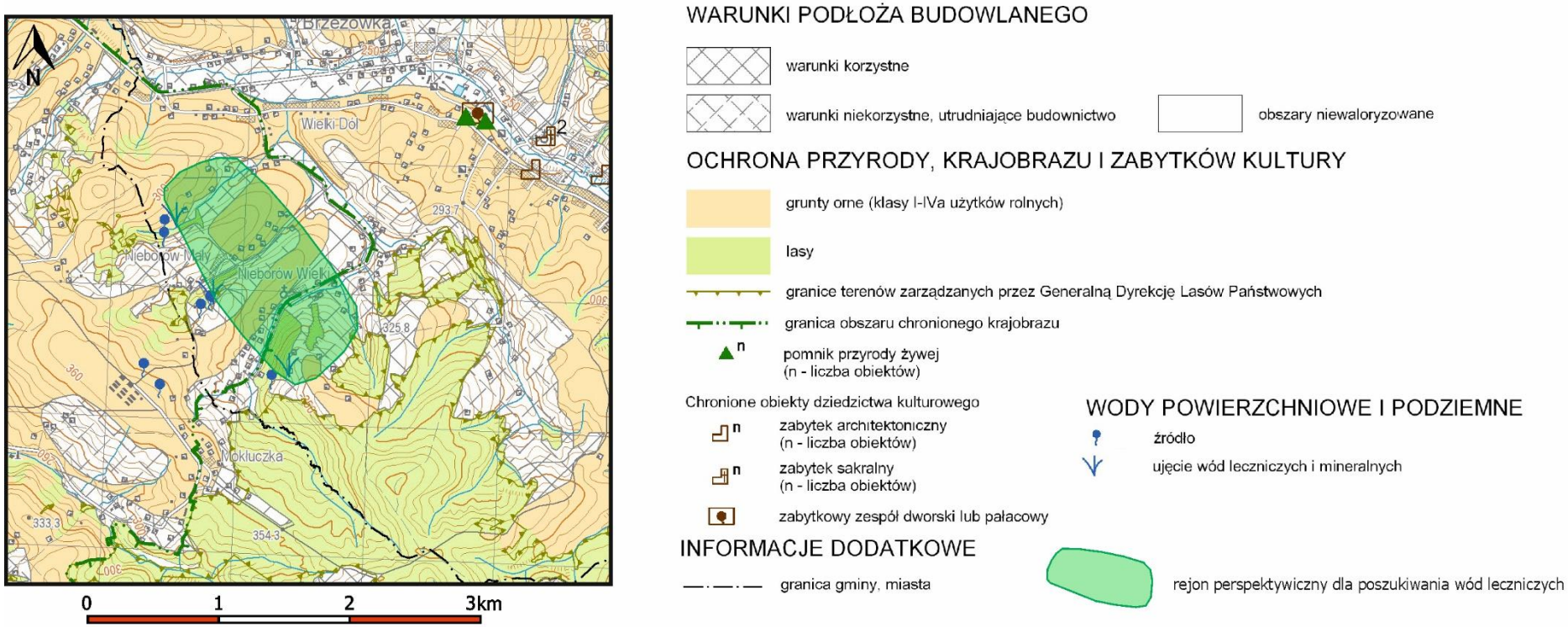
Miejscowość Nieborów charakteryzuje się występowaniem klimatu górskiego o stosunkowo silnych cechach kontynentalnych. Jest to klimat umiarkowanie chłodny o średniej rocznej temperaturze w granicach 4-6°C. Sumy rocznych opadów atmosferycznych odnotowanych w posterunkach IMGW w Błażowej i Tyczynie wahają się w granicach około 540-1100 mm. Średni opad z wielolecia dla tych posterunków wynosi 700 mm. Najobfitsze opady występują w okresie letnim z maksimum w czerwcu, najmniejsze zaś w okresie zimowym, zwłaszcza w lutym. Przeważają wiatry południowe (Lorenc, red., 2005).

4.5.3. Stan środowiska w rejonie badań

Omawiany obszar perspektywiczny znajduje się poza Głównymi Zbiornikami Wód Podziemnych, strefami ochronnymi ujęć wód podziemnych oraz obszarami i terenami górniczymi utworzonymi dla złóż kopalin. Częściowo zawiera się w Hyżnieńsko-Gwoźnickim Obszarze Chronionego Krajobrazu, obejmującego część Pogórza Dynowskiego (ryc. 4.5.2., 4.5.3.).



Ryc. 4.5.2. Lokalizacja obszaru perspektywicznego dla ujęcia wód leczniczych na tle obszarów chronionych



Ryc. 4.5.3. Lokalizacja obszaru perspektywicznego dla ujęcia wód leczniczych na tle fragmentu Mapy geośrodowiskowej Polski w skali 1:50 000, ark. Błażowa (1005) (Formowicz, Grędysa, 2016b)

Hyżnieńsko-Gwoźnicki Obszar Chronionego Krajobrazu utworzony został w 1992 r. Zajmuje obszar południowo-zachodniej części Pogórza Dynowskiego o powierzchni 24 449 ha. Dominującym elementem Obszaru jest niemal całkowicie zalesione pasmo Wilczego, z najwyższym wzniesieniem Patria (506 m n.p.m.), górującym nad doliną rzeki Gwoźnica. Rosną tu m.in.: grądy, buczyna karpacka oraz łęgi w dolinach rzecznych. Z roślin chronionych znajdziemy tutaj m.in.: bluszcz pospolity, podkolan biały, lilia złotogłów, barwinek pospolity i skrzyp olbrzymi. Z ciekawych ptaków wymienić należy: puchacza, zimorodka, bociana czarnego, remiza i krogulca, z ssaków: borsuka, gronostaja i łasicę, a z płazów salamandrę plamistą (https://strzyzowski.pl/tourism).

4.5.4. Uzasadnienie lokalizacji i głębokości wiercenia

W ramach realizacji niniejszego opracowania w rejonie Nieborowa wyznaczono obszar perspektywiczny dla poszukiwania wody leczniczej (siarczkowej).

Rejon Nieborowa jest słabo rozpoznany hydrogeologicznie pod kątem występowania i parametrów hydrogeologicznych poziomów wodonośnych wód leczniczych. Rejon perspektywiczny wyznaczony został w oparciu o stwierdzone wystąpienia wód leczniczych (źródła) oraz archiwalne wyniki badań prowadzonych podczas wierceń w tym rejonie.
Wykonanie otworu poszukiwawczo-rozpoznawczego w tym rejonie zaakceptowane zostało przez wójta gminy Hyżne. Przewiduje się, że odwiert wykonany zostanie do głębokości około 100 m. Jest to głębokość, która uwzględnia już zróżnicowanie warunków geomorfologicznych w obrębie wyznaczonych rejonów perspektywicznych.

Szczegółowa lokalizacja otworu jego konstrukcja oraz głębokość określona zostanie w projekcie robót geologicznych. Przy wyborze miejsca wykonania otworu należy wziąć pod uwagę następujące przesłanki:

- budowę geologiczną i warunki hydrogeologiczne,
- ukształtowanie terenu warunkujące możliwość prowadzenia prac wiertniczych a później łatwe doprowadzenie wody do miejsca docelowego,
- możliwość dojazdu urządzenia wiertniczego,
- zagospodarowanie działki.

Przewidywaną głębokość otworu określono na podstawie przeprowadzonej analizy budowy geologicznej, tektoniki i warunków hydrogeologicznych przedmiotowego terenu.

W celu ujęcia wód leczniczych, siarczkowych należy zaprojektować i odwiercić hydrogeologiczny otwór poszukiwawczo-rozpoznawczy o głębokości około 100 m. Wyniki

wiercenia pozwolą na dokładniejsze rozpoznanie potencjalnego złoża wód leczniczych oraz ocenę parametrów hydrogeologicznych w obrębie utworów neogeńskich.

4.5.5. Budowa geologiczna

Tektonika

Omawiany obszar jest położony w obrębie płaszczowiny skolskiej, będącej elementem jednostki tektonicznej wyższego rzędu. Płaszczowina skolska zbudowana jest z wielkich i długich struktur antyklinalnych ciągnących się dziesiątkami kilometrów (ryc. 4.5.4). Skrzydła północne tych antyklin są przewrócone i silnie zredukowane. Znajdujące się tu struktury fałdowe mają rozciągłość NW–SE. Stanowią je regularnie sfałdowane piaskowce kliwskie i warstwy krośnieńskie górne tworzące struktury synklinalne, rozdzielone dysharmonijnie sfałdowanymi łupkami pstrymi i warstwami inoceramowymi, tworzącymi jądra struktur antyklinalnych. Warstwy hieroglifowe przyjmują styl tektoniczny zarówno jednych, jak i drugich. W obrębie struktur synklinalnych, jak i antyklinalnych można zaobserwować liczne złuskowania i zluźnienia tektoniczne (Rauch i in., 2016).

Najbardziej na południe wysuniętą strukturą omawianego obszaru jest synklina Rytej Górki. W jej obrębie występują utwory od łupków pstrych po warstwy krośnieńskie. Północno-wschodnie skrzydło synkliny jest ścięte stromym nasunięciem. Dalej w kierunku NE obserwujemy antyklinę Kąkolówki, która zbudowana jest głównie z warstw inoceramowych oraz iłów babickich silnie sfałdowanych i pościnanych wewnętrznie. Północno-wschodnie skrzydło antykliny Kąkolówki jest również ścięte i utwory tej antykliny są nasunięte ku północnemu wschodowi, głównie na piaskowce kliwskie, a jedynie na wschód od wsi Kąkolówka, przekraczająco na łupki pstre, rogowce i piaskowce kliwskie. Dalej ku północnemu wschodowi, na południowy zachód od uskoku biegnącego doliną Ryjaka, obserwujemy regularną synklinę Popielaka z warstwami krośnieńskimi w jądrze, przechodzącą ku północnemu wschodowi w antyklinę Futomy z warstwami inoceramowymi w części osiowej. Północno-wschodnie skrzydło tej antykliny jest złuskowane. Kolejny fałd to rozległa synklina Błażowej–Harty, przechodząca w antyklinę Czerwonek Hermanowskich, antyklinę Makłuczki i antyklinę Szklar, rozbudowująca się dalej w synklinę Tyczyna i synklinę Hyżnego. W synklinie tej występuje pełny profil litostratygraficzny, od warstw inoceramowych po warstwy krośnieńskie. Warstwy leżą tu połogo, szczególnie w obrębie piaskowców kliwskich. Wydaje się, że w obu skrzydłach

antykliny Makłuczki występują zluźnienia tektoniczne. W tych rejonach upady są większe i dochodzą do kilkudziesięciu stopni (Rauch i in., 2016).

Na północny wschód od doliny rzeki Tatyny zmienia się charakter tektoniczny obszaru. Obserwujemy szereg stromo stojących łusek zwanych tu historycznie skibami. Upady w poszczególnych łuskach są strome i często przekraczają 45°. Zbudowane są w przewadze z warstw inoceramowych i łupków pstrych. Poziom łupków pstrych jest często wykorzystywany jako poziom odkucia, wzdłuż którego występują nasunięcia warstw inoceramowych (Rauch i in., 2016).

Litostratygrafia

Najstarszymi utworami na omawianym obszarze są utwory należące do serii skolskiej. Reprezentowane są przez utwory powstałe od kredy górnej do miocenu. Poniższy opis zaczerpnięto z objaśnień do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski w skali 1:50 000 arkusz Błażowa (Rauch i in., 2016).

Kreda górna

Margle krzemionkowe z wkładkami łupków i piaskowców (margle krzemionkowe z Hołowni) – warstwy inoceramowe

Jest to kompleks twardych, białych margli krzemionkowych z przeławiceniami łupków i margli fukoidowych. W marglach znajdują się liczne igły gąbek. Lokalnie występują spongiolity. W wyższej części tego ogniwa pojawiają się wkładki cienkoławicowych piaskowców wapnistych. Wiek powstania tych osadów określono na koniak. Ich miąższość wynosi około 100 m.

Kreda – paleogen

Piaskowce cienkoławicowe i średnioławicowe oraz łupki z wkładkami margli – warstwy inoceramowe

Margle krzemionkowe kredy górnej przechodzą stopniowo w kompleks łupków i piaskowców. W dolnej części ogniwo to wykształcone jest jako naprzemianległe szarozielonkawe i szare łupki ilaste lub margliste oraz cienko- i średnioławicowe, drobnoziarniste, laminowane, szaroniebieskie piaskowce wapniste. Lokalnie występują wkładki czerwonych łupków, a w niższej części wkładki margli krzemionkowych i fukoidowych. Środkową część warstw inoceramowych reprezentują pakiety gruboławicowych, gruboziarnistych, sypkich, często glaukonitowych piaskowców. Na

obszarach, gdzie brak jest środkowego ogniwa całe warstwy inoceramowe wykształcone są w facji łupkowo-piaskowcowej.

W tym kompleksie występują również zlepieńce i piaskowce gruboziarniste, źle wysortowane, szare, o spoiwie wapnisto-ilastym. Miąższość omawianego kompleksu warstw inoceramowych wynosi około 1000 m.

Piaskowce gruboławicowe – warstwy inoceramowe

W obrębie warstw inoceramowych znajdują się pakiety piaskowców gruboławicowych reprezentujące środkową ich część. Piaskowce te są stalowo-szare lub niebieskie, silnie wapniste, drobno- lub średnioziarniste, kwarcowe, często z glaukonitem. Występują w ławicach o miąższości od 1 do 2 m, a w wielu miejscach wietrzeją kuliście. Niektóre z nich zawierają iły i otoczaki wapieni sztramberskich i okruchy węgla kamiennego. Miąższość tego pakietu jest zmienna i waha się od 100 do 200 m. Genetycznie osady te należy wiązać z powstającymi u podnóża skłonu basenu spływami wysokogęstościowymi. Dobrze odsłonięte są one w okolicach wsi: Matysówka, Kielnarowa oraz Borówki.

Paleogen

Margle oraz piaskowce i mułowce – warstwy innoceramowe

W wyższej części warstw inoceramowych występują soczewki (do 30 m miąższości) margli piaszczystych i miejscami wapieni marglisto-piaszczystych, jasnoszarych, niekiedy niebieskawych lub zielonawych z wkładkami szarych i czarnych łupków oraz cienkoławicowych piaskowców i sporadycznie zlepieńców. Są to egzotyki tkwiące w osadach spływów podmorskich. Margle są często laminowane, a laminację podkreśla detrytus roślinny. W ich obrębie można obserwować toczeńce ilaste, podobnie jak w iłach babickich. Tworzą one zwarte pakiety o miąższości od 15 do 30 m lub soczewy w piaskowcach gruboławicowych. Noszą też nazwę margli bakulitowych. Stwierdzono w nich bogaty zespół amonitów.

Mułowce z egzotykami, mułowce i piaskowce cienkoławicowe (iły babickie)

Ponad warstwami inoceramowymi występują ciemne mułowce piaszczyste i ilaste zawierające otoczaki egzotyków: okruchy wapieni sztramberskich, kwarców, lidytów, gnejsów, kwarcytów i węgla kamiennego. Obok materiału egzotykowego występują także porwaki margli bakulitowych i warstw inoceramowych oraz szczątki skorup mięczaków. Mułowce przeławicane są piaskowcami. Iły babickie powstały w wyniku podmorskich spływów mułowych na skłonie basenu. Ich miąższość dochodzi do około 20 m.

Łupki i piaskowce cienkoławicowe – łupki pstre

Są to łupkimułowcowo-ilaste, zwykle zielone lub niebieskawe i czerwone. Łupki są generalnie bezwapniste, miejscami słabo wapniste, a lokalnie zapiaszczone. Wietrzejąc rozpadają się na grube nieregularne okruchy. Przekładane są cienkimi, drobnoziarnistymi, laminowanymi piaskowcami barwy zielonej, a miejscami niebieskawej. Składają się głównie z kwarcu z domieszką glaukonitu. Piaskowce najczęściej są silnie skrzemionkowane. Na niektórych obszarach liczba wkładek piaskowcowych zwiększa się i ogniwo łupkowe zastępowane jest przez warstwy hieroglifowe.W spągowej części profilu łupków pstrych występują tak zwane wapienie z Birczy. Można je obserwować w rejonie wsi Dylągówka oraz w rejonie Futomy, gdzie znajdują się około 15 m ponad spągiem łupków pstrych. Wapienie z Birczy są białe, miejscami popielate z dużą domieszką kwarcu i glaukonitu. Występują w ławicach o miąższości do 30 cm. Miąższość całego kompleksu łupków pstrych jest zmienna i waha się w granicach 50-100 m.

Łupki i piaskowce cienkoławicowe oraz magle globigerynowe – warstwy hieroglifowe

Jest to zespół łupków ilastych oraz piaskowców cienkoławicowych, glaukonitowych, niekiedy silnie skrzemionkowanych. Lokalnie występują wkładki zlepieńców. Łupki ilaste są bezwapniste, zielone i zielono-szare. Ku górze kompleksu pojawiają się łupki popielato-brązowe, którym towarzyszą piaskowce kwarcowe, cienko- i średnioławicowe, sporadycznie gruboławicowe. Miąższość warstw hieroglifowych waha się od 50 do 100 m.

Powyżej łupków zielonych rozwinięty jest charakterystyczny poziom żółtych margli z licznymi globigerynami (margli globigerynowych). Występują one w stropie warstw hieroglifowych jako warstwa o miąższości 3,0-4,5 m. Margle są żółte lub żółto-zielone, przeławicone piaskowcami, głównie o typie hieroglifowym.

Łupki menilitowe oraz rogowce, margle rogowcowe i piaskowce – warstwy menilitowe

Kompleks ten to zespół warstw o zróżnicowanej litologii, gdzie oprócz łupków występują też rogowce, margle i piaskowce. Wzajemne proporcje tych typów litologicznych są zmienne w całym profilu. Dominuje litotyp łupków menilitowych, które przeławicają pozostałe litotypy. Są to łupki krzemionkowe lub ilasto-krzemionkowe, bezwapniste, o barwie czarnej i brązowej. Łupki przeławicone są lokalnie beżowo-brunatnymi piaskowcami. Profil omawianych osadów zaczyna się łupkami menilitowymi. Powyżej obserwujemy kompleks rogowcowo-marglowy. Rogowce są brązowe z odcieniami, np. kremowym, beżowym, miejscami czarnym i występują w ławicach o miąższości 5-20 cm. Często są laminowane, mają przełam muszlowy, lokalnie równy, gładki i charakteryzują się rozpadem kostkowym. Rozdzielone są łupkami menilitowymi.

Drugi litotyp tego wydzielenia to margle nazywane marglami dynowskimi, brązowe lub jasnobeżowe. Wietrzejąc przybierają barwę prawie białą. Występują w ławicach o miąższości 5-20 cm. Wszystkie odmiany margli wietrzejąc rozpadają się na ostrokrawędziste bloczki lub kostki. Podrzędnie występują także margle ilaste i piaszczyste. W tej części profilu obserwujemy również silnie skrzemionkowane piaskowce kwarcowe, niekiedy z obfitą zawartością glaukonitu. Piaskowce są średnioziarniste, brunatnozielone lub zielonopopielate, wietrzejąc stają się białe, mniej zwięzłe i kruche. Całkowita miąższość omawianego kompleksu wynosi około 100 m.

Wapienie (wapień z Jasła)

Wapienie są jasne, zwykle laminowane. Tworzą wkładki, które łatwo zauważyć w odsłonięciach i odróżnić od otoczenia w zwietrzelinie. Występują około 200 m powyżej spągu piaskowców kliwskich i łupków menilitowych. Zwykle zawierają liczne szczątki organiczne roślin morskich i lądowych oraz fauny (ryb, otwornic, nanoplanktonu).

Paleogen - neogen

Piaskowce (piaskowce kliwskie) z wkładkami łupków menilitowych

Jest to kompleks osadów, w którym dominują piaskowce kliwskie i łupki menilitowe. Są to piaskowce gruboławicowe o miąższości ławic średnio w granicach 0,5-2,0 m, bezwapniste, drobno- i gruboziarniste, rzadziej zlepieńcowe, zwykle glaukonitowe o barwie brunatnej, brunatno-żółtej lub białoszarej. W piaskowcach występują porwaki i toczeńce ilaste o rozmiarach od 0,2 do 0,3 m. Toczeńce to najczęściej łupki o różnych barwach, od popielatej i zielonej do ciemnoszarej. Piaskowce rozdzielone są często pakietami łupków menilitowych o różnej miąższości. Są to łupki krzemionkowe brązowe i popielato-brązowe, najczęściej bezwapniste, jedynie miejscami margliste o charakterystycznej czekoladowej barwie. Na powierzchniach uławicenia często można obserwować szczątki ryb. Miąższość omawianego kompleksu szacuje się na około 300-500 m.

Neogen

Łupki szare i brunatne (łupki z Niebylca) oraz piaskowce i mułowce – warstwy krośnieńskie górne

Kompleks ten stanowią łupki typu menilitowego i krośnieńskiego. W spągu przeważają łupki typu menilitowego opisane powyżej. Łupki i mułowce typu krośnieńskiego są silnie wapniste i mają barwę popielatą. Mułowce zawierają duże ilości

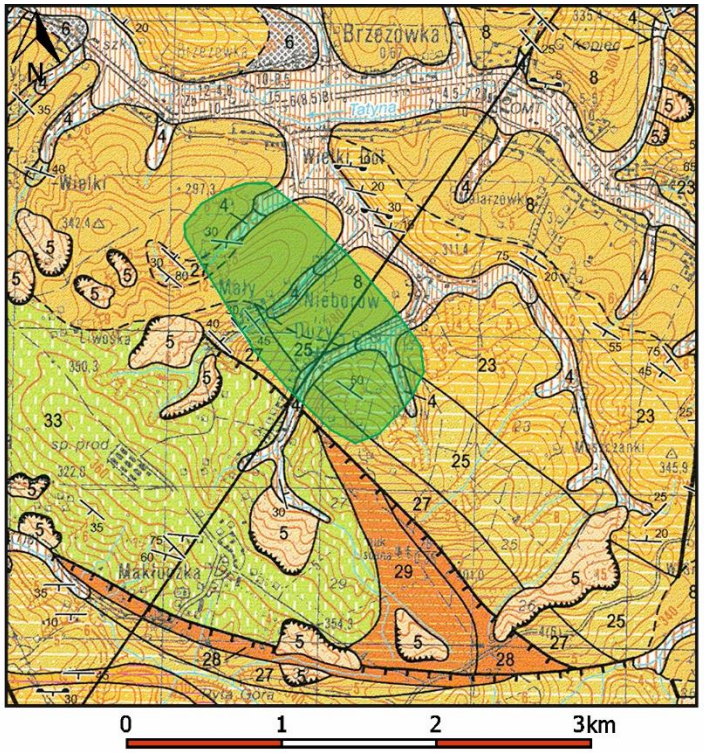
muskowitu i są poziomo laminowane. W obrębie całego profilu łupków z Niebylca występują cienko- i średnioławicowe piaskowce barwy popielatej.

Piaskowce cienko-, średnio- i gruboławicowe oraz łupki szare – warstwy krośnieńskie górne

Piaskowce są głównie cienko- i średnioławicowe, o laminacji równoległej i przekątnej, najczęściej drobnoziarniste, złożone z ziaren kwarcu z obfitą domieszką miki i spoiwie wapiennym. Barwa ich jest popielata lub popielato-niebieska. Spąg ławic jest nierówny, z hieroglifami, a strop – skorupowy. Występują najczęściej w ławicach o miąższości około 0,2-0,3 m. W obrębie profilu występują także kilkumetrowe pakiety piaskowców gruboławicowych rozsypliwych typu dolnokrośnieńskiego o barwie popielatej, a po zwietrzeniu żółto-brunatnej. Zawierają duże ilości muskowitu. Na ogół są średnioziarniste, źle wysortowane, laminowane równolegle. Są silnie wapniste i często wietrzeją kuliście. Ławice mają najczęściej miąższość 0,5-2,0 m, sporadycznie 5 m. Pomiędzy nimi znajdują się margliste łupki i mułowce tworzące miejscami kilkumetrowe pakiety. Są zwykle szare lub popielate, miejscami z odcieniem zielonkawym. Lokalnie występują również łupki typu menilitowego, jako pojedyncze ławice o miąższości 0,05-0,5 m. Mają one barwę ciemnobrunatną i są wapniste. Miąższość tej części warstw krośnieńskich górnych wynosi około 700-900 m. Kompleks ten jest najlepiej odsłonięty w rejonie miejscowości Harta i Hyżne.

Czwartorzęd

Występowanie utworów czwartorzędowych w rejonie badań ogranicza się do dolin potoków. Na osady czwartorzędowe składają się mady i żwiry, zaglinione pospółki oraz gliny zwietrzelinowe. Miąższość tych osadów jest zmienna w przedziale od 6,5 do 15 m (Sokołowski, 1981). Gliny zwietrzelinowe występują przede wszystkim w źródliskach potoków oraz na zboczach większych dolin. Osuwiska wiążą się przede wszystkim z podłożem zbudowanym z warstw łupków podatnych na ruchy masowe.



Objaśnienia:

HOLOCEN	1	$_{nt}Q_h$	Namuły torfiaste i namuły organogeniczne, miejscami torfy
	4	$^{f}_{m}Q_h$	Mułki, gliny, piaski (namuły) i żwiry den dolinnych
	5	$^{k}_{g}Q_h$	Gliny, rumosze skalne i głazy (pakiety fliszu) koluwialne
	6	$^{d}_{gm}Q$	Gliny i mułki z przewarstwieniami piasków, z domieszką żwirów i rumoszy skalnych, deluwialne i peryglacjalne (kongeliflukcyjne)
	8	$^{z}_{g}Q$	Gliny, mułki (pyły) i gliny z rumoszami skalnymi zwietrzelinowe i deluwialne:
MIOCEN	23	$_{pc}M_{1-2}$	Piaskowce cienkoławicowe, średnioławicowe i gruboławicowe oraz łupki szare — Warstwy krośnieńskie górne
OLIGOCEN–MIOCEN	25	$_{pc}Ol–M$	Piaskowce (piaskowce kliwskie) z wkładkami łupków menilitowych — Warstwy menilitowe
OLIGOCEN	27	$_{t}Ol$	Łupki menilitowe oraz rogowce, margle rogowcowe i piaskowce — Warstwy menilitowe
EOCEN–OLIGOCEN	28	$_{t}E_2–Ol_1$	Łupki i piaskowce cienkoławicowe oraz margle globigerynowe — Warstwy hieroglifowe
EOCEN	29	$_{t}E_2$	Łupki i piaskowce cienkoławicowe — Łupki pstre
KREDA GÓRNA–PALEOCEN	33	$_{pol}Cr_3–Pc$	Piaskowce cienkoławicowe i średnioławicowe oraz łupki z wkładkami margli — Warstwy inoceramowe

rejon perspektywiczny dla poszukiwania wód leczniczych

ZNAKI KONWENCJONALNE

a — Granice geologiczne: a. pewne,
b — b. przypuszczalne

Uskoki pewne

a — Granice nasunięć: a. pewne,

Nisze obrywowe (skarpy osuwiskowe)

30 — Biegi i upady warstw

30 — Biegi i upady warstw oraz położenie hieroglifów na warstwach leżących normalnie

30 — Biegi i upady warstw oraz położenie hieroglifów na warstwach odwróconych

A — B — Linia przekroju geologicznego

Ryc. 4.5.4. Lokalizacja obszaru perspektywicznego dla ujęcia wód leczniczych na tle fragmentu Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski w skali 1:50 000, ark. Błażowa (1005) (Rauch i in., 2010)

4.5.6. Warunki hydrogeologiczne

Wody zwykłe

Omawiany obszar znajduje się w obrębie regionu karpackiego (Paczyński red., 1995). Występują tu dwa poziomy wodonośne: fliszowy związany z utworami neogeńskimi, paleogeńskimii paleogeńsko-kredowymi (fliszowymi) oraz lokalnie czwartorzędowy.

Poziom czwartorzędowy nie jest poziomem użytkowym i ujmowany jest generalnie studniami kopanymi na terenie zabudowań gospodarczych. Studnie te czerpią wodę z pokrywy czwartorzędowej oraz częściowo ze stropowych partii podłoża fliszowego.

Użytkowy poziom wodonośny w utworach fliszowych to poziom wodonośny typu warstwowo-szczelinowego. W obrębie utworów fliszowych zawodnione są piaskowce, zwłaszcza w partiach spękanych na skutek działalności tektonicznej lub wietrzenia. Poziom wodonośny zalega lokalnie tuż pod powierzchnią terenu, a maksymalnie do głębokości około 50 m. Miąższość warstwy wodonośnej mieści się przeważnie w granicach 10-40 m. Współczynnik filtracji waha się w granicach od 0,1 do 25 m/d. Strefa aktywnej wymiany wód sięga lokalnie do głębokości 100 m, a przeważnie do głębokości 50 m. Utwory zawodnione lub przepuszczalne występują lokalnie tuż pod powierzchnią, najczęściej jednak przykryte są osadami słabo przepuszczalnymi – warstwą ilastej zwietrzeliny lub łupkami o zmiennej miąższości.

Wśród osadów neogenu użytkowy poziom wodonośny występuje w górnych warstwach krośnieńskich wykształconych w postaci gruboławicowych piaskowców z przeławiceniami łupków oraz w gruboławicowych piaskowcach kliwskich występujących w obrębie warstw menilitowych. Charakteryzują się one bardzo zmienną wodonośnością. Wydajności poszczególnych otworów wahają się w granicach 2-80 m^3/h. Wysokie wydajności otworów studziennych występują zwłaszcza w rejonie między Tyczynem a Borkiem Starym.

Przewodność tego poziomu zmienia się w granicach od 1 do kilkudziesięciu m^2/d, a w rejonie między Tyczynem a Borkiem Starym przeważnie w granicach 100-200 m^2/d – średnio wynosi 75 m^2/d.

Brak jest natomiast poziomu użytkowego w paleogeńskich warstwach hieroglifowych i w łupkach menilitowych (ryc. 4.5.5.).

Osady paleogeńsko-kredowe (warstwy inoceramowe – senon-paleocen jednostki skolskiej) charakteryzują się zmienną, a przeważnie bardzo słabą wodonośnością. Otwory studzienne odwiercone w tych utworach przeważnie wskazują na brak poziomu

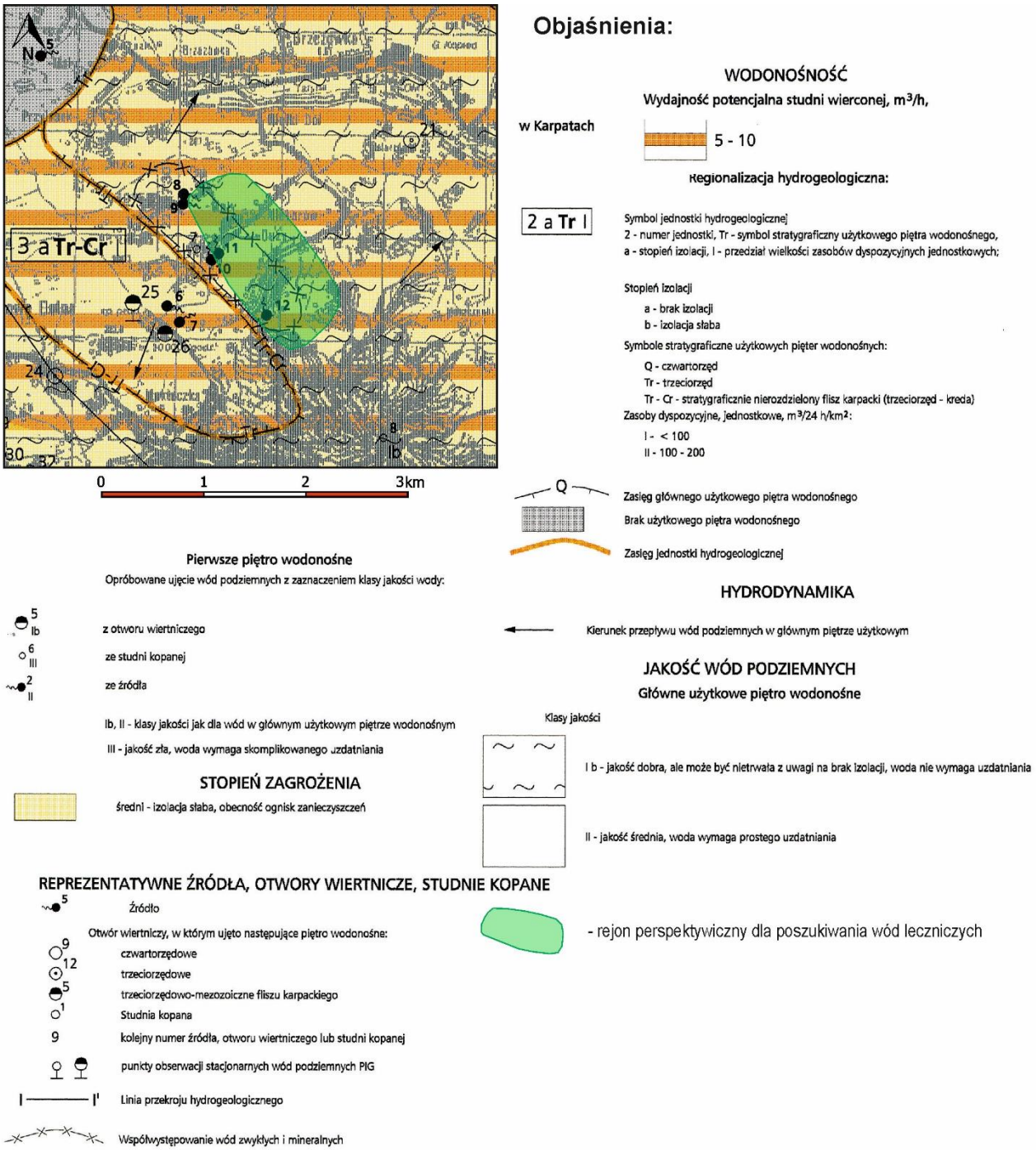
użytkowego. Lokalnie jednak istnieją warunki do jego wyznaczenia. Współczynnik filtracji w tych utworach waha się w granicach 0,3-2 m/d (przeważnie wynosi około 1 m/d), a średnia przewodność poziomu wodonośnego wynosi 25 m^2/d.

Poziom fliszowy jest odwadniany przez liczne źródła o bardzo zróżnicowanej wydajności, nieprzekraczającej z reguły 1 l/s. Źródła wydajne i zlokalizowane na zboczach, w małej odległości od zabudowań wiejskich, stanowią często ujęcia dla lokalnych wodociągów.

Wody lecznicze

W Nieborowie wody lecznicze występują na ogół w strefach spękań i dyslokacji tektonicznych podłoża. Udokumentowano tu zasoby eksploatacyjne czterech źródeł wód leczniczych. Źródła te nie są eksploatowane. Woda lecznicza jest typu chlorkowo-wodorowęglanowo-sodowego, siarczkowa.

Źródła wód leczniczych (siarczkowych) zlokalizowane są na wychodniach warstw menilitowych. Pierwszym badaczem, który zajmował się genezą pochodzenia siarkowodoru w wodzie był W. Szajnocha (1891). Wiązał on zawartość H_2S z warstwami menilitowymi, najbardziej bitumicznymi osadami Karpat (Sokołowski, 1981). Łupki menilitowe rozciągają się z kierunku północno-zachodniego na południowy wschód, tworząc północne skrzydło antykliny Mokłuczki. Licznie występujące siarczki w strefie hipergenicznej są utleniane do siarczanów (SO_4^{2-}). Następnie wody z SO_4^{2-} infiltrują szczelinami w głąb górotworu, gdzie w panujących warunkach redukcyjnych, przy udziale bakterii redukujących i przy obecności substancji bitumicznych powstaje siarkowodór. Woda wzbogacona o H_2S wraca do strefy aktywnej wymiany.



Ryc. 4.5.5. Lokalizacja obszaru perspektywicznego dla ujęcia wód leczniczych na tle fragmentu Mapy hydrogeologicznej Polski w skali 1:50 000, ark. Błażowa (1005) (Skąpski, Garecki, 1998)

4.5.7. Charakterystyka istniejących źródeł wód leczniczych

Po odzyskaniu przez Polskę niepodległości w Nieborowie Małym i Nieborowie Zapadach zagospodarowano źródła wód leczniczych. Po wybudowaniu drewnianych domów wczasowych w okresie międzywojennym Nieborów stał się lokalnym uzdrowiskiem. Zaletą miejscowości jest bliskie położenie względem Rzeszowa – tylko 15 km. W uzdrowisku tym leczono choroby reumatyczne. II wojnę światową przetrwały dwa budynki – murowany budynek łazienek i drewniany pensjonat. Odrestaurowany pensjonat był wykorzystywany okresowo podczas letnich kolonii, aż do 1973 r. W 2001 r. budynek spłonął. Budynek dawnych łazienek został sprzedany prywatnemu inwestorowi i obecnie jest to Niepubliczny Zakład Opieki Społecznej „DOM-MED". Eksploatacja wód leczniczych nie jest prowadzona. Budynek łazienek znajdujący się na terenie Nieborowa Zapady popadł w ruinę i zawalił się. Obecnie (2020 r.) nie ma już śladu po dawnych łazienkach.

W 1981 r. opracowana została w Biurze Projektów i Usług Technicznej Branży Uzdrowiskowej "Balneoprojekt" Warszawa *Dokumentacja hydrogeologiczna wód leczniczych Nieborowa k. Rzeszowa* (Sokołowski, 1981). W dokumentacji tej określono zasoby eksploatacyjne źródeł. Poniżej przedstawiono ich krótką charakterystykę na podstawie opisu zamieszczonego w dokumentacji A. Sokołowskiego (1981).

Źródło nr 1 – Nieborów Zapady

Źródło zlokalizowane jest w miejscowości Nieborów-Zapady, poniżej drewnianego budynku pensjonatu znajdującego się na prawym brzegu bezimiennego potoku zasilającego rzeczkę Tatynę. Obudowane jest betonowymi kręgami o średnicy 0,96/0,80 m. Przykryte jest betonową płytą z prostokątnym włazem o wymiarach 0,40x0,50 m. Dno, gdzie następuje dopływ wody, znajduje się na głębokości 3,20 m. Przelew o średnicy 40 mm znajduje się na głębokości 0,92 m. Zasoby eksploatacyjne źródła określone zostały w 1981 r. na Q_e = 4,5 l/min (6,48 m^3/d). Typ wody (wg analizy z 1980 r.) jest następujący: 0,32% woda Cl-HCO_3-Na, H_2S. Zawartość siarkowodoru w trakcie dokumentowania utrzymywała się w granicach: 3,74-4,76 mg/dm^3, przeciętnie wynosiła 4,25 mg/dm^3.

Źródło nr 2 – Nieborów Zapady

Źródło znajduje się nad potokiem, na prawym jego brzegu w odległości 130 m na SW od źródła nr 1. Obudowane jest betonowym szybem o wymiarach 2,0x2,5 m oraz głębokości 1,60 m. Szyb przykryty jest betonową płytą z włazem. Dopływ wody następuje

przez dno szybu. Zasoby eksploatacyjne źródła określone zostały w 1981 r. na Q_e = 2,5 l/min (3,60 m^3/d). Typ wody (wg analizy z 1980 r.) jest następujący: 0,14% woda Cl-HCO_3-Na-Ca, H_2S.

Źródło nr 1 – Nieborów Mały

Źródło nr 1 w Nieborowie Małym położone jest nad potokiem na lewym jego brzegu. Oddalone jest od źródła nr 2 o 50 m na północny-wschód. Ujęte jest betonowym basenem o wymiarach 3,80 na 3,90 m, nakrytym pokrywą z włazem. Dno basenu to zwężający się szyb wykuty w litej skale. Dno jest na głębokości 5,20 m p.p.t. Basen posiada przelew w ścianie na wysokości 1,0 m p.p.t. Woda dopływa do basenu przez dno. Zasoby eksploatacyjne źródła określone zostały w 1981 r. na Q_e = 8,0 l/min (11,52 m^3/d). Typ wody (wg analizy z 1980 r.) jest następujący: 0,14% woda HCO_3-Cl-Na-Ca, H_2S.

Źródło nr 2 – Nieborów Mały

Źródło nr 2 w Nieborowie Małym położone jest nad potokiem na prawym jego brzegu, pod skarpą. Oddalone jest od źródła nr 1 o 50 m na południowy-zachód. Obudowane jest prostokątnym zbiornikiem o głębokości 3,90 m. Zbiornik od góry jest betonowy, natomiast dolna część wykuta jest w skale. Od góry przykryty jest deskami. Zasoby eksploatacyjne źródła określone zostały w 1981 r. na Q_e = 6,0 l/min (8,64 m^3/d). Typ wody (wg analizy z 1980 r.) jest następujący: 0,12% woda HCO_3-Cl-Na-Ca, H_2S.

Źródło nr 1 – Nieborów Wielki

Źródło znajdowało się w Nieborowie Wielkim, w lesie, na prawym zboczu doliny potoku płynącego przez wieś. Obudowane było kręgami betonowymi o średnicy 0,80 m. Dno znajdowało się na głębokości 1,5 m. Wydajność źródła wynosiła poniżej 1 l/min.

Obecnie źródło nie istnieje, wskutek osunięcia zbocza i zasypania. Typ wody (wg analizy z 1980 r.) był następujący: 0,12% woda HCO_3-Na, H_2S.

Innym przejawem występowania wód siarczkowych w gminie Hyżne jest źródło dolinne „Katarzyna" zlokalizowane w miejscowości Szklary k. Dynowa. Znajduje się ono w lesie, w dolinie potoku u podnóża zbocza. Źródło obudowane jest betonowymi kręgami, przykryte drewnianą pokrywą. Na poziomie gruntu znajduje się przelew. Wypływa ono z eoceńskich cienkoławicowych piaskowców i łupków formacji hieroglifowych. Woda ze źródła wykorzystywana jest przez miejscową ludność. Zawartość siarkowodoru w wodzie wynosi około 20 mg/dm^3. Jest to najwyższa wartość spośród źródeł w obrębie jednostki skolskiej (Trzyna, Piech, 2016).

W ramach realizacji niniejszego opracowania nawiązano kontakt z Urzędem Gminy Hyżne i uzyskano od wójta gminy deklarację szerokiej współpracy przy realizacji tematu, w tym podczas prac terenowych m.in. w zakresie zlokalizowania miejsc charakteryzujących się występowaniem wód o specyficznym zapachu siarkowodoru oraz pomocy w uzyskaniu dostępu do tych miejsc. Zadeklarowana pomoc obejmuje również współpracę przy poszukiwaniu gruntów, na których można byłoby wykonać planowany otwór rozpoznawczo-badawczy. W ramach przeprowadzonych prac terenowych wizją lokalną objęto źródła w Nieborowie oraz źródło „Katarzyna" w Szklarach. Dla obydwu tych lokalizacji wykonano pomiary „in situ" parametrów PEW, pH i temperatury oraz stwierdzono oznaki wskazujące na występowanie w wodzie siarkowodoru tj. specyficzny zapach oraz charakterystyczny osad na drodze odpływu. Próbka pobrana w Nieborowie pochodzi bezpośrednio ze zbiornika, do którego wody siarczkowe sprowadzone zostały z wyżej położonych źródeł. Zbiornik zlokalizowany jest pod altaną przy drodze asfaltowej (fot. 4.5.1). Aby udostępnić wody siarczkowe ludności zbiornik wyposażony został w pompę ręczną typu „abisynka". Brak możliwości pomiaru wydajności.

Fot. 4.5.1. Altana i zbiornik podziemny w Nieborowie (fot. T. Operacz)

Druga próbka pobrana została ze źródła „Katarzyna" zlokalizowanego na terenie leśnym, już za szlabanami nadleśnictwa. Szacowana wydajność źródła to około 4,5 l/min. Źródło obudowane jest kręgami betonowymi, a odpływ wody odbywa się poprzez zamontowaną w ich dolnej części rurkę (fot. 4.5.2 i 4.5.3). Kręgi przykryte są drewnianą pokrywą. Na drodze odpływu widoczny jest charakterystyczny biały i czarny osad związany z żyjącymi w tych wodach bakteriami siarkowymi.

W poniższej tabeli (4.5.1) zestawiono otrzymane wyniki pomiarów wykonanych w lipcu 2020 r.

Tabela 4.5.1. Wyniki pomiarów „*in situ*" punktów dokumentujących występowanie wód leczniczych

Nazwa	Lokalizacja	PEW [S/cm]	pH	Temp. [^{0}C]	Uwagi
Źródła w Nieborowie	Nieborów	2563	6,59	12,2	Próbka ze zbiornika zbiorczego
Źródło „Katarzyna"	Szklary	1305	7,37	10,2	Wypływ u podnóża skarpy

Fot. 4.5.2. Źródło „Katarzyna" (fot. T. Gągulski)

Fot. 4.5.3. Źródło „Katarzyna", widok w kierunku odpływu ze źródła (fot. T. Gągulski)

Analizy wody wykonane zostały przez laboratorium Eurofins OBIKŚ Polska Sp. z o.o., ul. Owocowa 8, 40-158 Katowice. Pełne wyniki analiz przedstawiono na załączniku 1.5-1.6.

Na podstawie przeprowadzonej analizy wodę ze źródeł w Nieborowie można scharakteryzować jako trójjonową, wodorowęglanowo-chlorkowo-sodową. Zawartość H_2S wyniosła 0,367 mg/dm^3. Zawartość radonu oznaczono na poziomie 4,8 Bq/dm^3. Jon wodorowęglanowy występuje w ilości 467 mg/dm^3 (51% mval), chlorkowy w ilości 210 mg/dm^3 (39% mval), a sodowy w stężeniu 301 mg/dm^3 (74% mval). Pozostałe jony

główne występują w ilościach: siarczanowy – 63 mg/dm^3 (9% mval), wapniowy – 57,6 mg/dm^3 (16% mval), magnezowy – 16,8 mg/dm^3 (8% mval).

Woda ze źródła Katarzyna to woda czterojonowa, chlorkowo-wodorowęglanowo-sodowo-wapniowa. Pomimo bardzo obfitego i charakterystycznego dla wód siarczkowych osadu oraz zapachu analiza nie wykazała zawartości jonu siarczkowego. Zaznaczyć należy, że próbki wody na badanie zawartości H_2S pobrane zostały zgodnie z zaleceniami zawartymi w „Katalogu wybranych fizycznych i chemicznych wskaźników zanieczyszczeń wód podziemnych i metod ich oznaczania" (Witczak i in., 2013). Siarczkowy charakter tej wody potwierdzają natomiast wyniki analiz archiwalnych. Zawartość radonu oznaczono na poziomie 5,3 Bq/dm^3. Jon chlorkowy występuje w ilości 600 mg/dm^3 (60% mval), wodorowęglanowy w ilości 617 mg/dm^3 (36% mval), sodowy w stężeniu428 mg/dm^3 (57% mval), wapniowy w ilości 199 mg/dm^3 (31% mval), natomiast magnezowy – 40,2 mg/dm^3 (10%mval). Zawartość fluorków wyniosła 1,1 mg/dm^3, jodków stwierdzono w ilości 1 mg/dm^3, bromków – 2,5 mg/dm^3, strontu – 1,44 mg/dm^3.

Badania wody wykonane w ramach niniejszego opracowania nie potwierdziły występowania siarkowodoru w ilości powyżej 1 mg/dm^3. Jednakże z uwagi na wcześniejsze badania wody, wyraźny zapach siarkowodoru oraz biały osad kolonii bakterii siarkowych, autorzy uważają, że rejon ten jest obszarem perspektywicznym dla poszukiwania wód siarczkowych otworem poszukiwawczo-rozpoznawczym.

4.6. SŁONNE

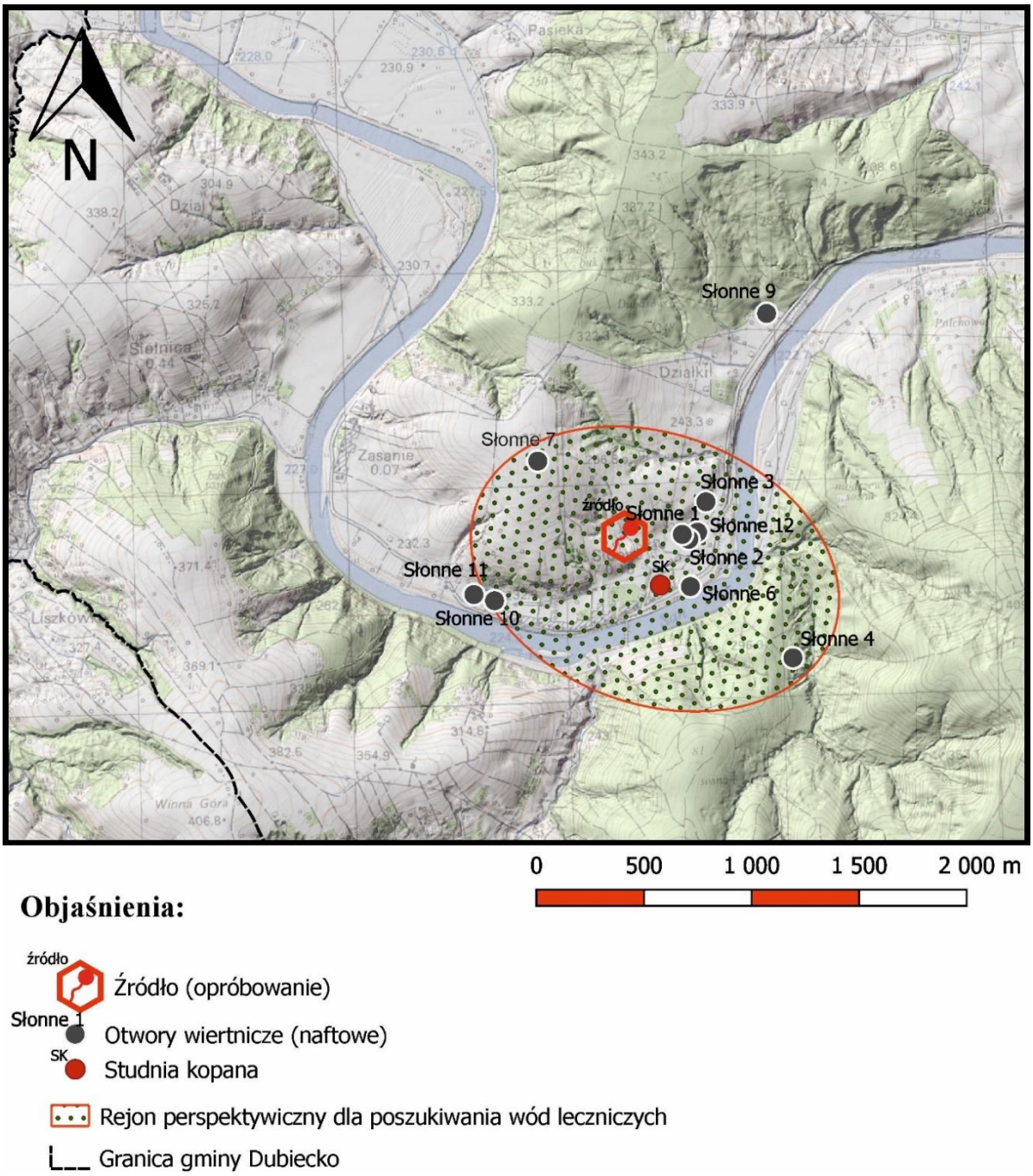
4.6.1. Wstęp

Rejon Słonnego jest obszarem perspektywicznym dla pozyskaniu wód leczniczych (solanek Cl-Na, I). W celu rozpoznania warunków geologiczno-złożowych występowania wód leczniczych w rejonie Słonnego, pod kątem ich wydobycia i zagospodarowania, przewiduje się wykonanie jednego otworu poszukiwawczo-rozpoznawczego o głębokości około 400 m. Przewidywana wydajność ujęcia wód leczniczych to 2,0-3,0 m^3/h.

4.6.2. Charakterystyka obszaru perspektywicznego dla ujęcia wód leczniczych

Położenie administracyjne

Obszar perspektywiczny dla ujęcia wód leczniczych (solanki) wyznaczony został w miejscowości Słonne (gmina Dubiecko, powiat przemyski, województwo podkarpackie), położonej około 5,5 km na SE od Dubiecka (ryc. 4.6.1). Słonne to niewielka miejscowość o charakterze turystycznym, w której znajdują się obiekty agroturystyczne oraz pole namiotowe. Brak jest zakładów przemysłowych lub innych obiektów uciążliwych dla środowiska. Przez Słonne przebiega asfaltowa droga gminna, która kończy się przy wschodnim zakolu Sanu. Na drugą stronę rzeki przeprawić się można promem około 2,5 km na NW od miejscowości lub kładką dla pieszych.



Ryc. 4.6.1. Lokalizacja obszaru perspektywicznego dla ujęcia wód leczniczych na tle mapy topograficznej rejonu Słonnego

Na ryc. 4.6.1, 4.6.2, 4.6.3, 4.6.4, 4.5.5. pokazano dwa rejony perspektywiczne dla poszukiwania wód leczniczych. Ewentualna lokalizacja otworu poszukiwawczo-rozpoznawczego w tym rejonie zaakceptowana została przez wójta gminy Dubiecko. Omawiany teren znajduje się w obrębie arkusza nr 1025 (Bircza) mapy topograficznej Polski w skali 1:50 000.

Położenie fizyczno-geograficzne

Według podziału fizycznogeograficznego Polski przedmiotowy obszar jest położony w obrębie mezoregionu Pogórze Dynowskie (nr 513.64; wg Kondracki, 2009), który wchodzi w skład makroregionu Pogórze Środkowobeskidzkie. Pogórze Dynowskie to największy mezoregion zewnętrznych pogórzy karpackich. Zajmuje powierzchnię około 1928 km^2, pomiędzy dolinami Wisłoka i Sanu. Północna część pogórza rozciągnięta jest w kierunku wschodnim, co związane jest ze zmianą kierunku biegu środkowych odcinków Wisłoka i Sanu z NW na E. Ta część Pogórza Dynowskiego charakteryzuje się wyrównaną, monotonną powierzchnią wyżynną. Natomiast jego część południowo-zachodnia, przy granicy z Kotliną Jasielsko-Krośnieńską, prezentuje odmienny charakter z wyrazistymi wzniesieniami zbudowanymi z piaskowców ciężkowickich wznoszących się maksymalnie około 300 m nad dno kotliny (Sucha Góra 592 m n.p.m.). Zdecydowana część Pogórza Dynowskiego zbudowana jest jednak z utworów fliszowych jednostki skolskiej. Z większych miejscowości wymienić należy: Dynów, Brzozów, Błażowa i Tyczyn.

Hydrografia terenu objętego badaniami

Omawiany obszar znajduje się w dorzeczu Wisły (zlewnia I rzędu), w regionie wodnym górnej Wisły, na terenie działania Regionalnego Zarządu Gospodarki Wodnej w Rzeszowie i obejmuje zlewnię Sanu (zlewnia II rzędu). Przedmiotowy rejon znajduje się w obrębie Jednolitej Części Wód Powierzchniowych (JCWP) nr RW20001522379 – San od Tyrawki do Olszanki. Omawiany obszar znajduje się bezpośrednio w zakolu Sanu, na jego lewym brzegu.

Część terenu, położonego w zakolu Sanu znajduje się w obszarze zagrożonym podtopieniami. Jest to fragment, który znajduje się na tarasie Sanu i w głównej mierze wyznacza go linia zabudowań, a granica przebiega na rzędnej około 240 m n.p.m. (https://mapy.geoportal.gov.pl).

Klimat

Obszar Słonne, według podziału A. Wosia z 1999 r., należy do regionu klimatycznego tarnowsko-rzeszowskiego (XXVII; Woś, 1999).

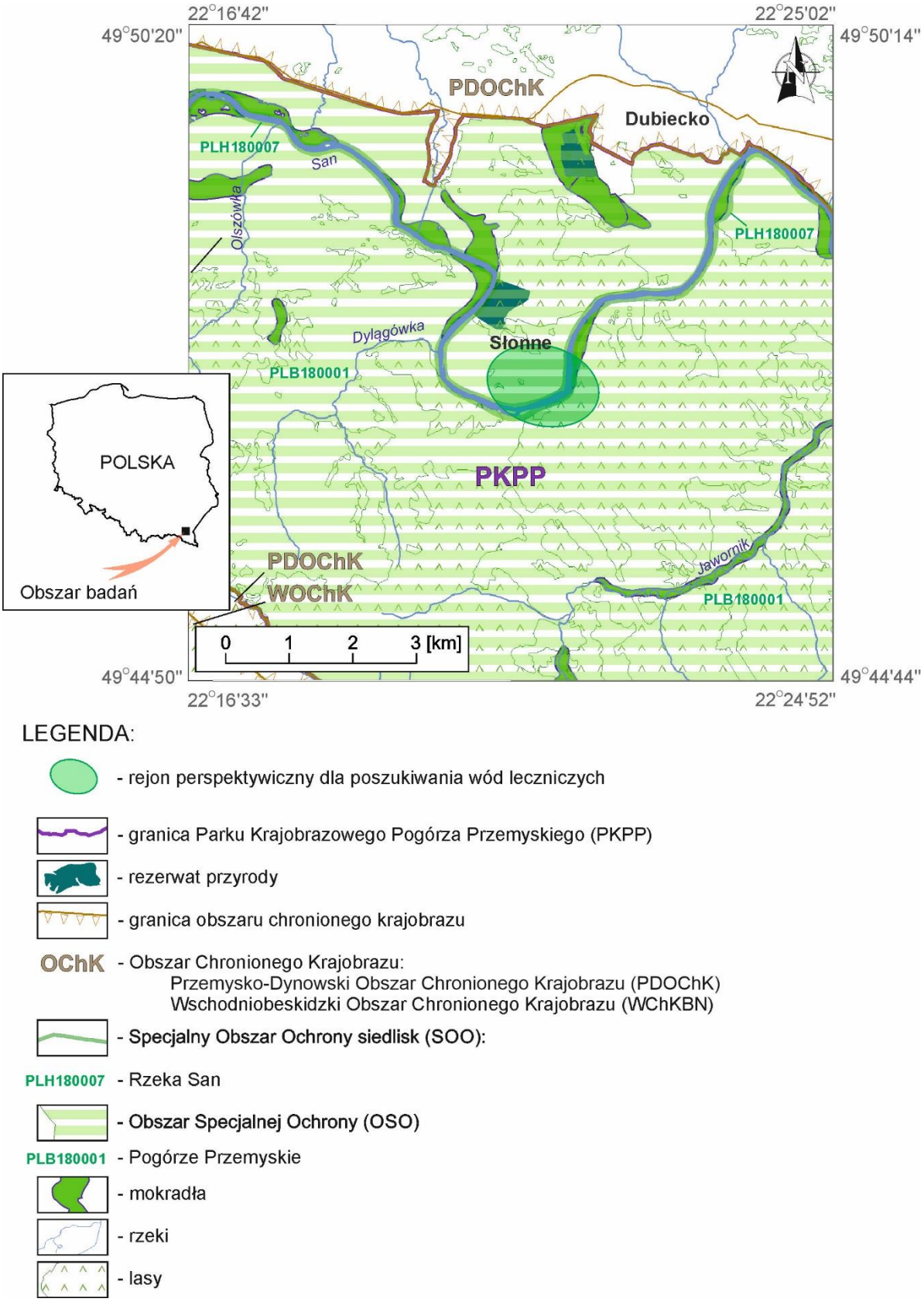
Średnia roczna temperatura powietrza wynosi 7,5°C, średnia roczna maksymalna – 12-13°C, a średnia roczna minimalna – 4-5°C. Średnie roczne opady atmosferyczne w wieloleciu 1971-2000 oscylują w granicach około 650-700 mm. Najobfitsze opady występują w okresie letnim, najmniejsze zaś w okresie zimowym. Średnioroczna ilość dni z opadem śniegu waha się od 65 do 75 (Lorenc, red., 2005).

4.6.3. Stan środowiska w rejonie badań

Wskazany obszar perspektywiczny znajduje się w obszarze Natura 2000 Pogórze Przemyskie oraz w granicach Parku Krajobrazowego Pogórza Przemyskiego (http://geoserwis.gdos.gov.pl/mapy/). Pozostałe opisane formy przyrody znajdują się w jego sąsiedztwie (ryc. 4.6.2., 4.6.3). Poniżej zamieszczono ich krótką charakterystykę.

Pogórze Przemyskie PLB180001– to obszar specjalnej ochrony ptaków o powierzchni 64 366,31 ha, wyznaczony 5 maja 2004 r. Ochroną objętych jest co najmniej 29 gatunków z Załącznika I Dyrektywy Ptasiej, spośród których wyróżnić można: bociana białego, derkacza, dzięcioła czarnego, gąsiorka, muchołówkę białoszyją. Występują w tym obszarze również ptaki z Polskiej Czerwonej Księgi, takie jak: bączek, dzięcioł białogrzbiety, orlik krzykliwy, orzeł przedni, puchacz, puszczyk uralski. Zanieczyszczenia powietrza i wód to największe zagrożenia dla tego obszaru, ponadto zagrożeniem dla ptaków zasiedlających te tereny jest naturalna sukcesja roślinności w obszarach, na których zaniechano gospodarki rolnej, a także zalesianie terenów otwartych.

Rzeka San PLH180007 – to obszar specjalnej ochrony siedlisk o powierzchni 1374,76 ha, wyznaczony 6 czerwca 2009 r. Obejmuje odcinek rzeki San od Sanoka do Jarosławia. Ochroną objętych jest 6 gatunków ryb (minóg strumieniowy, kiełb białopłetwy, boleń, głowacz białopłetwy, brzanka oraz kiełb Kesslera) oraz skójka gruboskorupowa i małż z rodziny skójkowatych. Głównym zagrożeniem dla tej formy ochrony jest eksploatacja kruszywa, regulacja rzeki, zanieczyszczenie wód oraz kłusownictwo.



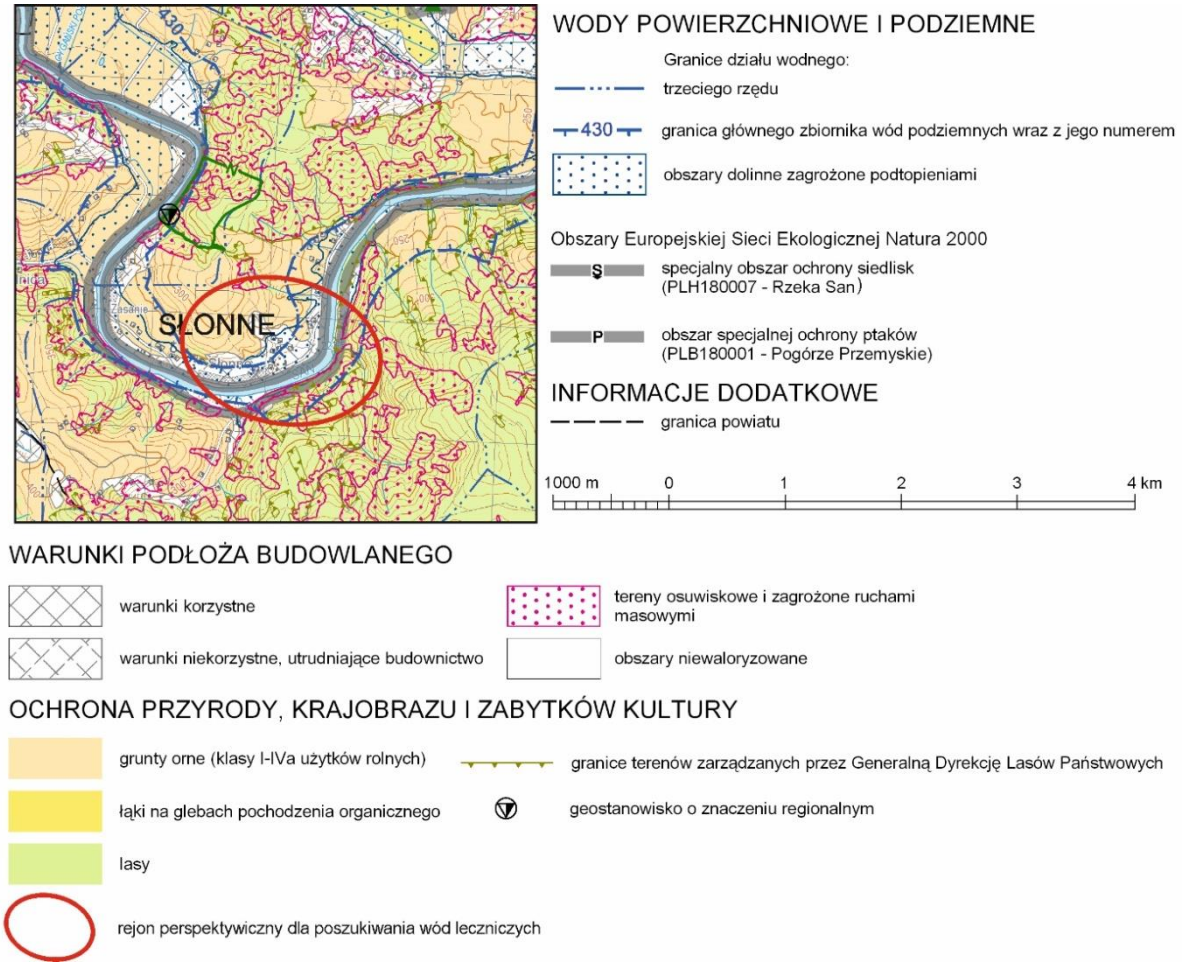
Ryc. 4.6.2. Lokalizacja obszaru perspektywicznego dla ujęcia wód leczniczych na tle obszarów chronionych

Rezerwat Kozigarb – rezerwat przyrody nieożywionej utworzony w celu ochrony geologicznych form tektonicznych i erozyjnych. Ochronie podlega góra meandrowa z bogatą mikrorzeźbą terenu oraz drzewostanem. Zlokalizowany jest w meandrze Sanu, około 1,5 km na północ od Słonnego.

Rezerwat Broduszurki – rezerwat torfowiskowy (bagienny). Ochronie podlegają zbiorowiska torfowiskowe wraz z licznie występującymi roślinami chronionymi celem zachowania ich ze względów naukowych, dydaktycznych i krajobrazowych. Zlokalizowany jest bliżej Dubiecka, około 3,5 km na NNE od Słonnego i 1,5 km na SW od Dubiecka przy granicy PKPP.

Park Krajobrazowy Pogórza Przemyskiego zajmuje powierzchnię 60,561 ha. Jest to najbardziej na zachód wysunięty fragment lesistych pogórzy Karpat Wschodnich. Znajduje się w nim jedyny w łuku karpackim skręt fałdów czołowych Karpat (sygmoida przemyska) oraz charakterystyczne przełomy Sanu, jeden w rejonie Słonnego.

Na poniższej rycinie (4.6.3) przedstawiono stan użytkowania i zagospodarowania terenu wg Mapy geośrodowiskowej Polski w skali 1:50 000 (Formowicz, Grędysa, 2016a).



Ryc. 4.6.3. Lokalizacja obszaru perspektywicznego dla ujęcia wód leczniczych na tle fragmentu Mapy geośrodowiskowej Polski, Plansza A w skali 1: 50 000, ark. Bircza (1025) (Formowicz, Grędysa, 2016a)

4.6.4. Uzasadnienie lokalizacji i głębokości wiercenia

W ramach realizacji niniejszego opracowania w rejonie Słonnego wyznaczono rejon perspektywiczny dla poszukiwań wód leczniczych (solanek) – ryc. 4.6.2, 4.6.3, 4.6.4, 4.6.5. Planowany otwór poszukiwawczo-rozpoznawczy zlokalizowany będzie w dolinie Sanu, w otoczeniu gruntów użytkowanych rolniczo oraz z zabudową jednorodzinną. Z poniższej analizy wynika, że w odwiertach Słonne 3, Słonne 4 i Słonne 6 objawy ropne i gazowe były najsłabsze bądź stwierdzono ich brak, dlatego w pierwszej kolejności analizowane będą możliwości lokalizacji otworu badawczego w ich rejonie.

Przewidywaną głębokość otworu poprzedzono analizą budowy geologicznej, tektoniki i warunków hydrogeologicznych przedmiotowego terenu.

Począwszy do lat pięćdziesiątych XX wieku wykonano w rejonie Słonnego szereg wierceń, których celem było rozpoznanie struktury geologicznej o potencjale roponośnym.

Prace w tym rejonie prowadzone były przez Przedsiębiorstwo Państwowe Sądeckie Przedsiębiorstwo Geologiczne Przemysłu Naftowego w Sanoku, a następnie przez Polskie Górnictwo Naftowe i Gazownictwo Zakład Poszukiwań Naftowych i Gazu w Jaśle. Wyniki wierceń naftowych nie przyniosły pozytywnych rezultatów pozwalających eksploatować pole Słonne. Przyczyniły się natomiast do wstępnego rozpoznania warunków występowania solanek oraz ich składu chemicznego. Solanki jodkowe jakie stwierdzono w odwiertach uznane są za cenne kopaliny i wykorzystywane mogą być np. w balneologii. W tabeli 4.6.1, na podstawie informacji zawartych w CBDG, zestawiono wykonane w rejonie Słonnego otwory.

Tabela 4.6.1. Zestawienie wykonanych w rejonie Słonnego otworów naftowych (wg CBDG)

Nazwa	Głębokość wiercenia	Rzędna terenu	Stratygrafia w dnie	Cel wiercenia	Rok wiercenia	X_1992	Y_1992	Miejscowość	Gmina	Powiat
SŁONNE 01	553,60	236,40	trzeciorzęd	złożowy	1954	218473,36	740907,75	Słonne	Dubiecko	przemyski
SŁONNE 02	304,90	235,17	trzeciorzęd	złożowy	1954	218825,28	741330,53	Słonne	Dubiecko	przemyski
SŁONNE 03	452,30	235,48	trzeciorzęd	złożowy	1954	218473,36	740907,75	Słonne	Dubiecko	przemyski
SŁONNE 04	572,00	261,00	trzeciorzęd	złożowy	1954	219536,01	738928,18	Sielnica	Dubiecko	przemyski
SŁONNE 06	346,30	229,00	trzeciorzęd	złożowy	1954	218726,00	741358,18	Słonne	Dubiecko	przemyski
SŁONNE 09	2370,40	243,00	kreda	złożowy	1959	218473,36	740907,75	Słonne	Dubiecko	przemyski
SŁONNE 10	2197,70	241,00	kreda	złożowy	1965	218713,12	740583,13	Słonne	Dubiecko	przemyski
SŁONNE 11	2516,60	233,00	kreda	badawczy	1970	218853,14	740256,52	Słonne	Dubiecko	przemyski
SŁONNE 12	769,00	230,00	kreda	złożowy	1989	219056,63	741348,66	Słonne	Dubiecko	przemyski

Po analizie przebiegu wierceń otworów złożowych w tym rejonie proponuje się w celu ujęcia wód leczniczych (solanek) odwiercić hydrogeologiczny otwór poszukiwawczo-rozpoznawczy o głębokości około 400 m. Wyniki wiercenia pozwolą na dokładniejsze rozpoznanie potencjalnego złoża wód leczniczych oraz ocenę parametrów hydrogeologicznych w obrębie utworów warstw inoceramowych jednostki skolskiej.

Szczegółowa lokalizacja otworu jego konstrukcja oraz głębokość określona zostanie w projekcie robót geologicznych. Przy wyborze miejsca wykonania otworu należy wziąć pod uwagę następujące przesłanki:

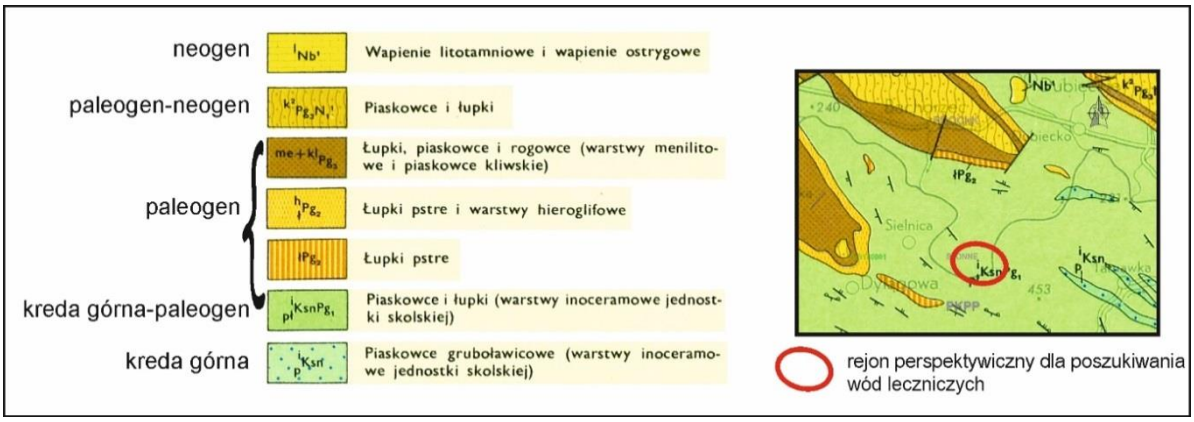
- budowę geologiczną i warunki hydrogeologiczne,
- ukształtowanie terenu warunkujące możliwość prowadzenia prac wiertniczych a później łatwe doprowadzenie wody do miejsca docelowego,

- możliwość dojazdu urządzenia wiertniczego,
- zagospodarowanie działki.

4.6.5. Budowa geologiczna

Omawiany rejon miejscowości Słonne koło Dubiecka położony jest na obszarze arkusza w skali 1:50 000 SMGP Bircza (1025). Na czas realizacji niniejszego opracowania w/w arkusz znajdował się w trakcie prac redakcyjnych i był niedostępny. Opis budowy geologicznej wykonano m.in. na podstawie dokumentacji wynikowej i sprawozdań z wierceń wykonanych w rejonie badań oraz z kart otworów.

Analizowany obszar buduje antyklina Słonnego jednostki skolskiej, charakteryzująca się występowaniem płytkiego horyzontu roponośnego związanego z warstwami inoceramowymi. Omówione poniżej otwory odwiercono w płaszczowinie (antyklinie) zbudowanej z palegeńsko-kredowych, łupkowo-piaskowcowych warstw inoceramowych (ryc. 4.6.4; Gucik i in., 1979). Są one najczęściej wykształcone jako łupki, piaskowce cienkoławicowe i margle. Barwa piaskowców jest przeważnie szara lub popielato-szara,
są one skorupowe, mikowe i wapniste. Piaskowce te przeławicone są łupkami ilastymi i wapnistymi o barwie popielatej (Jankowski, Probulski, 2011).



Ryc. 4.6.4. Lokalizacja obszaru perspektywicznego dla ujęcia wód leczniczych na tle fragmentu Mapy geologicznej Polski w skali 1:200 000, plansza B (Gucik i in., 1979)

Struktura Słonnego to brachyantyklina podzielona na blok wschodni i zachodni przez ukośną strefę dyslokacyjną. Część wschodnia uformowana została jako płaska i regularna kopuła, natomiast zachodnia jest węższa i przybiera formę ostrego klina zanurzającego się ku zachodowi. Odwiertem Słonne 3 stwierdzono występowanie dyslokacji biegnącej pomiędzy odwiertami Słonne 1 i 2 a Słonne 3.

Poniżej przedstawiono, skróconą charakterystykę wykonanych odwiertów i wyniki tych wierceń.

Słonne 1

Odwiert wykonano do głębokości końcowej 553,6 m. Z piaskowców luźnych na głębokości od 287 do 290 m p.p.t. nastąpił przypływ solanki, a niepożądanym efektem było zgazowanie płuczki i wybuch gazu. Na głębokości 299 m p.p.t. nawiercono silną solankę, nastąpił samowypływ.

Na podstawie przeprowadzonych prób sczerpania ropy odwiert został przekazany jako otwór produktywny dla ropy.

Słonne 2

Otwór wykonano do głębokości 304,9 m. Na głębokości około 285,0 m nastąpił silny przypływ solanki, występowały warunki artezyjskie wód. Powyżej poziomu nawiercenia solanek stwierdzono liczne interwały głębokości występowania przejawów gazowych oraz ropnych. Od głębokości około 93,9 m pojawiły się ślady gazu, natomiast od około 144,3 m stwierdzono pierwsze ślady ropy. Objawy i poziomy gazowe oraz ropne stwierdzono do głębokości około 283,0 m, tj. tuż nad poziomem solankowym. Otwór przekazano do eksploatacji.

Słonne 3

Lokalizacja otworu – 133 m na NE od Słonne 1. Otwór wykonano do głębokości 542,30 m. Stwierdzono odmienne warunki geologiczno-złożowe niż w odwiertach Słonne 1 i Słonne 2, tj. brak horyzontów roponośnych, wystąpiły natomiast ślady gazu oraz przypływ silnej solanki. Odwiert wykonano w strefie przyuskokowej.

Podczas wiercenia stwierdzono głównie objawy gazowe przejawiające się zgazowaniem płuczki oraz nieliczne ślady ropy. Na głębokości około 345,0 m nastąpił przypływ solanki o wysokim ciśnieniu co doprowadziło do wyrzucenia płuczki z otworu. Wypływ oszacowano na 10-15 l/h. Poniżej poziomu przypływu solanki stwierdzono również ślady gazu. Otwór zlikwidowano.

Słonne 4

Lokalizacja – 770 m na SE od Słonne 2. Otwór wykonano do głębokości 572,0 m.

Stwierdzono podobne warunki geologiczno-złożowe jak w odwiercie Słonne 3, tj. brak horyzontów ropnych, ślady gazu oraz przypływ silnej solanki. Odwiert wykonano w osi kopuły części wschodniej struktury Słonnego. Na głębokościach 14 m oraz 92 m stwierdzono występowania wód zwykłych (słodkich). Podczas wiercenia stwierdzono jedynie słabe objawy gazowe. Pierwszy horyzont wód o podwyższonej mineralizacji stwierdzono na głębokości 179,0 m, następnie 290,0 m i 470,0 m. Poniżej ostatniego

poziomu przypływu solanki stwierdzono ślady gazu, aż do głębokości 551,0 m.

Słonne 6

Lokalizacja – 256 m na SWS od Słonne 1. Otwór wykonano do głębokości 364,30 m. Podczas wiercenia stwierdzono jedynie objawy gazowe, nie stwierdzono śladów ropy. Zgazowanie płuczki notowano już na głębokości 84,70 m. Objawy gazowe, o różnym nasileniu – od lekko zgazowanej płuczki do silnie zgazowanej, obserwowano do głębokości 364,30 m p.p.t. Pierwszy horyzont solankowy stwierdzono na głębokości 322,80 m, a następnie 364,30 m. Przypływowi solanki towarzyszyło silne zgazowanie płuczki, co przy jej rozcieńczeniu solanką doprowadziło do wyrzucenia płuczki na powierzchnię. Otwór zlikwidowano.

Otwór planowany był do głębokości 500,0 m jednak z uwagi na negatywne wyniki wiercenia oraz przypływ solanki wiercenie zakończono na głębokości 364,30. Otwór zlikwidowano.

Słonne 9

Otwór wykonano do głębokości 2370,40 m. Nie stwierdzono przypływu solanek, na głębokościach 1339,6 m oraz 1500,0 stwierdzono objawy bituminów.

Słonne 10

Lokalizacja – 1860 m na SW od odwiertu Słonne 9. Otwór wykonano do głębokości 2197,7 m. Podczas wiercenia stwierdzono objawy gazowe, ślady ropy oraz silny przypływ solanki. Zgazowanie płuczki stwierdzono od głębokości 1178,0 m do 1350,0 m. Występowało ono w obrębie warstw inoceramowych. Silne objawy gazowe stwierdzono również na głębokości 2182,0 m p.p.t. Po osiągnięciu głębokości 2197,1 m nastąpił bardzo silny przypływ solanki w ilości 10-12 m^3/h, powodujący rozrzedzenie płuczki. Podjęte próby ponownego obciążenia płuczki nie przyniosły wystarczających rezultatów, dalsze wiercenie okazało się niemożliwe. Spód otworu został zlikwidowany. Opróbowanie otworu przeprowadzone zostało w wyższych interwałach. Po wykonaniu perforacji w interwale 1345-1185 m uzyskano przypływ solanki z gazem, w interwale 1060-915 m nie stwierdzono żadnych objawów. Otwór zlikwidowano.

Słonne 11

Lokalizacja – 89 m od odwiertu Słonne 10. Jest to otwór dublujący odwiert Słonne 10, wykonany został do głębokości 2516,6 m. Na głębokości 2113 m przewiercono warstwy inoceramowe i dalej wiercono w utworach dolnej kredy spaskiej. Podczas wiercenia stwierdzono objawy gazowe oraz przypływ solanki. Podobnie jak w otworze

Słonne 10 po nawierceniu horyzontu solankowo-gazowego dalsze wiercenie było niemożliwe. Pierwsze słabe zgazowanie płuczki stwierdzono na głębokości 1420,0 m kolejne przejawy gazowe występowały do spągu otworu. Przypływ solanki z gazem stwierdzono po raz pierwszy na głębokości 2126,3 m, następnie 2270,9 m oraz najsilniejszy, wynoszący około 11,5 m^3/h, odnotowano w spągu otworu, tj. na głębokości 2516,3 m. Spód otworu został zlikwidowany. Liczne perforacje wykonane w płytszych partiach otworu oraz przeprowadzone próby nie przyniosły pozytywnych rezultatów. Otwór zlikwidowano.

Słonne 12

Odwiert ten jest najmłodszym z prezentowanych, wykonany został w 1989 roku. Pierwotnie projekt zakładał odwiercenie otworu do głębokości 4000 m, jednak ze względu na wynikłe komplikacje podczas wiercenia zakończono go na głębokości 769 m. Otwór odwiercono w warstwach inoceramowych, utworów tych nie przewiercono. Na głębokości 325-342 m stwierdzono przypływ solanki oraz zgazowanie płuczki, pomimo dodatkowego obciążenia płuczki nie udało się tego przypływu zahamować. Na głębokości 769 m nawiercono kolejny horyzont solankowo-gazowy o bardzo wysokim ciśnieniu, co doprowadziło do przychwycenia przewodu wiertniczego. Nastąpił samowypływ solanki pomimo zatłoczenia do otworu ciężkiej płuczki.

Analiza wyników wierceń pozwala twierdzić, ze strefa roponośna w rejonie Słonnego jest znacznie ograniczona obszarowo i obejmuje niewielką przestrzeń w okolicach odwiertów Słonne 1 i 2. Horyzonty solankowe stwierdzono praktycznie we wszystkich odwiertach, wyjątkiem jest Słonne 9. Z uwagi na głębokość występowania poziomu solankowego oraz intensywność przejawów gazowych i ropnych, za najbardziej perspektywiczny dla ujęcia solanek uznaje się rejon odwiertów Słonne 3 i 4.

Czwartorzęd na omawianym obszarze reprezentowany jest przez utwory holoceńskie oraz plejstoceńskie. Dolinę Sanu wypełniają mułki, gliny, piaski i żwiry plejstoceńskie i holoceńskie oraz mady wieku plejstoceńskiego. Poza doliną rzeki na stokach oraz wierzchowinie występują osady deluwialne różnej genezy oraz koluwia osuwiskowe.

4.6.6. Warunki hydrogeologiczne

Wody zwykłe

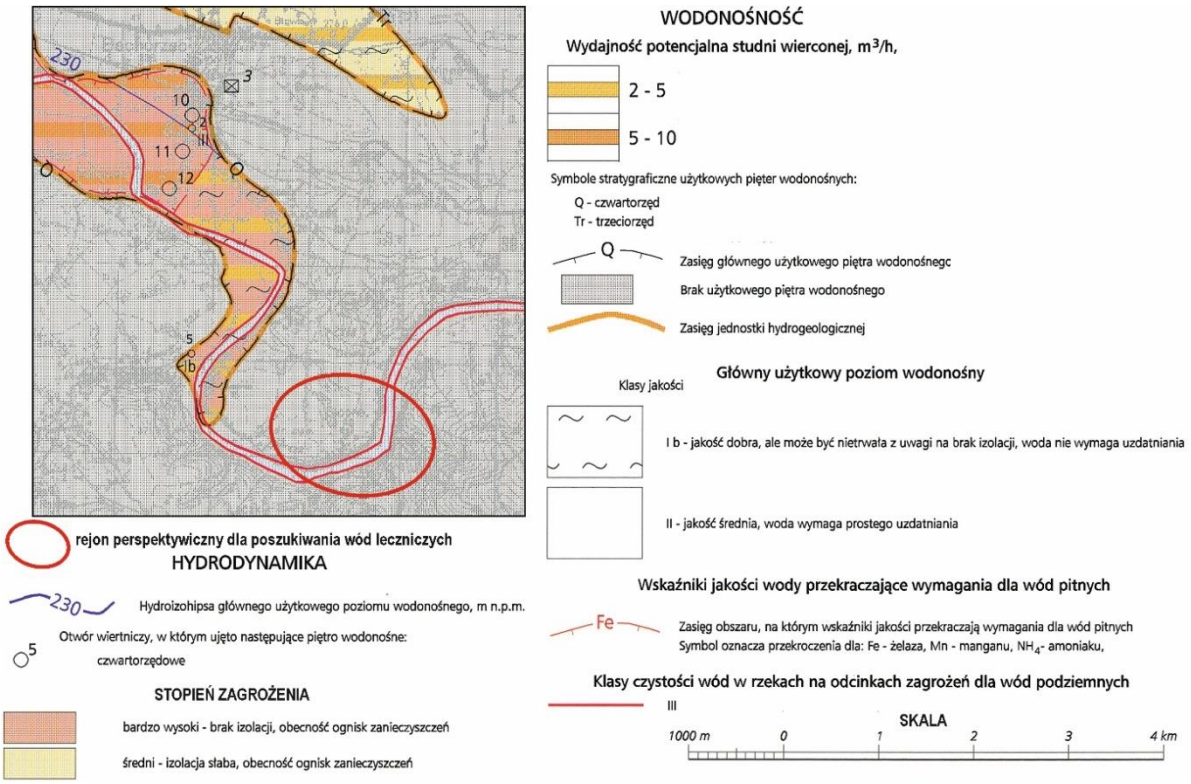
Omawiany obszar znajduje się w obrębie regionu karpackiego (Paczyński, red., 1995). Występują tu dwa poziomy wodonośne: czwartorzędowy obejmujący dolinę Sanu i plaeogeńsko-kredowy (fliszowy) związany z warstwami inoceramowymi. W obrębie

czwartorzędowego poziomu wodonośnego obejmującego dolinę Sanu wyznaczono główny zbiornik wód podziemnych, tj. GZWP nr 430 Dolina rzeki San. Jest to zbiornik typu porowego o powierzchni 83,15 km^2, proponowany obszar ochronny zbiornika wynosi 180,0 km^2. Wodoprzewodność warstwy wodonośnej określono na 20-100 m^2/d, szacunkowe zasoby dyspozycyjne wynoszą 5497,8 m^3/d przy module jednostkowym zasobów wynoszącym od 43,2 do 86,4 $m^3/d \cdot km^2$. Z uwagi na płytko zalegający poziom wodonośny oraz brak ciągłej pokrywy chroniącej wody podziemne przed migracją zanieczyszczeń z powierzchni terenu zbiornik uznano za bardzo podatny oraz lokalnie podatny na antropopresję.

Na podstawie Mapy hydrogeologicznej Polski w sakli 1:50 000 arkusz Bircza (1025; Chowaniec i in., 1998) bezpośrednio w rejonie Słonnego główny użytkowy poziom wodonośny występuje jedynie lokalnie, we zachodniej części zakola Sanu. Jest to czwartorzędowy poziom wodonośny, który budują osady rzeczne doliny Sanu wykształcone w postaci żwirów i piasków częściowo zaglinionych. Miąższość osadów czwartorzędowych zwykle nie przekracza 10 m, a miąższość warstwy wodonośnej osiąga maksymalnie 5 m. Zasilanie poziomu odbywa się głównie poprzez bezpośrednią infiltrację opadów atmosferycznych, a także poprzez dopływ lateralny. Wydajność jednostkowa studni w tym rejonie wynosi od 2 do10 m^3/h.

Na północ od Słonnego w rejonie miejscowości Bachórzec wydzielono główny użytkowy poziom wodonośny (Chowaniec i in., 1998) związany z wychodniami fliszu karpackiego reprezentowanymi przez warstwy inoceramowe. Wykształcone są one jako naprzemianległe piaskowce cienko-, średnio- oraz gruboławicowe i łupki. Poziom ten charakteryzuje się średnim stopniem zagrożenia wód przed zanieczyszczeniami z powierzchni terenu i potencjalną wydajnością studni w granicach od 2 do 5 m^3/h.

Pozostała cześć zakola Sanu w rejonie Słonnego sklasyfikowana zastała jako obszar pozbawiony użytkowego piętra wodonośnego zarówno w czwartorzędowych utworach stanowiących pokrywę utworów fliszowych, jak również w samych warstwach fliszu karpackiego (ryc. 4.6.5).



Ryc. 4.6.5. Lokalizacja obszaru perspektywicznego dla ujęcia wód leczniczych na tle fragmentu Mapy hydrogeologicznej Polski w skali 1:50 000, ark. Bircza (1025) (Chowaniec i in., 1998)

Wody mineralne

Pierwsze informacje do jakich udało się dotrzeć o słonym źródle w m. Słonne pojawiają się w Słowniku Geograficznym Królestwa Polskiego i innych krajów słowiańskich z 1889 r. (SGKP, 1889). Zapisano tam, że we wsi znajduje się słone źródło, przy którym dawniej znajdowała się warzelnia soli. Niestety po jej zamknięciu straż finansowa zabroniła wszelkiego korzystania ze słonych wód, mieszkańcom nie wolno było nawet poić tam bydła.

Wzmianki o występowaniu „karpackich solanek" w miejscowości Słonne koło Dubiecka pojawiają się również w pracy Szajnochy (1891). Pisze on, że odkrywano je w bardzo wielu miejscach w galicyjskich Karpatach, jako naturalne wypływy z „*ciepłotą stałą i zazwyczaj z nie zbyt wielką ilością wody*", bądź podczas robót górniczych w poszukiwaniu „*oleju skalnego*". Spis solanek Szajnochy oparty jest o jego własne spostrzeżenia oraz dawniejsze zastawienia i dane urzędowe podane w roku 1876 przez M. Kelba.

Jak podaje Lipińska (2014) źródło w Słonnem koło Dubiecka (nad Sanem) ma najwyższą w polskich Karpatach stwierdzoną w naturalnej emisji mineralizację ogólną – 56 g/dm^3.

Z początkiem lat 50. XX wieku rozpoczęły się prace zmierzające do rozpoznania struktur geologicznych w rejonie Słonnego. Celem poszukiwań było rozpoznanie warunków występowania poziomów roponośnych w tym rejonie. Roboty prowadzone były pod nadzorem Centralnego Zarządu Przemysłu Naftowego, m.in. przez Przedsiębiorstwo Państwowe Sanockie Przedsiębiorstwo Geologiczne Przemysłu Naftowego w Sanoku czy Przedsiębiorstwo Geologiczne Przemysłu Naftowego Zakład Terenowy Krosno.

Dane o solankach w rejonie Słonnego zestawiono na podstawie informacji przedstawionych w wynikach wyżej wspomnianych wierceń.

Słonne 1

Do badań laboratoryjnych pobrana została solanka, próbka zanieczyszczona była ropą, po jej odsączeniu otrzymano wodę klarowną. Stwierdzono odczyn wody alkaliczny (pH > 8). Sucha pozostałość wyniosła 75,36 g/dm^3. Na podstawie przeprowadzonej analizy laboratoryjnej wodę można scharakteryzować jako 7,5% solankę Cl-Na, I o zawartości Cl^- równej 43,61 g/dm^3 oraz Na^++K^+ równej 25,65 g/dm^3.

Słonne 2

Do badań laboratoryjnych pobrana została solanka, próbka zanieczyszczona była ropą oraz urobkiem, po odsączeniu otrzymano wodę klarowną. Stwierdzono odczyn wody pH 8. Sucha pozostałość wyniosła 78,0 g/dm^3. Na podstawie przeprowadzonej analizy laboratoryjnej wodę można scharakteryzować jako 7,8% solankę Cl-Na, I o zawartości Cl^- równej 46,275 g/dm^3 oraz Na^++K^+ równej 27,08 g/dm^3.

Słonne 3

Pobrano próbkę do badań laboratoryjnych. Stwierdzono odczyn wody pH < 8. Sucha pozostałość wyniosła 36,15 g/dm^3. Na podstawie przeprowadzonej analizy laboratoryjnej wodę można scharakteryzować jako 3,6% solankę Cl-Na, I o zawartości Cl^- równej 21,276 g/dm^3 oraz Na^++K^+ równej 12,65 g/dm^3.

Słonne 4

Analiza wody pobranej z głębokości 335 m p.p.t. wykazała duże podobieństwo do solanki z odwiertu Słonne 7 z głębokości 260,0 m jednak o mineralizacji o połowę mniejszej. Takie rozcieńczenie solanki może być efektem mieszania się z wodami zwykłymi.

Słonne 10

Próbki solanki do badań laboratoryjnych pobrano ze spodu otworu oraz z głębokości

1345-1320 m oraz łącznie z interwałów 1300-1250 m i 1240-1230 m. Mineralizacja osiągnęła wartości od 72,375 g/dm^3 do 63,596 g/dm^3, a wodę scharakteryzować można jako solankę typu Cl-Na o średniej zawartości Cl^- równej 41,67 g/dm^3 oraz Na^++K^+ równej 24,38 g/dm^3. Największy przypływ solanki do otworu stwierdzono w jego spągu, tj. na głębokości 2195,0-2197,1 m i wyniósł on 10-12 m^3/h, w interwałach 1300-1250 m i 1240-1230 m było to już tylko około 1,9 m^3/h, natomiast od głębokości 1215 m do 1185 m wyniósł on zaledwie 0,55 m^3/h. Powyżej nie stwierdzono już objawów solankowych ani gazowych.

Słonne 11

Próbkę wód do badań laboratoryjnych pobrano przy głębokości otworu 2561 m. Stwierdzono warunki artezyjskie, pobór próbki z samowypływu. Na podstawie przeprowadzonej analizy laboratoryjnej wodę można scharakteryzować jako 6% solankę Cl-Na, I o zawartości Cl^- równej 35,457 g/dm^3 oraz Na^++K^+ równej 21,462 g/dm^3. Kolejne próbki wody pobrane z interwału głębokości 2267-2275 m wykazały wzrost mineralizacji do około 71 g/dm^3. Przypływ solanki oszacowano na około 3,6 m^3/h.

Słonne 12

Próbkę wód do badań laboratoryjnych pobrano przy głębokości otworu 769 m. Stwierdzono warunki artezyjskie, pobrano dwie próbki z samowypływu z przestrzeni międzyrurowej. Na podstawie przeprowadzonej analizy laboratoryjnej wodę można scharakteryzować jako 7,6 % solankę Cl-Na, I o zawartości Cl^-około 46 g/dm^3 oraz Na^++K^+ około 26 g/dm^3. Przypływ solanki oszacowano na maksymalnie 23 m^3/h. Występowaniu solanki towarzyszyły bardzo silne objawy gazowe, co stwarza realne zagrożenie erupcyjne, mogące wykluczyć ewentualne ich ujęcie.

Z przekazów ustnych od mieszkańców miejscowości Słonne dowiadujemy się, że do lat 80. XX wieku istniał wypływ wód słonych zlokalizowany w zboczu rowu biegnącego do Sanu. W wyniku robót wiertniczych, jakie na tym terenie były wykonywane w tamtym czasie, wypływ ten zanikł. Kolejną przesłanką do wytypowania tego terenu jako perspektywicznego do ujęcia wód leczniczych może być stwierdzona w niektórych studniach kopanych podwyższona mineralizacja wód podziemnych, co przy obecnym rozpoznaniu geologicznym można wiązać z ascenzją wód słonych.

W ramach realizacji niniejszego opracowania nawiązano kontakt z Urzędem Gminy Dubiecko i uzyskano od wójta gminy deklarację szerokiej współpracy przy realizacji tematu, w tym podczas prac terenowych m. in. w zakresie zlokalizowania miejsc

charakteryzujących się występowaniem wód tzw. słonych oraz pomocy w uzyskaniu dostępu do tych miejsc. Zadeklarowana pomoc obejmuje również współpracę przy poszukiwaniu gruntów, na których można by było wykonać planowany otwór rozpoznawczo-badawczy. W ramach przeprowadzonych prac terenowych wizją lokalną objęto miejsca archiwalnych wierceń, dawny wypływ solanki w skarpie cieku bez nazwy oraz studnię kopaną, w której z przekazów ustnych występuje "słona woda". Podczas wizji terenowej w miejscu dawnego wypływu solanki stwierdzono sączenie wód o podwyższonej przewodniości elektrolitycznej właściwej (PEW).

Pomiary „*in situ*” parametrów PEW, pH i temperatury wykonano w miejscu dawnego wypływu solanki. Pobrano również próbkę wody do analizy laboratoryjnej.

W poniższej tabeli 4.6.2 zestawiono wyniki pomiarów terenowych wykonanych w sierpniu 2020 r.

Tabela 4.6.2. Wyniki pomiarów „*in situ*” wykonane w Słonnym

Nazwa	Lokalizacja	PEW [mS/cm]	pH	Temp. [^{0}C]	O_2
Źr. Słonne	Słonne	13,95	7,39	19,0	5,05

Analiza wody wykonana została przez laboratorium Eurofins OBIKŚ Polska Sp. z o.o., ul. Owocowa 8, 40-158 Katowice. Pełne wyniki analizy przedstawiono na załączniku 1.7.

Na podstawie przeprowadzonej analizy wodę ze źródła w Słonnem scharakteryzować można jako dwujonową, chlorkowo-sodową, fluorkową, jodkową o zawartość jodu 11,0 mg/dm^3 i fluorków 9,2 mg/dm^3. Zawartość radonu oznaczono na poziomie 5,4 Bq/dm^3. Jon chlorkowy występuje w ilości 4610 mg/dm^3 (94% mval) a sodowy w stężeniu 3339 mg/dm^3 (89% mval). Jon wodorowęglanowy występuje w ilości 413 mg/dm^3 (5% mval), natomiast stężenie jonu wapniowego jest na poziomie 269 mg/dm^3 (8% mval), a magnezowego 41,9 mg/dm^3 (2% mval).

Fot. 4.6.1. Miejsce dawnego wypływu solanki w Słonnem (fot. T. Operacz)

4.7. STRASZYDLE

4.7.1. Wstęp

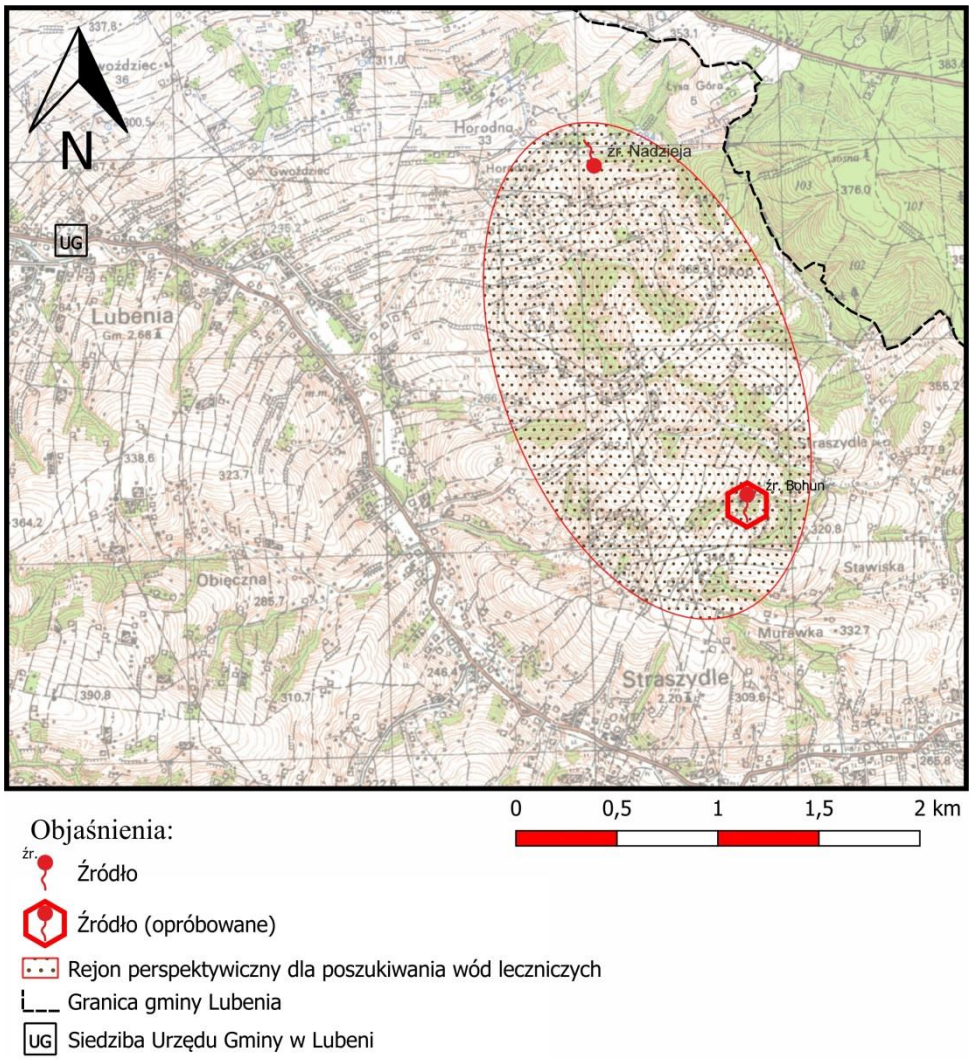
Rejon Straszydla jest obszarem perspektywicznym dla pozyskaniu wód leczniczych, siarczkowych. W celu rozpoznania warunków geologiczno-złożowych występowania wód leczniczych w rejonie Straszydla, pod kątem ich wydobycia i zagospodarowania, przewiduje się wykonanie jednego otworu poszukiwawczo-rozpoznawczego o głębokości 100 m. Przewidywana wydajność ujęcia wód leczniczych to 2,0-3,0 m^3/h.

4.7.2. Charakterystyka obszaru perspektywicznego dla ujęcia wód leczniczych

Położenie administracyjne

Obszar perspektywiczny dla ujęcia wody leczniczej (siarczkowej) wyznaczony został w miejscowości Straszydle (gmina Lubenia, powiat rzeszowski, województwo podkarpackie), położonej około 15 km na południe od Rzeszowa (ryc. 4.7.1).

Na ryc. 4.7.1, 4.7.2, 4.7.3, 4.7.4, 4.7.5. pokazano rejon perspektywiczny dla poszukiwania wód leczniczych. Ewentualna lokalizacja otworu poszukiwawczo-rozpoznawczego w tym rejonie zaakceptowana została przez wójta gminy Lubenia. Omawiany teren znajduje się w obrębie arkusza nr 1004 (Strzyżów) Mapy topograficznej Polski w skali 1:50 000.



Ryc. 4.7.1. Lokalizacja obszaru perspektywicznego dla ujęcia wód leczniczych na tle mapy topograficznej rejonu Straszydla

Położenie fizyczno-geograficzne

Według podziału fizyczno-geograficznego Polski obszar badań położony jest w obrębie mezoregionu Pogórze Dynowskie (nr 513.64; wg Kondracki, 2009), który wchodzi w skład makroregionu Pogórza Środkowobeskidzkiego. W części północnej Pogórze Dynowskie charakteryzuje się wyrównaną powierzchnią wyżynną, osiągającą wysokość 350-450 m n.p.m., przedstawiającą monotonny krajobrazowo płat pogórzy. W części południowo zachodniej występują natomiast wyraźne wzniesienia, z których najwyższa Sucha Góra (592 m n.p.m.) wznosi się około 300 m nad dnem Kotliny Jasielsko-Krośnieńskiej.

Hydrografia terenu objętego badaniami

Omawiany obszar znajduje się w dorzeczu Wisły (zlewnia I rzędu), w regionie wodnym górnej Wisły, na terenie działania Regionalnego Zarządu Gospodarki Wodnej w Rzeszowie i obejmuje zlewnię Sanu (zlewnia II rzędu) oraz jego dopływu Wisłoka (zlewnia III rzędu).

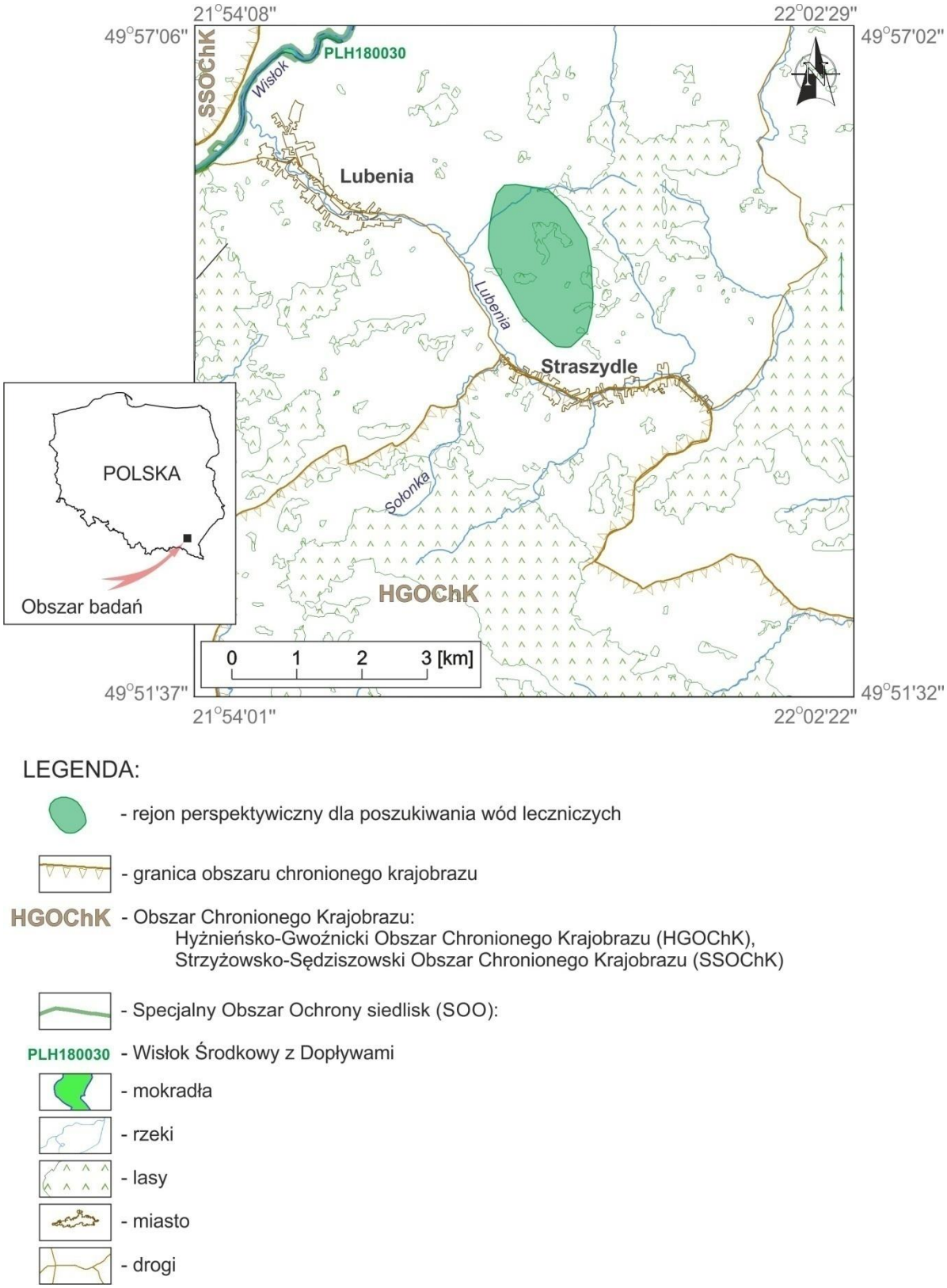
Omawiany teren jest odwadniany przez Lubenkę, prawobrzeżny dopływ Wisłoka. Znajduje się on w obrębie Jednolitej Części Wód Powierzchniowych (JCWP) nr RW2000122265529 – Lubenia. Jest to naturalna jednolita część wód typu rzecznego o dobrym stanie, niezagrożona ryzykiem nieosiągnięcia celów środowiskowych. Omawiany obszar jest pozbawiony naturalnych zbiorników wód powierzchniowych. W odległość około 10 km na północ od omawianego obszaru znajduje się zaporowe jezioro Zbiornik Rzeszowski.

Klimat

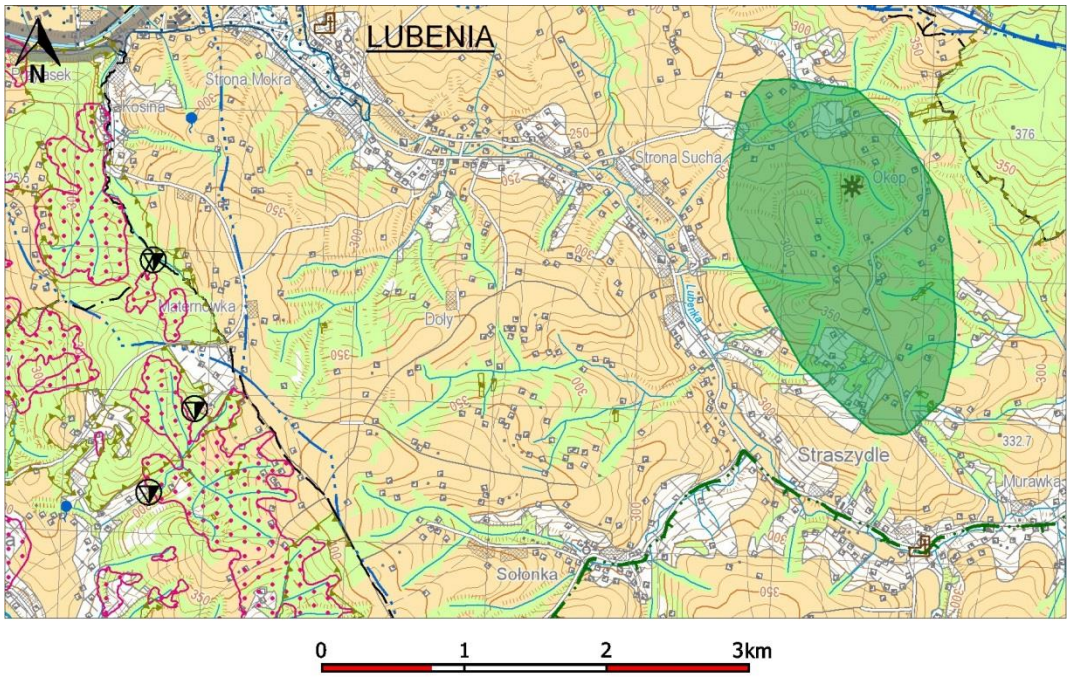
Analizowany teren znajduje się w zasięgu strefy klimatycznej pogórza karpackiego. Średnia roczna temperatura w miejscowości Straszydle wynosi około 7,0°C. Średnia temperatura najchłodniejszego miesiąca – stycznia osiąga -6,0°C, natomiast najcieplejszym miesiącem jest lipiec ze średnią temperaturą około 18,0°C. Temperatury ujemne występują przez 50-70 dni, a liczba dni z przymrozkami wynosi 100-130. Średnia roczna suma opadów atmosferycznych wynosi 650-700 mm. Najniższe opady są obserwowane w styczniu i lutym, najwyższe w miesiącach letnich. Długość okresu wegetacyjnego trwa 210-220 dni, a pokrywa śnieżna zalega przez 80-90 dni. Przeważają wiatry południowo-zachodnie, w lecie także północne i północno-wschodnie (Lorenc, red., 2005).

4.7.3. Stan środowiska w rejonie badań

Wskazany obszar perspektywiczny dla poszukiwania wód leczniczych znajduje się poza granicami obszarów występowania form przyrody prawnie chronionych w myśl *ustawy z dnia 16 kwietnia 2004 r. o ochronie przyrody* (Dz. U. 2020 poz. 55 t.j.), w tym także poza Głównymi Zbiornikami Wód Podziemnych, strefami ochronnymi ujęć wód podziemnych oraz obszarami i terenami górniczymi utworzonymi dla złóż kopalin. Na południe od obszaru badań przebiega granica Hyżnieńsko-Gwoźnickiego Obszaru Chronionego Krajobrazu, obejmującego interesującą krajobrazowo część Pogórza Dynowskiego (ryc. 4.7.2, 4.7.3).



Ryc. 4.7.2. Lokalizacja obszaru perspektywicznego dla ujęcia wód leczniczych na tle obszarów chronionych



WODY POWIERZCHNIOWE I PODZIEMNE

Granice działu wodnego:

czwartego rzędu

źródło

granica strefy ochrony pośredniej ujęcia wód

obszary dolinne zagrożone podtopieniami

WARUNKI PODŁOZA BUDOWLANEGO

warunki korzystne

warunki niekorzystne, utrudniające budownictwo

tereny osuwiskowe i zagrożone ruchami masowymi

obszary niewaloryzowane

OCHRONA PRZYRODY, KRAJOBRAZU I ZABYTKÓW KULTURY

grunty orne (klasy I-IVa użytków rolnych)

lasy

granice terenów zarządzanych przez Generalną Dyrekcję Lasów Państwowych

granica obszaru chronionego krajobrazu

Obszary Europejskiej Sieci Ekologicznej Natura 2000

specjalny obszar ochrony siedlisk (PLH180030 - Wisłok Środkowy z Dopływami)

geostanowisko o znaczeniu regionalnym

Chronione obiekty dziedzictwa kulturowego

stanowisko archeologiczne

zabytek sakralny

INFORMACJE DODATKOWE

granica powiatu

granica gminy, miasta

rejon perspektywiczny dla poszukiwania wód leczniczych

Ryc. 4.7.3. Lokalizacja obszaru perspektywicznego dla ujęcia wód leczniczych na tle fragmentu Mapy geośrodowiskowej Polski, Plansza A w skali 1: 50 000, ark. Strzyżów (1004) (Formowicz, Grędysa, 2016e)

Hyżnieńsko-Gwoźnicki Obszar Chronionego Krajobrazu utworzony został w 1992 r. na terenie 9 gmin: Błażowa, Chmielnik, Hyżne, Dynów, Lubenia, Tyczyn w powiecie rzeszowskim, Łańcut i Markowa w powiecie łańcuckim oraz Niebylec w powiecie strzyżowskim. Zajmuje obszar południowo-zachodniej części Pogórza Dynowskiego o powierzchni 24 449 ha. Dominującym elementem tego obszaru jest niemal całkowicie zalesione pasmo Wilczego, z najwyższym wzniesieniem Patria 506 m n.p.m., górującym nad doliną rzeki Gwoźnica. Rosną tu m.in.: grądy, buczyna karpacka oraz łęgi w dolinach rzecznych. Z roślin chronionych znajdziemy tutaj m.in.: bluszcz pospolity, podkolan biały, lilia złotogłów, barwinek pospolity i skrzyp olbrzymi. Z ciekawych ptaków wymienić należy: puchacza, zimorodka, bociana czarnego, remiza i krogulca, z ssaków: borsuka, gronostaja i łasicę, a z płazów salamandrę plamistą.

4.7.4. Uzasadnienie lokalizacji i głębokości wiercenia

W ramach realizacji niniejszego opracowania w rejonie Straszydla wyznaczono obszar perspektywiczny dla poszukiwania wody leczniczej (siarczkowej). Rejon Straszydla jest słabo rozpoznany hydrogeologicznie pod kątem występowania i parametrów hydrogeologicznych poziomów wodonośnych wód leczniczych. Rejon perspektywiczny wyznaczony został w oparciu o stwierdzone wystąpienia wód leczniczych (źródła) oraz archiwalne wyniki badań prowadzonych podczas wierceń w tym rejonie.

Wykonanie otworu poszukiwawczo-rozpoznawczego w tym rejonie zaakceptowane zostało przez wójta gminy Lubenia. Przewiduje się, że odwiert wykonany zostanie do głębokości około 100 m. Jest to głębokość, która uwzględnia już zróżnicowanie warunków geomorfologicznych w obrębie wyznaczonych rejonów perspektywicznych.

Szczegółowa lokalizacja otworu jego konstrukcja oraz głębokość określona zostanie w projekcie robót geologicznych. Przy wyborze miejsca wykonania otworu należy wziąć pod uwagę następujące przesłanki:

- budowę geologiczną i warunki hydrogeologiczne,
- ukształtowanie terenu warunkujące możliwość prowadzenia prac wiertniczych a później łatwe doprowadzenie wody do miejsca docelowego,
- możliwość dojazdu urządzenia wiertniczego,
- zagospodarowanie działki.

Przewidywaną głębokość otworu określono na podstawie przeprowadzonej analizy budowy geologicznej, tektoniki i warunków hydrogeologicznych przedmiotowego terenu.

W celu poszukiwania wód leczniczych, siarczkowych należy zaprojektować i odwiercić hydrogeologiczny otwór poszukiwawczo-rozpoznawczy o głębokości około 100 m.

Wyniki wiercenia pozwolą na dokładniejsze rozpoznanie potencjalnego złoża wód leczniczych oraz ocenę parametrów hydrogeologicznych w obrębie warstw menilitowych.

4.7.5. Budowa geologiczna

Charakterystykę budowy geologicznej rejonu Straszydla przedstawiono na podstawie Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski w skali 1:50 000 arkusz Strzyżów (Malata, Zimnal, 2009) – ryc. 4.7.4. Omawiany teren obejmuje fragment północnej części fliszowych Karpat zewnętrznych, a dokładniej jednostkę (płaszczowinę) skolską. Od południowego zachodu jednostka skolska graniczy z nasuniętymi na nią utworami płaszczowiny śląskiej i podśląskiej, a na północnym wschodzie utwory jednostki skolskiej chowają się pod transgresywne osady miocenu, wypełniające tzw. zatokę rzeszowską.

Budowa geologiczna tego obszaru jest rozpoznana stosunkowo dobrze dzięki licznym geologicznym opracowaniom kartograficznym oraz otworom wiertniczym i profilom sejsmicznym wykonanym w związku z poszukiwaniem złóż ropy naftowej i gazu ziemnego. Dominującymi utworami są osady fliszowe, czyli piaskowce, łupki oraz podrzędnie margle i rogowce, które osadzały się w okresie od kredy do miocenu. Utwory fliszowe na powierzchni terenu ukazują się fragmentarycznie, bowiem na znacznym obszarze są przykryte osadami czwartorzędowymi z okresu zlodowaceń południowo- i środkowopolskich oraz holocenu.

W jednostce skolskiej najstarszymi znanymi utworami na omawianym terenie są górnokredowo-paleogeńskie łupkowo-piaskowcowe warstwy inoceramowe. W obrębie warstw inoceramowych lub poniżej w profilu występują charakterystyczne dla tego obszaru iły babickie z licznymi egzotykami skał krystalicznych i wapieni. Ponad nimi pojawiają się paleoceńsko-eoceńskie łupki pstre i eoceńskie łupkowo-piaskowcowe warstwy hieroglifowe. Najmłodszymi utworami, zaliczanymi do oligocenu i dolnego miocenu, są warstwy menilitowe i krośnieńskie. Warstwy menilitowe są wykształcone jako ciemne łupki, często bitumiczne, krzemionkowe. Wśród nich występują z przewarstwieniami rogowce (ogniwo rogowce z Kotowa), margle (ogniwo margli dynowskich), diatomity oraz piaskowce kliwskich. Utwory te odsłaniają się na powierzchni w nieczynnym kamieniołomie w Straszydlu (fot. 4.7.1), gdzie wkładki ciemnych łupków krzemionkowych i krzemionkowo-ilastych rozdzielone są warstwami rogowców. Łupki te rozpadają się

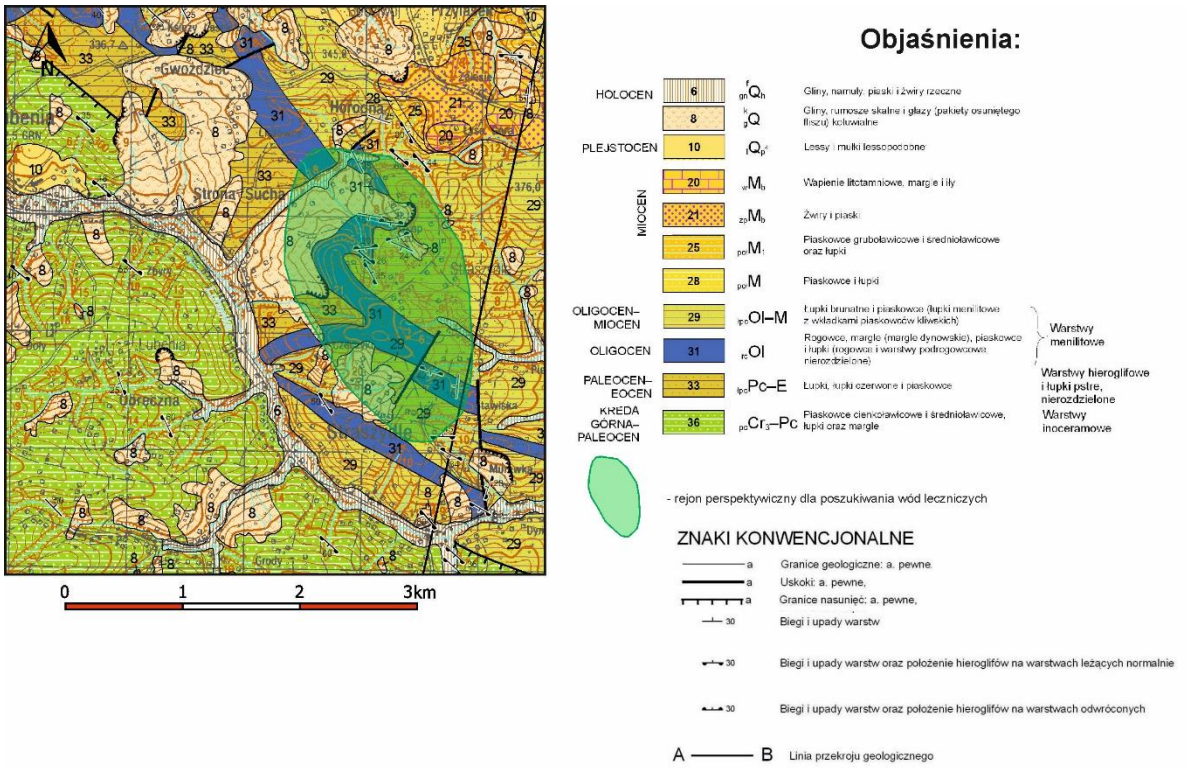
cienkopłytkowo lub liściasto i zawierają menilit, od którego pochodzi nazwa warstw (fot. 4.7.2) (Kopciowski, 2005). Podczas wizji terenowej zaobserwowano na powierzchniach łupliwości intensywny, żółty osad – są to związki siarki. Młodsze od nich warstwy krośnieńskie są zbudowane z wapnistych piaskowców muskowitowych oraz szarych marglistych łupków mułowcowych. Piaskowce są zwykle średnio- i cienkoławicowe, ale występują też wkładki piaskowców gruboławicowych. Reprezentują one w całości dolny miocen.

Fot. 4.7.1. Kamieniołom w Straszydle – panorama (fot. T. Gągulski)

Fot. 4.7.2 Warstwy rogowców oraz ciemne łupki menilitowe (fot. K. Pawelec)

Utwory fliszowe są silnie sfałdowane i wraz z leżącymi na nich transgresywnymi utworami mioceńskimi nasunięte ku północy na niesfałdowane utwory mioceńskie

zapadliska przedkarpackiego. W rejonie Straszydla utwory jednostki skolskiej tworzą antyklinę Babicy-Kąkolówki. W jej strefie osiowej ukazują się utwory kredowe, w skrzydle północno-wschodnim warstwy hieroglifowe i menilitowe, a w południowo-zachodnim, pod warstwami hieroglifowymi, iły babickie. Na południe od antykliny rozciąga się rozległa depresja strzyżowska, będąca strefą synklinalną wypełnioną sfałdowanymi, złuskowanymi utworami warstw krośnieńskich. Wśród nich w jądrach lokalnych wypiętrzeń antyklinalnych i łusek ukazują się warstwy menilitowe. Utwory czwartorzędowe występują powszechnie i tworzą nieciągłą pokrywę o zmiennej miąższości, dochodzącej do kilku, a wyjątkowo do ponad 20 metrów. Najstarszymi osadami występującymi fragmentarycznie są piaski i żwiry fluwioglacjalne oraz gliny zwałowe z okresu zlodowaceń środkowopolskich i południowopolskich. Z okresu zlodowaceń północnopolskich pochodzą piaski i żwiry aluwialne, budujące tarasy w dolinie Wisłoka i jego dopływów, wzniesione kilka metrów ponad współczesne dna dolin. Na wierzchowinach w okresie zlodowaceń północnopolskich utworzyły się pokrywy glin zwietrzelinowych, lessopodobnych i lessów o miąższości do kilkunastu metrów. Najmłodszymi utworami holoceńskimi są żwiry i piaski zaglinione oraz mady, które budują najmłodsze tarasy zalewowe i nadzalewowe w dolinach rzecznych. Na ogół mają one miąższość kilku metrów. Z okresem zlodowaceń północnopolskich i holocenem związane są też utwory deluwialne i koluwialne, występujące na zboczach dolin. Ich miąższość może dochodzić do kilkunastu metrów.



Ryc. 4.7.4. Lokalizacja obszaru perspektywicznego dla ujęcia wód leczniczych na tle fragmentu Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski w skali 1: 50 000, ark. Strzyżów (1004) (Malata, Zimnal, 2009)

4.7.6. Warunki hydrogeologiczne

Wody zwykłe

Omawiany obszar znajduje się w obrębie regionu karpackiego (Paczyński, red., 1995). W rejonie Straszydla występuje jedno użytkowe piętro wodonośne w utworach fliszowych (paleogeńskich i paleogeńsko-kredowych). Czwartorzędowe piętro wodonośne występuje tylko w dolinie Wisłoka.

W obrębie piętra fliszowego użytkowy poziom wodonośny występuje w górnych warstwach krośnieńskich, wykształconych w postaci gruboławicowych piaskowców z przeławiceniami łupków oraz w gruboławicowych piaskowcach kliwskich występujących w obrębie warstw menilitowych. Brak jest natomiast poziomu użytkowego w warstwach hieroglifowych, łupkach menilitowych i warstwach istebniańskich (górnych). Z kolei warstwy inoceramowe charakteryzują się na omawianym obszarze przeważnie bardzo słabą wodonośnością. Otwory studzienne odwiercone w tych utworach wskazują na brak poziomu użytkowego (Skąpski, Kruk, 1998; ryc. 4.7.5). Użytkowe piętro wodonośne w utworach fliszowych jest typu warstwowo-szczelinowego. Zawodnione są piaskowce, zwłaszcza w partiach spękanych na skutek działalności tektonicznej lub wietrzenia. Piętro wodonośne zalega lokalnie tuż pod powierzchnią terenu, maksymalnie do głębokości około 50 m.

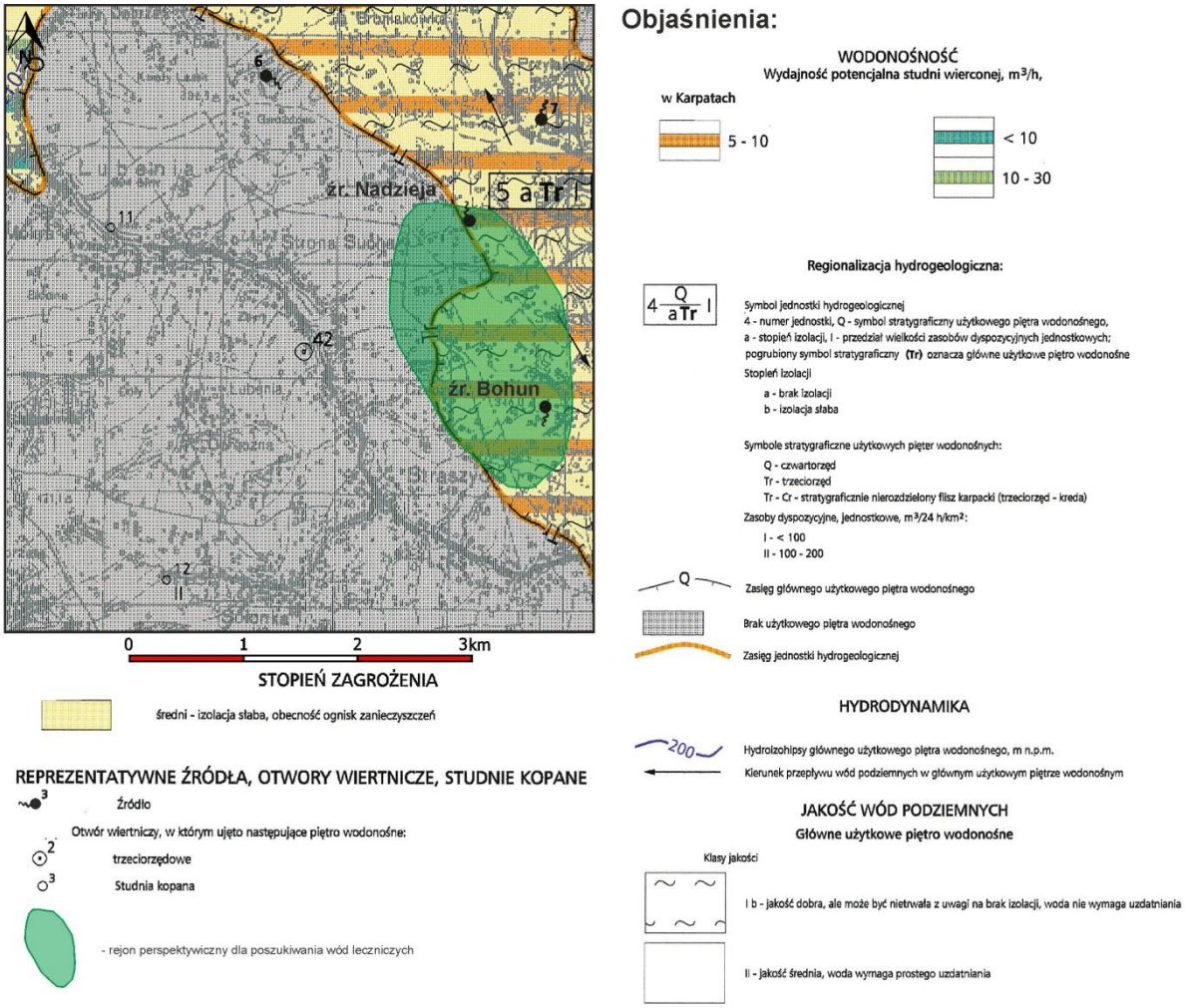
Miąższość warstwy wodonośnej mieści się przeważnie w granicach 10-40 m. Współczynnik filtracji zmienia się w granicach od 1 do 20 m/d (Skąpski, Kruk, 1998). Strefa aktywnej wymiany wód sięga lokalnie do głębokości 100 m, przeważnie jednak do głębokości 50 m (Chowaniec i in., 1983). Wydajność potencjalna studni zawiera się najczęsciej w przedziale od 2 do 5 m^3/h, lokalnie do 30 m^3/h. Przewodność wodna warstwy wodonośnej zmienia się w granicach od 1 do kilkudziesięciu m^2/d (ryc. 4.7.5).

Wody lecznicze

Charakterystyka wód leczniczych na obszarze Karpat polskich, w szczególności ich wschodniej części, była podejmowana przez wielu autorów (Kolago, Płochniewski, 1971; Dowgiałło, 1980; Zuber, Grabczak, 1985; Węcławik, 1991; Chowaniec, 1998-1999; 2004; 2005; Porowski, 2006; Rajchel, 2004). Wymienione, najważniejsze prace skupiały się głównie na wodach chlorkowych fliszu, rzadziej jego podłoża, zwracając przede wszystkim uwagę na różne aspekty i implikacje składu chemicznego wód. Z uwagi na fakt, iż wody siarczkowe nie występują tak licznie jak często spotykane wody chlorkowe, materiały archiwalne dotyczące tej tematyki nie są powszechne.

Omawiany obszar, według podziału hydrogeologicznego występowania wód mineralnych Karpat, znajduje się w tzw. strefie zewnętrznej (C), w której występują głównie wody słone i solanki, na ogół w głębszych poziomach wodonośnych, oraz przypowierzchniowe wody siarczkowe. Wody mineralne występują w trzech strefach hydrochemicznych: górnej, środkowej i dolnej. Strefa górna charakteryzuje się wodami młodymi o intensywnej wymianie wód pochodzenia infiltracyjnego, gdzie mineralizacja wód powstaje głównie wskutek rozpuszczania skał. Strefa środkowa zawiera wody infiltracyjne o bardzo powolnej wymianie oraz wody infiltracyjne kopalne i wody sedymentacyjne, a także wody diagenetyczne. Strefa dolna to wody kopalne i sedymentacyjne wody infiltracyjne oraz wody diagenetyczne, całkowicie odizolowane od wód aktywnej cyrkulacji, spotykane praktycznie wyłącznie w utworach podłoża fliszu. Strefowość pionowa jest często zaburzona wskutek występowania typowego dla Karpat zjawiska ascenzji, powodującego powierzchniowe i przypowierzchniowe przejawy wód zasolonych o wysokiej mineralizacji. Wykorzystując strefy uskokowe wody te migrują z większych głębokości, ulegając po drodze rozcieńczeniu w różnych proporcjach przez wody współczesnej infiltracji. Płytko występujące solanki w Karpatach wschodnich znane są ze źródeł w Tyrawie Solnej.

Występowanie wód siarczkowych na obszarze Karpat wschodnich jest związane przede wszystkim ze źródłami górnej strefy hydrochemicznej. Większość badaczy wiąże genezę siarkowodoru obecnego w źródłach z utlenianiem powszechnie obecnego, rozproszonego pirytu, rzadziej gipsu, który później ulega redukcji na większych głębokościach, w połączeniu z działalnością bakterii związanych z bituminami. Rzadziej spotyka się pogląd o wgłębnej genezie tego gazu, związanej z wodami chlorkowo-sodowymi oraz obecnością metanu lub dyskusyjnej genezie magmowej (Rajchel i in., 2002; 2007).



Ryc. 4.7.5. Lokalizacja obszaru perspektywicznego dla ujęcia wód leczniczych na tle fragmentu Mapy hydrogeologicznej Polski w skali 1:50 000, ark. Strzyżów (1004) (Skąpski, Kruk, 1998)

4.7.7. Charakterystyka istniejących źródeł wód leczniczych

W rejonie badań znane są wystąpienia wód leczniczych, siarczkowych w Straszydlu i Lubeni oraz źródeł wód chlorkowych – źródło w Solonce. Jednym z przykładów karpackich źródeł wód siarczkowych jest wypływ w Straszydlu (źródło „Bohun"). Woda ze

źródła była wykorzystywana przez okoliczną ludność oraz przyjezdnych kuracjuszy do kąpieli leczniczych. Istniejące w Straszydle niewielkie łazienki uległy w latach 90. ubiegłego wieku zupełnej dewastacji i nie wydaje się prawdopodobne, by były one ponownie uruchomione (Szypuła, 1995; Sokołowski, 2007). Warstwę wodonośną wód siarczkowych wypływających ze źródła stanowią margle dynowskie warstw menilitowych wieku oligoceńskiego.

Według badań archiwalnych wody wypływające ze źródła „Bohun" zaliczono do trójjonowych, wodorowęglanowo-wapniowo-sodowych (Rajchel, 2000, 2004). Są to wody swoiste, zawierające siarkowodór w stężeniu 18,8 mg/dm^3, o mineralizacji wynoszącej 0,7 g/dm^3. Na podstawie badania z 2016 r. (Sokołowski i in., 2018a) wodę z tego źródła scharakteryzowano jako wodorowęglanowo-wapniową, zawierającą rozpuszczone składniki stałe w ilości 612 mg/dm^3. Jon wodorowęglanowy występuje w ilości 415 mg/dm^3 (84,20% mval), a wapń w stężeniu 104 mg/dm^3 (73,60% mval). Pozostałe główne jony występują w ilości: siarczany – 38 mg/dm^3 (9,79% mval), chlorki – 16 mg/dm^3 (5,58% mval), sód – 30 mg/dm^3 (18,30% mval), magnez – 6 mg/dm^3 (6,56% mval) i potas – 2 mg/dm^3 (0,55% mval). W wodzie nie stwierdzono obecności składników swoistych w stężeniach farmakologicznie czynnych, choć zarówno wcześniej publikowane badania, jak i obserwacje terenowe, wskazywały na występowanie siarkowodoru w ilości powyżej 1 mg/dm^3. W okresie opróbowania źródła stężenie dwuwartościowej siarki nie przekraczało 0,2 mg/dm^3. Badania nie wykazały ponadnormatywnej zawartości azotanów (<0,89 mg/dm^3) i azotynów (<0,066 mg/dm^3). Z form występowania azotu jedynie jon amonowy pojawia się w ilościach przekraczających normy dla wód pitnych, tj. 0,8 mg/dm^3. Żelazo i mangan pojawiają się w ilości: Fe – 0,14 mg/dm^3 i Mn – 0,39 mg/dm^3. Spośród składników niezdysocjowanych kwas metakrzemowy występuje w ilości 40,59 mg/dm^3, a kwas metaborowy 0,88 mg/dm^3.

Innym przykładem źródeł wód siarczkowych jest wypływ w Lubeni. Badania chemiczne wody ze źródła „Nadzieja" wykonano już przed II wojną światową. Na ich podstawie uznano, iż woda może być przydatna przy leczeniu chorób reumatycznych. Wyniki tych badań zaginęły i nie są obecnie znane.

Warstwę wodonośną wód siarczkowych wypływających ze źródła „Nadzieja" stanowią piaskowce i łupki stropowej części warstw inoceramowych na granicy z pstrymi łupkami wieku paleocen-eocen. Według badań archiwalnych wody wypływające ze źródła zaliczono do trójjonowych typu wodorowęglanowo-wapniowo-sodowego (Rajchel, 2000;

Rajchel i in., 2013b). Są to wody swoiste, zawierające siarkowodór w stężeniu 5,2 mg/dm^3, o lekko podwyższonej mineralizacji, wynoszącej 0,9 g/dm^3.

Na podstawie badania z 2016 r. (Sokołowski i in., 2018b) wodę z tego źródła scharakteryzowano jako wodorowęglanowo-wapniowo-sodową, zawierającą rozpuszczone składniki stałe w ilości 870 mg/dm^3. Jon wodorowęglanowy występuje w ilości 559 mg/dm^3 (78,60% mval), wapń w stężeniu 103 mg/dm^3 (50,50% mval), a sód – 86 mg/dm^3 (36,90% mval). Pozostałe główne jony występują w ilości: chlorki – 54 mg/dm^3 (13,10% mval), siarczany – 46 mg/dm^3 (8,22% mval), magnez – 12 mg/dm^3 (9,94% mval) i potas – 6 mg/dm^3 (1,47% mval). W wodzie nie stwierdzono obecności składników swoistych w stężeniach farmakologicznie czynnych, choć zarówno wcześniej publikowane badania, jak i obserwacje terenowe, wskazywały na występowanie siarkowodoru w ilości powyżej 1 mg/dm^3. W okresie opróbowania źródła stężenie dwuwartościowej siarki nie przekraczało 0,2 mg/dm^3. Badania nie wykazały ponadnormatywnej zawartości azotanów (<0,89 mg/dm^3) i azotynów (<0,066 mg/dm^3). Z form występowania azotu jedynie jon amonowy pojawia się w ilościach przekraczających normy dla wód pitnych, tj. 1,5 mg/dm^3. Żelazo i mangan pojawiają się w nieco podwyższonej ilości, odpowiednio: Fe – 0,20 mg/dm^3 i Mn – 0,30 mg/dm^3. Spośród składników niezdysocjowanych kwas metakrzemowy występuje w ilości 40 mg/dm^3, a kwas metaborowy 2,6 mg/dm^3.

Przykładem karpackich źródeł wód chlorkowych jest wypływ w Sołonce. Źródło to zlokalizowane jest około 4 km na SW od proponowanego obszaru perspektywicznego występowania wód leczniczych. Źródło było eksploatowane już w wieku XVI, co potwierdzono analizą dendrochronologiczną jednej z belek obudowy. Na podstawie badania z 2016 r. (Sokołowski i in., 2018a) wodę z tego źródła scharakteryzować można jako chlorkowo-sodową, jodkową, o zawartości rozpuszczonych składników stałych w ilości 6950 mg/dm^3. Woda odznacza się barwą 25 mgPt/dm^3 i zapachem charakterystycznym dla wód solankowych (3 TON). Odczyn wody mierzony w warunkach laboratoryjnych wynosi w skali pH 8,4, a przewodność elektrolityczna właściwa 11 600 µS/cm. Twardość ogólna wody jest równa twardości węglanowej i wynosi 182 mg$CaCO_3$/dm^3, co pozwala określić badaną wodę jako miękką. Jon chlorkowy występuje w ilości 3600 mg/dm^3 (89,50% mval), a sód w stężeniu 2570 mg/dm^3 (96,20% mval). Pozostałe główne jony występują w ilości: wodorowęglany – 599 mg/dm^3 (8,70% mval), siarczany – 32 mg/dm^3 (0,59% mval), wapń – 36 mg/dm^3 (1,60% mval), magnez – 22 mg/dm^3 (1,57% mval) i potas – 12 mg/dm^3 (0,27% mval). W wodzie stwierdzono obecność jednego ze składników swoistych – jodków – w stężeniu farmakologicznie czynnym wynoszącym 9,3 mg/dm^3. Badania nie wykazały

ponadnormatywnej zawartości żadnej z form występowania azotu, tj. azotanów (<0,89 mg/dm^3), azotynów (<0,066 mg/dm^3) i jonu amonowego (0,33 mg/dm^3). Żelazo i mangan pojawiają się w ilości odpowiednio: Fe – 0,45 mg/dm^3 i Mn – 0,01 mg/dm^3. Spośród składników niezdysocjowanych kwas metakrzemowy występuje w ilości 11,8 mg/dm^3, a kwas metaborowy 29,7 mg/dm^3 (Sokołowski i in., 2018a).

W ramach realizacji tematu, przed rozpoczęciem prac terenowych nawiązano kontakt z urzędem gminy Lubenia i uzyskano od wójta gminy deklarację współpracy przy realizacji tematu. Zadeklarowana pomoc obejmuje współpracę przy poszukiwaniu gruntów, na których można byłoby wykonać planowany otwór rozpoznawczo-badawczy. W ramach przeprowadzonych prac terenowych wizją lokalną objęto dwie lokalizacje typowane wcześniej do opróbowania wód podziemnych, tj. źródło Nadzieja w Lubeni oraz źródło „Bohun" w Straszydle. Niestety opisywanego w materiałach archiwalnych źródła Nadzieja nie udało się odnaleźć.

Źródło „Bohun" zlokalizowane jest na prawym brzegu cieku bez nazwy. Powyżej głównego wypływu (fot. 4.7.3 oznaczono czerwoną elipsą) na odcinku około 20 m stwierdzono występowanie dwóch mniejszych wypływów wyróżniających się wyraźnym białym osadem (fot. 4.7.4, 4.7.5). Wypływ główny to niewielkich rozmiarów nisza źródliskowa o wydłużonym kształcie i rozmiarach około 30x70 cm. W niszy widoczny jest charakterystyczny dla źródeł siarczkowych fioletowy i czarny osad związany z metabolizmem żyjących w wodzie bakterii siarkowych utleniających H_2S do siarki rodzimej (Rajchel i in., 2000). Podczas poboru (w lipcu 2020 r.) próbki wody do badań laboratoryjnych wykonano „*in situ*" pomiar terenowy wskaźników fizycznych wody i uzyskano: dla PEW wartość 664 µS/cm, pH równe 7,32, a temperatura wyniosła 11,7°C. Wydajność źródła oszacowano na około 0,75 l/s.

Analizy wody wykonane zostały przez laboratorium Eurofins OBIKŚ Polska Sp. z o.o., ul. Owocowa 8, 40-158 Katowice. Pełne wyniki analiz przedstawiono na załączniku 1.8.

Na podstawie przeprowadzonej analizy wodę ze źródła „Bohun" scharakteryzować można jako trójjonową, wodorowęglanowo-wapniowo-sodową o zawartość H_2S 0,418 mg/dm^3. Zawartość radonu oznaczono na poziomie 6,3 Bq/dm^3. Jon wodorowęglanowy występuje w ilości 444 mg/dm^3 (81% mval), wapniowy w ilości 122 mg/dm^3 (71% mval), oraz sodowy w stężeniu 38,8 mg/dm^3 (20% mval). Jon siarczanowy występuje w ilości 42 mg/dm^3 (10% mval), natomiast stężenie jonu chlorkowego jest na poziomie 19 mg/dm^3 (6% mval).

Próbka wody na badanie zawartości H_2S pobrana została zgodnie z zaleceniami zawartymi w „Katalogu wybranych fizycznych i chemicznych wskaźników zanieczyszczeń wód podziemnych i metod ich oznaczania" (Witczak i in., 2013).

Badanie wody ze źródła „Bohun" wykonane w ramach niniejszego opracowania nie potwierdziło występowania siarkowodoru w ilości powyżej 1 mg/dm^3. Jednakże z uwagi na wcześniejsze badania wody, wyraźny zapach siarkowodoru oraz osad kolonii bakterii siarkowych, autorzy uważają, że rejon ten jest obszarem perspektywicznym dla poszukiwania wód siarczkowych otworem poszukiwawczo-rozpoznawczym.

Fot. 4.7.3. Źródło „Bohun", wypływ główny, elipsą oznaczono wypływy w korycie potoku (fot. T. Gągulski)

Fot. 4.7.4. Źródło „Bohun", fioletowy osad w niszy źródliskowej (fot. T. Gągulski)

Fot. 4.7.5. Wypływy powyżej źródła „Bohun" (fot. T. Gągulski)

4.8. WIŚLICA

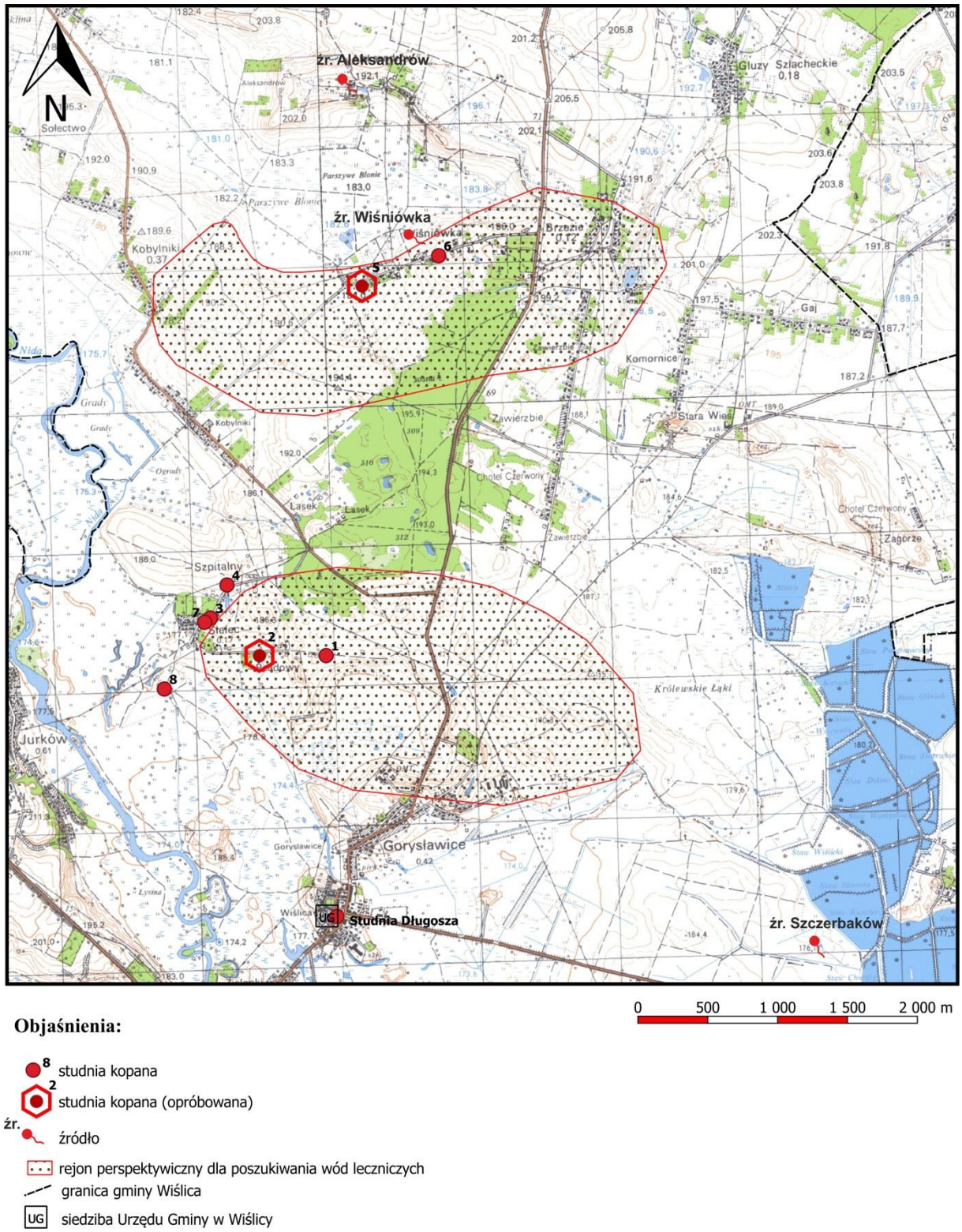
4.8.1. Wstęp

Rejon Wiślicy jest obszarem perspektywicznym dla pozyskaniu wód leczniczych typu SO_4-Ca o mineralizacji około 1-3 g/dm^3. Wody te mogą zawierać siarkowodór w ilości do kilkunastu mg/dm^3. W celu rozpoznania warunków geologiczno-złożowych występowania wód leczniczych w rejonie Wiślicy, pod kątem ich wydobycia i zagospodarowania, przewiduje się wykonanie jednego otworu poszukiwawczo-rozpoznawczego o głębokości około 100 m. Przewidywana wydajność ujęcia wód leczniczych to 2,0 m^3/h.

4.8.2. Charakterystyka obszaru perspektywicznego dla ujęcia wód leczniczych

Położenie administracyjne

Obszary perspektywiczne dla ujęcia wód leczniczych wyznaczone zostały w rejonie miasta Wiślica (gmina Wiślica, powiat buski, województwo świętokrzyskie), położonego około 15 km na południowy-zachód od Buska Zdroju (ryc. 4.8.1).



Ryc. 4.8.1. Lokalizacja obszarów perspektywicznych dla ujęcia wód leczniczych na tle mapy topograficznej rejonu Wiślicy

Na ryc. 4.8.1, 4.8.2, 4.8.3, 4.8.4, 4.8.5. pokazano dwa rejony perspektywiczne dla poszukiwania wód leczniczych. Ewentualna lokalizacja otworu poszukiwawczo-rozpoznawczego w tych rejonach zaakceptowana została przez burmistrza Wiślicy.

Omawiany teren znajduje się w obrębie arkusza nr 0917 (Busko) Mapy topograficznej Polski w skali 1:50 000.

Położenie fizyczno-geograficzne

Według podziału fizycznogeograficznego Polski obszar badań położony jest w obrębie mezoregionu Dolina Nidy (nr 342.25; wg Kondracki, 2009), który wchodzi w skład makroregionu Niecka Nidziańska. Powierzchnia całkowita mezoregionu wynosi około 300 km^2. Dolina ma dwa zwężenia. Pierwsze znajduje się na zachód, a drugie na południe od Pińczowa. Dolina Nidy charakteryzuje się płaskim dnem, często podlegającym zalewaniu. Dno budują mady i niekiedy torfy wypełniające najczęściej starorzecza. Nad tarasem zalewowym miejscami zachowały się fragmenty tarasów piaszczystych o wysokości 12-15 m ponad dno doliny.

Średnia rzędna terenu w rejonie Wiślicy wynosi ok. 178 m n.p.m.

Hydrografia terenu objętego badaniami

Omawiany obszar znajduje się w dorzeczu Nidy (zlewnia II rzędu). Układ sieci hydrograficznej wskazuje generalnie na przepływ wód powierzchniowych z północnego-zachodu do doliny Wisły.

Wiślica położona jest nad Nidą, która jest lewobrzeżnym dopływem Wisły. Jest rzeką typowo nizinną o niskim spadku. Nida posiada szeroki taras zalewowy często pokryty łąkami i pastwiskami. Ponad nim (około 12-15 m) występuje taras piaszczysty. Jest to jedna z najcieplejszych rzek w Polsce o temperaturze wody dochodzącej w lecie nawet do 27°C. Szerokość koryta rzeki wynosi od 6 do 79 m w okolicach Motkowic, natomiast jej głębokość średnio waha się w przedziale od 0,4 do 2,6 m. Dno doliny Nidy jest podmokłe i płaskie, często wypełnione madami. W starorzeczach spotyka się znaczne nagromadzenia torfów. Głównymi dopływami są: Brzeźnica, Mierzawa i Maskalis. Największymi miastami położonymi wzdłuż biegu Nidy są: Pińczów, Wiślica i Nowy Korczyn.

Przedmiotowy rejon znajduje się w obrębie Jednolitej Części Wód Powierzchniowych (JCWP) nr PLRW20001021699 – Nida od Cieku od Korytnicy do ujścia. Stan tej jednolitej części wód powierzchniowych został określony przez WIOŚ jako zły, na co złożyło się:

- stan chemiczny – poniżej stanu dobrego,
- stan/potencjał ekologiczny – umiarkowany,
- ocena spełnienia wymagań dla obszarów chronionych – niespełnione wymogi.

Klimat

Obszar badań, według podziału A. Wosia z 1999 r., leży na granicy dwóch obszarów klimatycznych: regionu zachodniomałopolskiego (XX) i regionu tarnowsko-rzeszowskiego (XXVII). Suma rocznych opadów atmosferycznych wynosi 450-550 mm, a średnia roczna temperatura powietrza zawiera się w przedziale 7-8°C (lipiec: 17-18°C; styczeń: od -4 do -3°). Średnia liczba dni z przymrozkami osiąga 110-130 rocznie, a średni czas trwania pokrywy śnieżnej to 70-80 dni (Lorenc, red., 2005).

4.8.3. Stan środowiska w rejonie badań

W rejonie badań występuje kilka form obszarów prawnie chronionych. Są to obszary chronione odpowiednimi przepisami prawnymi powołane w celu ochrony wartości przyrodniczych, historycznych, kulturowych lub krajobrazowych. Obszary te wyłączane są z użytkowania lub ogranicza się na ich obszarze działalność gospodarczą, a także w zależności od rangi tworzy się warunki dla zrównoważonego rozwoju.

W rejonie badań występują formy ochrony przyrody: Natura 2000, parki krajobrazowe, rezerwaty przyrody oraz obszary chronionego krajobrazu (ryc. 4.8.2, 4.8.3).

Na omawianym terenie występują liczne ekosystemy o chronionych stosunkach wodnych w Europejskiej sieci obszarów chronionych Natura 2000. Wzdłuż doliny Nidy wąskim pasem ciągnie się Obszar Specjalnej Ochrony ptaków (OSO) Dolina Nidy o numerze PLB260001, który częściowo pokrywa się ze Specjalnym Obszarem Ochrony Siedlisk (SOO) Ostoja Nidziańska nr PLH260003.

Głównymi zagrożeniami mogącymi wpływać na stan środowiska wodnego na terenie ww. obszarów Natura 2000 są:

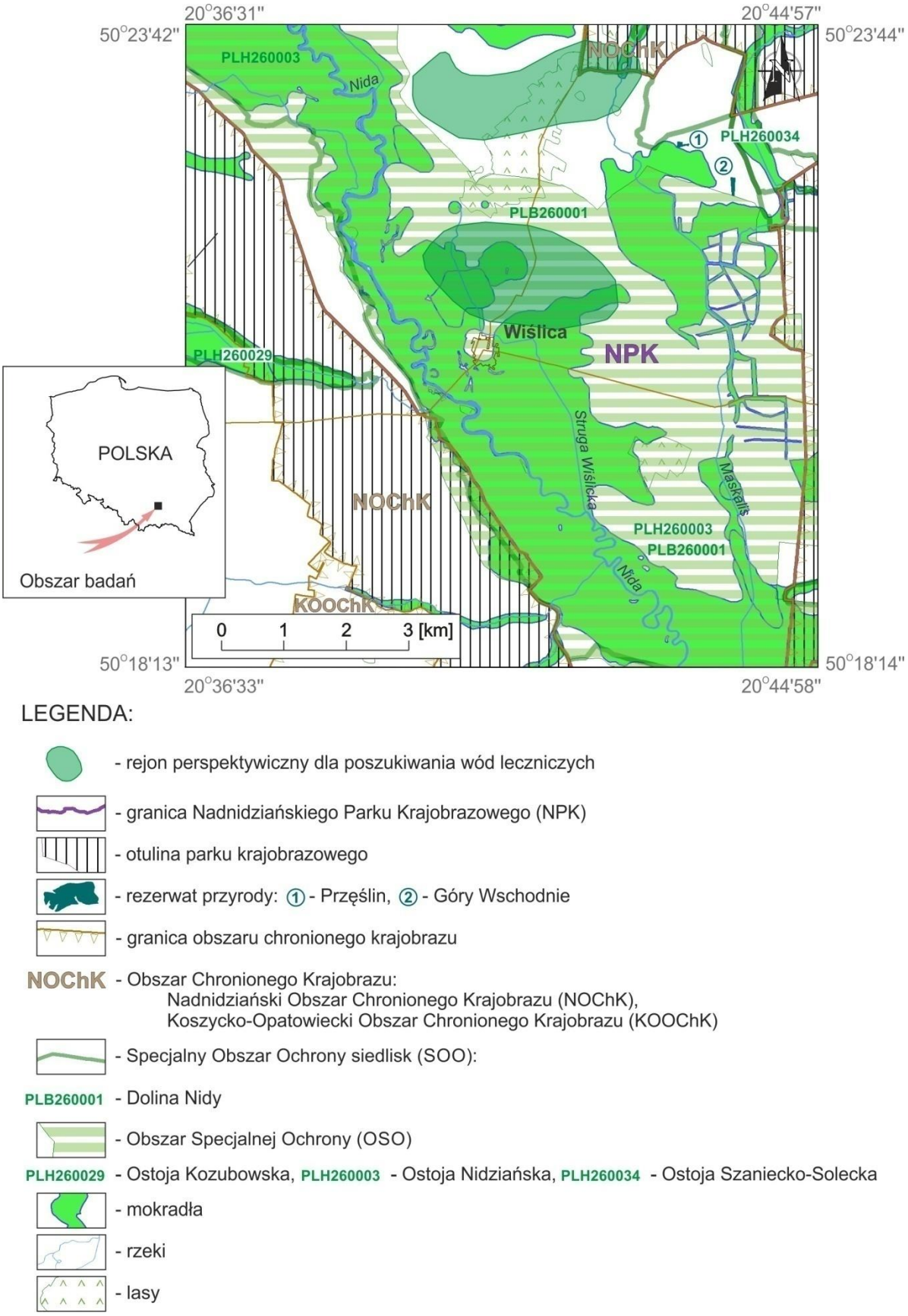
- obniżanie poziomu wód gruntowych (osuszanie terenów podmokłych) oraz regulacja rzek, nieuregulowana gospodarka odpadami i ściekami,
- niekontrolowany pobór wód podziemnych powodujący obniżenie zwierciadła wody,
- nieuregulowana gospodarka gruntowa (zalesianie łąk, pastwisk, bagien, wycinanie drzew, wypalanie roślinności),
- nieuregulowana gospodarka leśna, łowiecka i kłusownictwo,
- fragmentacja ekosystemów rozbudowywaną siecią dróg i presja motoryzacji,
- silna presja turystyczno-rekreacyjna (niszczenie runa leśnego, nielegalne biwakowanie i parkowanie poza wyznaczonymi miejscami),

- chemizacja rolnictwa i nieprawidłowa gospodarka ziemią,
- zanieczyszczenie wód, powietrza i gleby w wyniku emisji pyłów i gazów z zakładów przemysłowych.

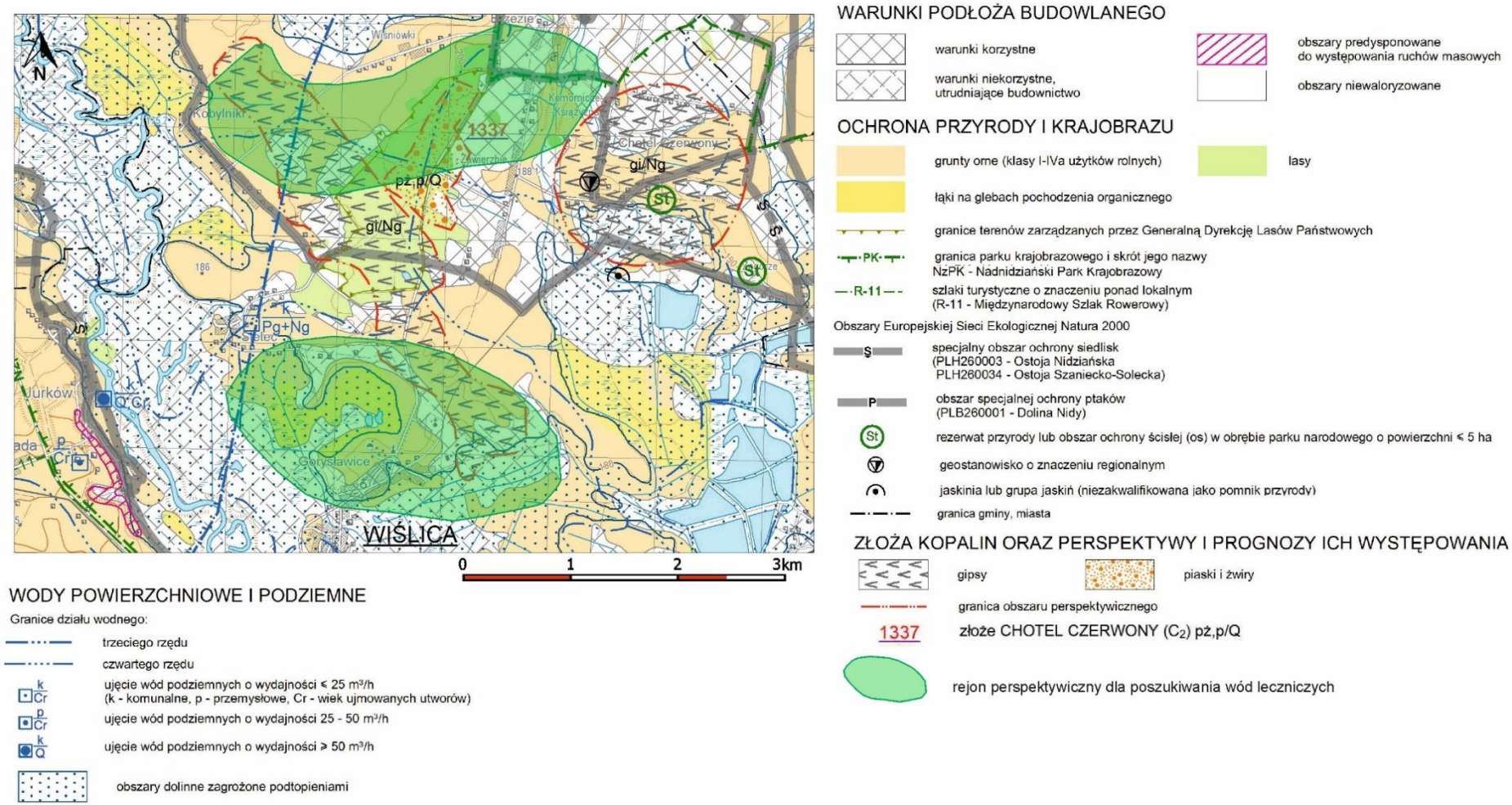
Obszary Specjalnej Ochrony ptaków (OSO):

PLB 260001 – Dolina Nidy

Chroniony obszar stanowi dolina rzeki Nidy o szerokości 2-3 km, sporadycznie może dochodzić nawet do 6 km (okolice Umianowic). Tworzy się tu delta wsteczna. Charakterystyczne dla doliny Nidy są liczne meandry i starorzecza. Na znacznym obszarze występują łąki kośne przechodzące w miejscach zabagnionych w turzycowiska. Przy starorzeczach i oczkach wodnych występują zespoły szuwarowe, a przy samej rzece szuwar mannowy. W bezpośrednim sąsiedztwie koryta występują zarośla wierzbowe i olsy, niekiedy także zespoły łęgowe. W okresie wiosennym i letnim wzbierająca rzeka tworzy rozległe rozlewiska. Występuje tu co najmniej 30 gatunków ptaków z Załącznika I Dyrektywy Ptasiej i 10 gatunków z Polskiej Czerwonej Księgi (PCK). W okresie lęgowym obszar zasiedla co najmniej 1% populacji krajowej następujących gatunków ptaków: bączek (PCK), bąk (PCK), ślepowron, błotniak łąkowy, błotniak stawowy, błotniak zbożowy (PCK), bocian czarny, czapla biała, dzięcioł białoszyi, mewa czarnogłowa, perkoz dwuczuby, perkoz rdzawoszyi, perkozek, zausznik, gęgawa, cyranka, cyraneczka, krakwa, płaskonos, podgorzałka, czernica, głowienka, hełmiatka, kropiatka, zielonka, krwawodziób, rycyk, dudek, remiz; w stosunkowo wysokim zagęszczeniu występują: bocian biały, derkacz, wodnik, rybitwa białoczelna, podróżniczek, zimorodek, gąsiorek, dziwonia, srokosz, trzciniak, brzęczka, świerszczak (około 1% populacji krajowej), strumieniówka i słowik szary (około 0,5% populacji krajowej).



Ryc. 4.8.2.Lokalizacja obszarów perspektywicznych dla ujęcia wód leczniczych na tle obszarów chronionych



Ryc. 4.8.3. Lokalizacja obszarów perspektywicznych dla ujęcia wód leczniczych na tle fragmentu Mapy geośrodowiskowej Polski, Plansza A w skali 1:50 000, ark. Busko (0917) (Bąk i in., 2015)

Specjalne Obszary Ochrony siedlisk (SOO):

PLH 260003 – Ostoja Nidziańska

Ostoja Nidziańska położona jest na Wyżynie Małopolskiej, w centralnej części makroregionu Niecki Nidziańskiej, zajmując częściowo makroregion Wyżynę Kielecką. Teren ostoi rozciąga się na następujące mezoregiony: Dolinę Nidy, Nieckę Solecką, Garb Pińczowski. Od północnego wschodu i wschodu przylega do Płaskowyżu Szanieckiego, a od zachodu do Garbu Wodzisławskiego.

Ostoja Nidziańska znajduje się w województwie świętokrzyskim, w powiatach jędrzejowskim, pińczowskim, buskim, kazimierskim na terenie gmin Pińczów, Busko Zdrój, Imielno, Kije, Michałów, Złota, Wiślica, Nowy Korczyn, Opatowiec. Stanowi fragment rejonu Ponidzia w Małopolsce. Obejmuje naturalną dolinę Nidy oraz fragmenty przylegających do niej płaskowyżów. Krajobraz jest tu bardzo zróżnicowany i charakteryzuje go duża różnorodność warunków siedliskowych oraz bogactwo szaty roślinnej. Oprócz lasów, zajmujących zaledwie około 6% powierzchni, występuje tu tworzony przez murawy kserotermiczne lasostep. Szata roślinna Ponidzia ma charakter półnaturalny, ustalony od wieków poprzez sposób gospodarki rolno-pasterskiej. W tej ostoi występuje 19 siedlisk wyszczególnionych w Załączniku I do Dyrektywy Siedliskowej.

Płaskie i szerokie dno doliny Nidy porośnięte jest przez łąki i szuwary. Najlepiej zachowane fragmenty roślinności wodno-błotnej i wilgociolubnej ograniczają się do części północnej. Najmniej zmieniona szata roślinna występuje na obszarze delty śródlądowej Nidy. Szata roślinna jest tu zdominowana przez roślinność bagienną i łąkową. W najbliższym sąsiedztwie roślinności wodnej, w strefie częstych zalewów powierzchniowych, skupiają się zbiorowiska z miętą nadwodną, zespół kropidła i rzepichy ziemnowodnej oraz rozmaite zbiorowiska szuwarowe. Zbiorowisk łąkowych jest znacznie mniej, chociaż zajmują one większą powierzchnię. Łąki świeże są dość intensywnie użytkowane gospodarczo. Występowanie lasów i zarośli ogranicza się do rejonów brzegowych Nidy i Starych Nid. Są to głównie fragmenty olsu porzeczkowego oraz zarośla łozowe.

Szczególnie wartościowe dla ostoi są murawy kserotermiczne z licznymi rzadkimi i chronionymi gatunkami roślin. Występuje tu liczna populacja dziewięćsiła popłocholistnego i jedyne stanowisko sierpika różnolistnego. Ponadto dolina Nidy charakteryzuje się bardzo ciekawym składem awifauny, reprezentowanym obecnością gatunków ginących, które znalazły się w Polskiej Czerwonej Księdze Zwierząt lub na

Czerwonej Liście. Podmokła i porośnięta żyznymi łąkami dolina Nidy stanowi szlak wędrówki ptactwa wodno-błotnego (szczególnie gęsi i siewkowatych), a także innych rzadkich gatunków (np. rybołowa). Teren Ponidzia przyciąga także rzadkie ptaki zalatujące, np. czaplę białą, kobczyka, czy ślepowrona. Spośród ssaków spotkać tu można gatunki pospolite na terenie całego kraju, a także te przywiązane do środowiska wodnego jak bóbr, wydra, czy licznie występujący piżmak. W środkowej części biegu Nidy utworzył się rozległy kompleks wilgotnych i podmokłych łąk, bagien i starorzeczy. Przy małym spadku koryta rzeki co roku tworzą się tu rozlewiska sprzyjając tworzeniu zbiorowisk szuwarowych i łąk kośnych. Obszary płaskowyżów porozcinane są licznymi wąwozami, parowami oraz suchymi dolinami. Na obszarze bezleśnym znajdują się dwa duże kompleksy stawów rybnych, będące ostoją wielu gatunków ptaków. W centrum Ponidzia mamy do czynienia z typową rzeźbą krasową związaną z występowaniem pokładów gipsu. Charakteryzuje ją występowanie licznych jaskiń, lejów krasowych, wywierzysk i ślepych dolinek. Gipsowe wzgórza oraz zbocza wąwozów porastają murawy kserotermiczne, a dolinki zajęte są przez zbiorowiska łąkowe. Obszar ostoi jest słabo zalesiony. Występujące tutaj zbiorowiska leśne to przede wszystkim lasy świeże z fragmentami siedlisk borowych i olsowych.

Parki Krajobrazowe

Nadnidziański Park Krajobrazowy

Park utworzony został 19 grudnia 1986 r. Jego powierzchnia wynosi 22888,6 ha (228,89 km^2), a powierzchnia otuliny 26312 ha (263,12 km^2). Park położony jest w województwie świętokrzyskim.

Nadnidziański Park Krajobrazowy położony jest w obrębie Niecki Nidziańskiej. Obejmuje środkowy i dolny fragment Doliny Nidy, Nieckę Solecką i północno – zachodnią część Garbu Pińczowskiego. Park ten utworzono dla zachowania i ochrony walorów przyrodniczych związanych między innymi z powierzchniowym występowaniem serii gipsowej, tworzącej unikatowy zespół zjawisk i form krasu gipsowego. Charakterystycznym elementem krajobrazu parku jest dolina rzeki Nidy – z licznymi meandrami i starorzeczami, stanowiąca ważny korytarz ekologiczny oraz ostoję ptactwa wodno-błotnego. Teren parku charakteryzuje się dużym zróżnicowaniem siedlisk – począwszy od skrajnie suchych, aż po bagienne i wodne. Dobrze nasłonecznione zbocza gipsowych i wapiennych wzgórz zajmuje jedno z największych w kraju stanowisk roślinności kserotermicznej, której towarzyszy specyficzna entomofauna. Cennymi gatunkami flory mającymi tutaj jedyne lub jedno z niewielu stanowisk w Polsce są m.in.: dyptam jesionolistny, szyplin jedwabisty, sierpik

różnolistny, dziewięćsił popłocholistny, gęsiówka uszkowata, sesleria błotna, groszek szerokolistny, rezeda mała, przetacznik zwodny i wczesny, stulisz miotłowy, ostnice Jana i włosowata, len włochaty. W dolinie Nidy występują zbiorowiska roślinności wodnej, szuwarowej i torfowiskowej z takimi gatunkami jak: grążel żółty, grzybień biały, osoka aloesowata, bobrek trójlistkowy, kruszczyk błotny, storczyk kukawka, szerokolistny i krwisty, turzyca Davalla. W okolicy Szczerbakowa, na terenie użytku ekologicznego pn. „słone źródło", występują podmokłe solniska śródlądowe ze stanowiskami rzadkich halofitów takich jak przewiercień wąskolistny, muchotrzew solniskowy i mannica odstająca. Pod względem rzeźby terenu obszar parku jest niejednorodny, a jego zróżnicowanie wynika z litologicznych uwarunkowań starszego podłoża oraz różnego stopnia pokrycia rzeźby strukturalnej morskimi utworami paleogenu i neogenu. Najbardziej charakterystyczne skały gipsowe zbudowane są z ustawionych pionowo, zrośniętych kryształów gipsu potocznie nazywanych „szklicą" lub „jaskółczymi ogonami". Ich wielkość dochodzi do 3,5m i należą one do jednych z największych kryształów gipsu na świecie. Niezwykłe bogactwo form przyrody żywej i nieożywionej występujące w Nadnidziańskim Parku Krajobrazowym zadecydowało o utworzeniu 9 rezerwatów przyrody: Skowronno, Grabowiec, Pieczyska, Krzyżanowice, Skorocice, Skotniki Górne, Winiary Zagojskie, Przęślin i Góry Wschodnie. Na terenie Parku i jego otuliny spotkać można pojedyncze chronione obiekty przyrodnicze: 30 pomników przyrody, w tym: 15 pomników przyrody żywej (okazałe drzewa: lipy, dęby, topole czy też ich skupiska), 15 pomników przyrody nieożywionej, 3 użytki ekologiczne. Obszar położony w granicach Parku znany jest z licznych zabytków kultury materialnej oraz bogatej historii.

Rezerwaty przyrody

W rejonie badań znajdują się 2 rezerwaty przyrody (ryc. 4.8.2). Rezerwaty są najważniejszą po parkach narodowych formą obszarowej ochrony terenu w Polsce. Są to enklawy terenu objęte najczęściej ścisłą ochroną prawną w celu zachowania naturalnych ekosystemów, na których przedmiotem ochrony są walory faunistyczne, wodne, krajobrazowe, torfowiskowe i historyczne. Przewidywany otwór nie będzie zlokalizowany w żadnym z tych rezerwatów.

Przęślin

Rezerwat stepowy o powierzchni 0,72 ha utworzony został w roku 1960 na terenie Nadnidziańskiego Parku Krajobrazowego. Przedmiotem ochrony są stanowiska roślinności stepowej oraz odsłonięcia gipsów grubokrystalicznych. Rezerwat Przęślin zlokalizowany

jest pośród gruntów użytkowanych rolniczo, na niewielkim wzgórzu zbudowanym z margli kredowych z czapą gipsową. Na południowym i zachodnim zboczu można zaobserwować tzw. jaskółcze ogony, czyli odsłonięcia gipsów wielkokrystalicznych o wysokości do 3 m (nazywane są także szklicą ze względu na połyskującą w słońcu powierzchnię).

Góry Wschodnie

To stepowy rezerwat przyrody zlokalizowany na terenie Nadnidziańskiego Parku Krajobrazowego. Rezerwat utworzony został w roku 1959, a jego powierzchnia wynosi 1,78 ha. Przedmiotem ochrony jest grzbiet wzgórza gipsowego z ciekawymi wychodniami kryształów gipsu i cenną roślinnością stepową.

Wzgórze tworzą grubokrystaliczne gipsy neogeńskie, tzw. „jaskółcze ogony", odsłaniające się na powierzchni w ścianach skalnych i u jego podnóża. W obrębie rezerwatu występują formy krasowe w postaci wżerów i żłobków krasowych.

Obszary Chronionego Krajobrazu

Nadnidziański Obszar Chronionego Krajobrazu (otulina Nadnidziańskiego Parku Krajobrazowego)

Obszar swoim zasięgiem pokrywa się z dawną otuliną Nadnidziańskiego Parku Krajobrazowego. Utworzony został w celu ochrony cennych walorów przyrodniczo-krajobrazowych oraz samej otuliny. Obszar ten cechuje się występowaniem rzadkich form roślinności kserotermicznej, torfowiskowej i bagiennej. Jest również cenny z punktu widzenia formacji geologicznych z licznymi zjawiskami krasowymi. Obszar zajmuje powierzchnię 26011 ha.

4.8.4. Uzasadnienie lokalizacji i głębokości wiercenia

W ramach realizacji niniejszego opracowania w rejonie Wiślicy wyznaczono dwa rejony perspektywiczne dla poszukiwań wód leczniczych. Rejon Wiślicy jest słabo rozpoznany hydrogeologicznie pod kątem występowania i parametrów hydrogeologicznych poziomów wodonośnych wód leczniczych. Rejony perspektywiczne wyznaczone zostały w oparciu o stwierdzone wystąpienia wód leczniczych (studnie i źródła) oraz archiwalne wyniki badań prowadzonych podczas wierceń w tym rejonie.

Wykonanie otworu poszukiwawczo-rozpoznawczego w tych rejonach zaakceptowane zostało przez burmistrza Wiślicy. Przewiduje się, że odwiert wykonany zostanie do głębokości około 100 m. Jest to głębokość, która uwzględnia już zróżnicowanie warunków geomorfologicznych w obrębie wyznaczonych rejonów perspektywicznych.

Szczegółowa lokalizacja otworu jego konstrukcja oraz głębokość określona zostanie w projekcie robót geologicznych. Przy wyborze miejsca wykonania otworu należy wziąć pod uwagę następujące przesłanki:

- budowę geologiczną i warunki hydrogeologiczne,
- ukształtowanie terenu warunkujące możliwość prowadzenia prac wiertniczych a później łatwe doprowadzenie wody do miejsca docelowego,
- możliwość dojazdu urządzenia wiertniczego,
- zagospodarowanie działki.

Przewidywaną głębokość otworu określono na podstawie przeprowadzonej analizy budowy geologicznej, tektoniki i warunków hydrogeologicznych przedmiotowego terenu.

W celu ujęcia wód leczniczych, siarczkowych należy zaprojektować i odwiercić hydrogeologiczny otwór poszukiwawczo-rozpoznawczy o głębokości około 100 m. Wyniki wiercenia pozwolą na dokładniejsze rozpoznanie potencjalnego złoża wód leczniczych oraz ocenę parametrów hydrogeologicznych w obrębie utworów neogeńskich.

4.8.5. Budowa geologiczna

Budowę geologiczną dokumentowanego obszaru omówiono w oparciu o Szczegółową mapę geologiczną Polski w skali 1: 50 000 arkusz Busko Zdrój (Łyczewska, 1971; ryc. 4.8.4).

Omawiany obszar położony jest w obrębie południowej części niecki miechowskiej utworzonej z utworów jurajskich i wypełnionych osadami środkowej i górnej kredy oraz miocenu.

Tektonika

Wody zmineralizowane występują w południowo-wschodniej części niecki miechowskiej (nidziańskiej), na jej wschodnim skrzydle. Jest to jednocześnie skraj strefy brzeżnej (północnej) zapadliska przedkarpackiego. Omawiany obszar charakteryzuje się budową blokowo-fałdową o kierunku struktur WNW-ESE, poprzecinanych uskokami poprzecznymi (NNE-SSW), tworzącymi odrębne bloki. Do najważniejszych deformacji tektonicznych na tym obszarze zalicza się uskok Radzanowa i Korczyna oraz uskoki poprzeczne Owczar, Solca i Skotników. Rejon Wiślicy znajduje się na południowym skłonie struktury blokowej, tzw. elewacji Wiślicy. Liczne uskoki charakteryzują się zrzutami od kilkunastu do kilkuset metrów. Najstarszymi utworami, stwierdzonymi na głębokości ok.3000 m, są zmetamorfizowane łupki prekambru, na których leżą silnie

zredukowane utwory ordowiku, syluru, dewonu i karbonu. Na starszym podłożu rozwinęły się osady mezozoiczne niecki nidziańskiej. Są to osady triasu i jury środkowej (wapienie, wapienie dolomityczne, margle) o stosunkowo niewielkiej miąższości, pokryte skałami węglanowymi i łupkowymi jury górnej o miąższości dochodzącej do kilkuset metrów. Na zerodowanej powierzchni utworów jurajskich zalegają piaski i piaskowce cenomanu oraz wapienie margliste turonu i margle senonu. Rejon Wiślicy jest położony poza zasięgiem występowania utworów cenomanu. Wśród osadów miocenu wyróżnia się skały węglanowe (wapienie litotamniowe, wapienie pogipsowe i margle), piaski i piaskowce warstw baranowskich oraz gipsy i anhydryty badenu, iły krakowieckie (obecnie silnie zerodowane) oraz piaski i żwiry sarmatu.

Litostratygrafia

Najstarszymi utworami na omawianym obszarze są utwory należące do kredy górnej

Kreda górna w omawianym rejonie odsłania się na powierzchni, bądź zalega głębiej, pod utworami neogeńskimi. Wykształcona jest w facji ilasto – marglistej z wkładkami wapieni i piasków marglistych. W kilkunastu odwiertach wykonanych w rejonie Wiślicy nie napotkano utworów cenomanu. Brak obecności cenomanu, świadczy o jego redukcji w kierunku z zachodu na wschód. Wskazuje to, iż transgresja kredowa postępowała z zachodu na wschód oraz że jura musiała stanowić poważne wyniesienie, stąd brak w tym rejonie cenomanu. W związku z brakiem w rejonie Wiślicy dolnego piętra kredy górnej (cenoman) turon jest pierwszym poziomem zalegającym na jurze.

Kreda wykształcona jest głównie jako margle z przerostami łupków. W marglach stwierdzono sporadycznie gniazda pirytu oraz rogowce.

Neogen reprezentują utwory miocenu (baden i sarmat) zalegające na różnych ogniwach skał kredowych. W utworach badenu wydzielono trzy poziomy: podlitotamniowy, litotamniowy i nadlitotamniowy.

Do poziomu podlitotamniowego należą margle szarobiałe, szarozielone, miejscami piaszczyste. Utwory te nie tworzą jednolitej pokrywy na kredzie i w wielu miejscach nie występują.

Poziom litotamniowy wykształcony jest w postaci wapieni litotamniowych miejscami zlepieńcowatych facji płytkowodnej – lokalnie marglistych o bardzo zmiennej miąższości. Poziom ten ogranicza się do niewielkich płatów wieńczących niektóre wzniesienia.

Poziom nadlitotamniowy to warstwy baranowskie i poziom gipsowy oraz nadgipsowy. Warstwy baranowskie zbudowane są z utworów piaszczystych, ilastych, marglistych z dużą zawartością glaukonitu, z bogatą fauną małży i ślimaków, zwłaszcza w stropie (warstwa erwiliowa). Poziom gipsowy jest nieciągły, został zerodowany w strefach antyklinalnych. Tworzą go gipsy, anhydryty, margle, iły i wapienie. Najniższy poziom stanowią gipsy wielkokrystaliczne. Złożone są z bardzo dużych kryształów dochodzących do 3,5 m. Środkowy poziom stanowią gipsy warstwowane, wykształcone najczęściej jako gipsy szkieletowe z wkładkami alabastrów i gipsów laminowanych. Jest to facja osadów chemicznych dość zróżnicowanych i wykształcona w postaci gipsów od kryptokrystalicznych do wielkokrystalicznych. Gipsy występują również na powierzchni terenu lub pod niewielkim nadkładem we wsi Siesławice (nieczynny kamieniołom), w Skorocicach i w Chotlu Czerwonym, gdzie rejestruje się zjawiska krasowe. Są to obszary objęte ochroną.

Poziom nadgipsowy to występujące w stropie gipsów miejscami margle, iły margliste, łupkowate i wapienie detrytyczne. Utwory takie znane są z okolic Skorocic.

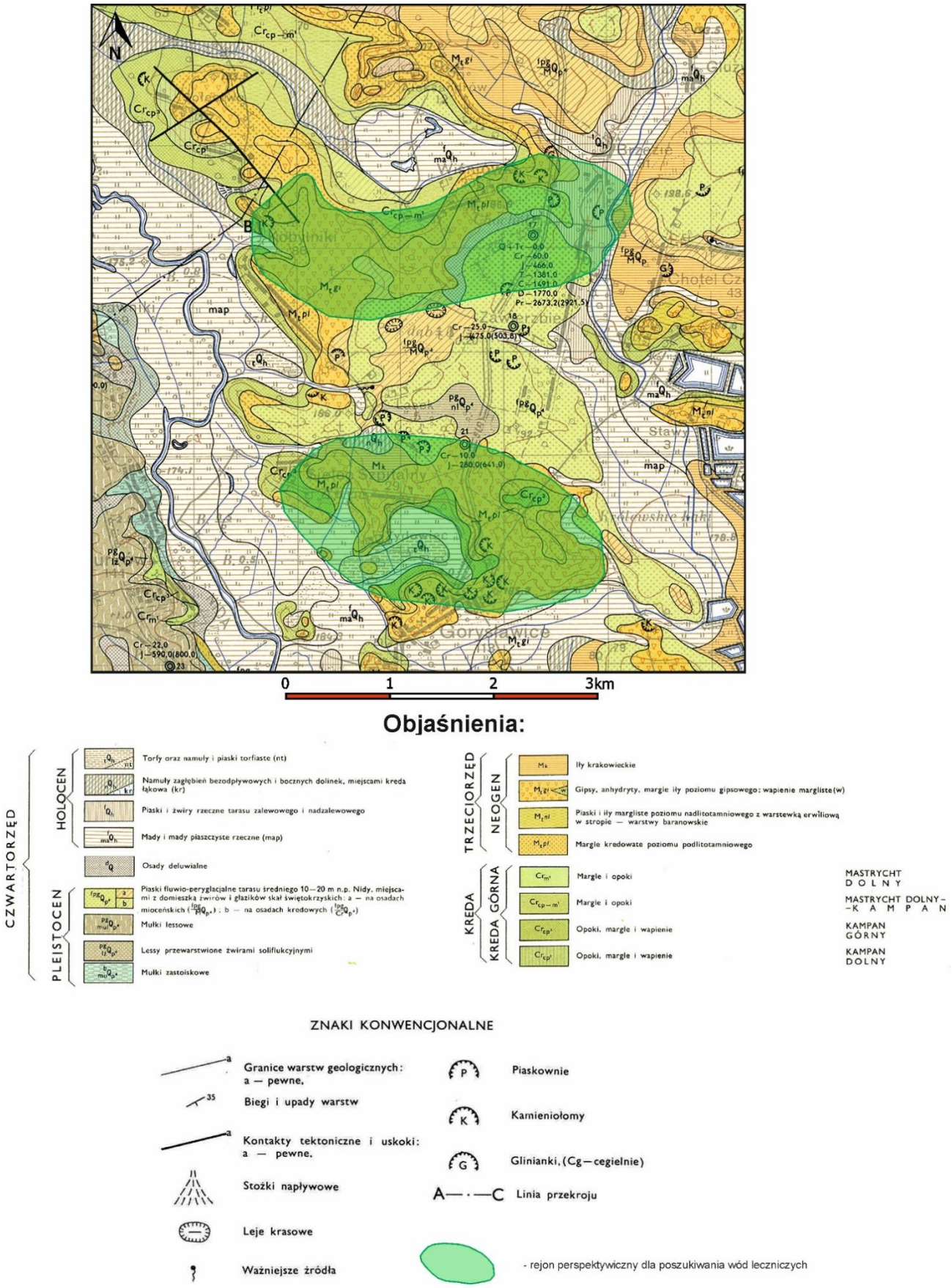
Sarmat charakteryzuje się trzema poziomami. Do spągowych osadów sarmatu zaliczono kilkucentymetrowej miąższości ławice wapieni organogenicznych występujących lokalnie pod iłami krakowieckimi.

Poziom iłów krakowieckich reprezentowany jest przez osady ilaste, partiami łupkowe, z nielicznymi wkładkami piasków i żwirów. Miąższość serii iłów krakowieckich wzrasta z północnego zachodu ku południowemu wschodowi. Na omawianym obszarze maksymalne miąższości poznano w otworach w okolicy Strożysk (165,0 m). Poziom piasków i żwirów na badanym terenie występuje tylko w rejonie „Górki" i wykształcony jest w postaci piasków ze żwirem o miąższości od 1,0 do 10,0 m, na pozostałym obszarze uległ on całkowitej erozji.

Utwory mioceńskie przykryte są przez osady czwartorzędowe (plejstocenu oraz holocenu). Na wschód od doliny Nidy przeważają piaski i żwiry, które stanowią rezydua glin zwałowych zlodowaceń południowopolskich oraz osady rzeczno-lodowcowe zlodowaceń środkowopolskich. Na zachód od doliny Nidy dominują lessy związane ze zlodowaceniami północnopolskimi oraz mułki i iły zastoiskowe z okresu zlodowaceń starszych.

Do osadów holoceńskich należą różnorodne osady napływowe w obrębie dolin rzecznych oraz osady stokowe, rozwijające się miejscami w rozległe stożki napływowe. Osady holoceńskie reprezentowane przez piaski, żwiry i mady rzeczne wypełniają dolinę Nidy. Na bezodpływowych terenach w dolinie Nidy oraz w dolinach drobnych cieków

wodnych znajduje się szereg niskich torfowisk w większości porośniętych roślinnością trawiastą lub turzycową, na ogół niewielkich rozmiarów.



Ryc. 4.8.4. Lokalizacja obszarów perspektywicznych dla ujęcia wód leczniczych na tle fragmentu Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski w skali 1:50 000, ark. Busko-Zdrój (0917) (Łyczewska, 1971)

4.8.6. Warunki hydrogeologiczne

Przedmiotowy obszar obejmuje fragmenty dwóch regionów hydrogeologicznych wód zwykłych: nidziańskiego i przedkarpackiego. W regionie nidziańskim zbiorniki wód podziemnych o znaczeniu użytkowym występują w utworach czwartorzędowych i kredowych (Paczyński, red., 1993, 1995). Wody lecznicze, siarczkowe omawianego regionu należą do prowincji D – karpackiej, regionu I – zapadliska przedkarpackiego, subregionu wschodniego (Paczyński, Płochniewski, 1996). Omawiany obszar obejmuje również swoim zasięgiem część Głównego Zbiornika Wód Podziemnych nr 409 – Niecka miechowska (SE) (Kleczkowski red., 1990; Mikołajków, Sadurski red., 2017).
W rejonie badań wydzielić można następujące poziomy wodonośne:

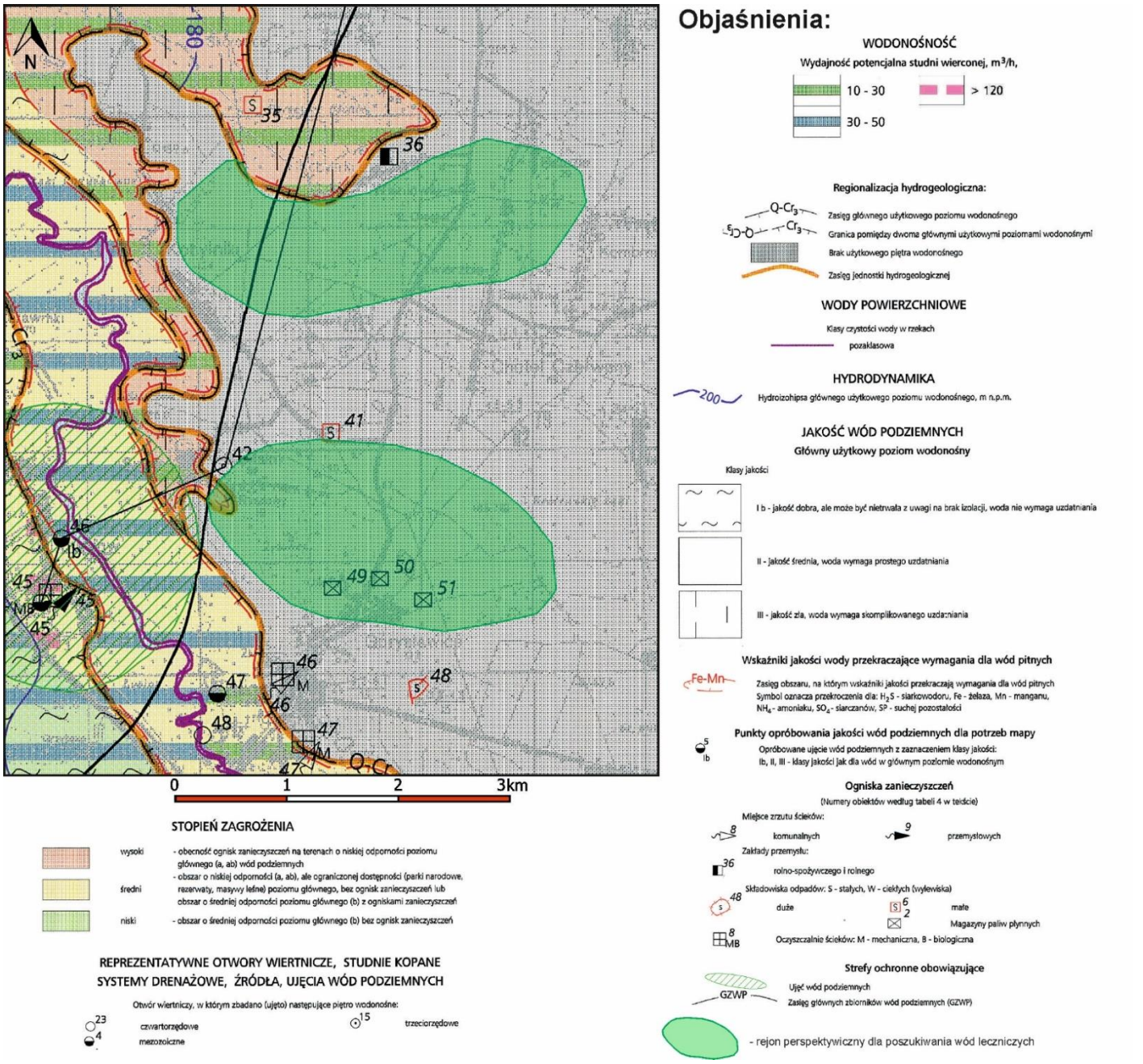
- **czwartorzędowy**– wody zwykłe i słabozmineralizowane (głównie w dolinach rzek),
- neogeński – wody lecznicze typu SO_4-Ca, Cl-SO_4-Na i Cl-SO_4-Na-Ca związane z serią chemiczną miocenu (gipsy i margle). Poziom ten ujęty jest głównie źródłami oraz studniami gospodarskimi i nie posiada znaczenia gospodarczego.
- **kredowy**:
    - wody zwykłe w stropie (do głębokości 60,0 do 80,0 m – strefa aktywnej wymiany wód) o zwierciadle swobodnym i napiętym,
    - wody lecznicze typu Cl-Na S, I oraz Cl-SO_4-Na S, I w utworach senonu, turonu i cenomanu o zwierciadle subartezyjskim (lokalnie artezyjskim),
- **jurajski**:
    - wody lecznicze typu Cl-Na, I i Cl-Na, S, I, w tym solanki.

Do celów konsumpcyjnych wykorzystywane są zasoby wód zwykłych z poziomów czwartorzędowego oraz kredowego. Generalnie jest to obszar bardzo ubogi w wody zwykłe. Wody te występują na różnych głębokościach w zależności od morfologii oraz wykształcenia litologicznego. Porowy poziom czwartorzędowy posiada niewielkie rozprzestrzenienie oraz miąższość (od 8 do 15 m). Wody zwykłe tego poziomu występują wśród aluwiów i tarasów akumulacyjnych rzeki Nidy. Wydajności potencjalne otworów studziennych ujmujących poziom czwartorzędowy wynoszą przeważnie 30-50 m^3/h, lokalnie 10-30 m^3/h.

Z serią chemiczną miocenu (gipsy, margle warstw baranowskich) związane są wody o mineralizacji przeważnie od 1 do 3 g/dm^3. Są to wody płytkiego krążenia zawierające siarkowodór. W obszarach występowania gipsów woda nie nadaje się do spożycia ze względu

na znaczne zawartości siarczanów i siarkowodoru oraz bardzo niskie parametry hydrauliczne osadów (wodoprzewodność, wydajność potencjalna). Wody zwykłe w niewielkich ilościach występują również w piaszczystych wkładkach wśród iłów krakowieckich. Chemiczne i ilaste osady neogenu, leżące na utworach górnokredowych, uznano za obszary, w których brak użytkowych poziomów wodonośnych. Decydują o tym zła jakość wód (mineralizacja powyżej 2 g/dm^3, ponadnormowa zawartość siarczanów, obecność siarkowodoru) oraz bardzo niskie parametry hydrauliczne wodoprzewodności oraz wydajności potencjalnej.

Największe znaczenie użytkowe w przypadku wód zwykłych ma poziom wodonośny piętra kredowego (wapienie litotamniowe, margle i opoki). Zasobność tego poziomu zależy od miąższości i głębokości zalegania skał, a zasilanie odbywa się w wyniku bezpośredniej infiltracji wód opadowych lub pośrednio poprzez osady czwartorzędowe. Wydajności potencjalne otworów studziennych wynoszą najczęściej 10-30 m^3/h, lokalnie osiągając wartości 50-70 m^3/h (ryc. 4.8.5). Wody te charakteryzują się zmienną mineralizacją dochodząca nawet do 2 g/dm^3, na co wpływ ma najczęściej obecność w nadkładzie osadów chemicznych miocenu. Poniżej głębokości 80 m utwory węglanowe kredy stają się coraz mniej przepuszczalne, a znacznie głębiej występują już wody zmineralizowane. Regionalny odpływ wód podziemnych odbywa się ku południowi i południowemu wschodowi. Regionalną bazę drenażu dla wód podziemnych stanowią tutaj rzeka Nida.



Ryc. 4.8.5. Lokalizacja obszarów perspektywicznych dla ujęcia wód leczniczych na tle fragmentu Mapy hydrogeologicznej Polski w skali 1:50 000, ark. Busko-Zdrój (0917) (Herman, 2000)

4.8.7. Charakterystyka istniejących wystąpień wód leczniczych

W rejonie badań znane są liczne wystąpienia wód leczniczych. Są to niezagospodarowane źródła w miejscowościach Aleksandrów, Skorocice i Wiśniówki, wyciek solanki w miejscu dawnego szybu górniczego w miejscowości Szczerbaków oraz studnia kopana w Wiślicy.

Pierwsze szyby górnicze wykonywano w związku z poszukiwaniem złóż soli kamiennej na początku lat 80. XVIII wieku. Szyby wykonywano przy użyciu materiałów wybuchowych z zastosowaniem obudowy drewnianej. Napotykając trudności w trakcie głębienia szybów dalsze prace często prowadzono za pomocą wierceń usytuowanych w ich dnach. Do dziś zachowały się informacje o pięciu takich szybach wykonanych na przełomie lat 1818-1827. Jednym z nich jest szyb w Szczerbakowie. Był on najgłębszym szybem poszukiwawczym wykonanym w Europie. Został wydrążony do głębokości 378 m, osiągając strop wapieni jurajskich na głębokości 304 m, a następnie został pogłębiony otworem do głębokości końcowej 432,2 m. Z uwagi na silny wypływ słonych wód został on zlikwidowany w 1828 roku. W niecały rok po jego likwidacji na powierzchni terenu pojawił się wyciek solanki. Prace melioracyjne prowadzone w latach 70. XX wieku doprowadziły do dewastacji źródła w Szczerbakowie. Zagłębienie po szybie zostało zasypane i zniwelowane (fot. 4.8.1). Od roku 1995 miejsce to funkcjonuje jako użytek ekologiczny „Słone źródło w Szczerbakowie" (Gągol, Herman, 2009; Chowaniec i in., 2015).

Na podstawie wyników analizy fizyko-chemicznej z 2014 r. próbki wody pobranej ze źródła „Szczerbaków", wodę tę można scharakteryzować jako 4,85% wodę mineralną, swoistą typu: Cl-Na, I, F.

Poniżej podano zapis wyników tej analizy chemicznej wg formuły Kurłowa:

$$F^{2,89} I^{15,70} M^{48,46} \frac{Cl^{93} SO_4^{\ 6} HCO_3^{\ 1}}{Na^{78} Ca^{10} Mg^{10} K^{1}}$$

Fot. 4.8.1. Źródło (dawny szyb) „Szczerbaków" w 2014 r. (fot. G. Gorczyca, 2014)

Na terenie gminy Wiślica niezagospodarowane źródła wody leczniczej znajdują się również w miejscowościach Aleksandrów i Wiśniówki (fot. 4.8.2.). Źródło w miejscowości Aleksandrów zlokalizowane jest w dnie bezimiennego potoku, natomiast źródło w Wiśniówkach położone jest na terenie użytkowanym rolniczo. Wszystkie źródła wypływają z marglistych utworów miocenu na granicy z iłami krakowieckimi.

Źródło „Aleksandrów" Źródło „Wiśniówki"

Fot. 4.8.2. Źródła w Aleksandrowie i Wiśniówkach w 2014 r. (fot. G. Gorczyca, 2014)

Źródło Aleksandrów

Na podstawie wyników analizy fizyko-chemicznej z 2014 r. próbki wody pobranej ze źródła „Aleksandrów", wodę tę można scharakteryzować jako 0,24% wodę mineralną, swoistą typu: SO_4-Ca.

Poniżej podano zapis wyników tej analizy chemicznej wg formuły Kurłowa:

$$M^{2,40}\frac{SO_4^{86}HCO_3^{11}Cl^2}{Ca^{93}Mg^3Na^2K^1}$$

Źródło „Wiśniówka”

Na podstawie wyników analizy fizyko-chemicznej z 2014 r. próbki wody pobranej ze źródła „Wiśniówka”, wodę można scharakteryzować jako 0,28% wodę mineralną, swoistą typu: SO_4-Ca.

Poniżej podano zapis wyników tej analizy chemicznej wg formuły Kurłowa:

$$M^{2,81}\frac{SO_4^{81}HCO_3^{12}NO_3^{4}Cl^{3}}{Ca^{93}Mg^{3}Na^{2}K^{1}}$$

W centrum Wiślicy znajduje się stara studnia kopana, tzw. studnia Długosza. Studnia była przez wiele lat nieużywana, częściowo zasypana. Staraniem właściciela w ubiegłych latach wykonano jej renowację. Obecnie ujęcie jest zbudowane z betonowych kręgów o średnicy wewnętrznej 0,80 m. Otwór jest zabezpieczony betonową pokrywą, bez urządzenia czerpalnego. Głębokość studni wynosi 7,95 m. Na podstawie badań wykonanych w 2010 r. wodę ze studni Długosza w Wiślicy określono jako 0,28% wodę leczniczą typu SO_4-Ca:

$$M^{2,81}\frac{SO_4^{81}HCO_3^{12}NO_3^{4}Cl^{3}}{Ca^{93}Mg^{3}Na^{2}K^{1}}$$

Zaznaczyć należy, iż wody o podobnym typie chemicznym występują w wielu studniach kopanych w rejonie Wiślicy (m.in. wody takie napotkano na rynku podczas poszukiwania wód zwykłych) i w jej najbliższej okolicy (Kolago, 1955).

Jak podaje Gągulski i in. (2018) w miejscowości Sielec Szpitalny tj. ok. 2 km na NNW od Wiślicy w studniach kopanych stwierdzono występowanie wód charakteryzujących się wartością PEW od 890 do 4630 µS/cm oraz specyficznym zapachem siarkowodoru.. Głębokość tych studni jest niewielka i wynosi od 1,8 do 12,9 m. Najwyższą wartość PEW odnotowano w najgłębszej studni, natomiast najmniejszą w tej o głębokości 5,3 m. Powyższe informacje są jedną z przesłanek predysponujących rejon Wiślicy do bardziej szczegółowego rozpoznania.

W ramach realizacji niniejszego opracowania nawiązano kontakt z przedstawicielem Urzędu Miasta i Gminy Wiślica i uzyskano od burmistrza deklarację współpracy przy realizacji tematu m.in. w zakresie zlokalizowania miejsc charakteryzujących się występowaniem wód o specyficznym zapachu siarkowodoru oraz pomocy w uzyskaniu dostępu do tych miejsc. Zadeklarowana pomoc obejmuje również współpracę przy poszukiwaniu gruntów, na których można byłoby wykonać planowany otwór poszukiwawczo-rozpoznawczy.

W ramach przeprowadzonych prac terenowych, w sierpniu 2020 r. wizją lokalną objęto punkty typowane wcześniej do opróbowania wód podziemnych. Wizją terenową objęto 8 studni kopanych zlokalizowanych w miejscowościach Sielec Szpitalny oraz Kobylniki (ryc. 4.8.1). Dla wszystkich punktów wykonano pomiary „*in situ*" parametrów PEW, pH i temperatury.

W poniższej tabeli 4.8.1 zestawiono wyniki pomiarów terenowych studni kopanych. Według tego zestawienia w rejonie miejscowości Sielec (Sielec Szpitalny) i Kobylniki wartość PEW w pomierzonych studniach kopanych oscyluje między wartościami 494 a 6304 µS/cm. Pomierzona wartość maksymalna jest o około 1670 µS/cm większa od tej podanej przez Gągulskiego i in. (2018), znacznie powyżej przeciętnej wartości dla wód zwykłych.

Na podstawie podwyższonej wartości PEW lub oznak wskazujących na występowanie w wodzie siarkowodoru, tj. specyficzny zapach lub charakterystyczny osad wytypowano punkty do opróbowania fizykochemicznego. Do badań laboratoryjnych pobrane zostały dwie próbki wód podziemnych. Opróbowaniem objęto studnie kopane 2 i 5 (tabela 4.8.1).

Tabela 4.8.1. Wyniki pomiarów „*in situ*" w studniach kopanych

L.p.	Współrzędne		Adres	Głębokość studni	Głębokość do zwierciadła wody	Temp.	pH	PEW	Uwagi
	WGS84_L	WGS84_B		[m]	[m] p.p.t.	ºC	[-]	µS/cm	
1	20:40:23.437	50:21:55.022	Sielec 2	3.3	2.6	16.2	7.5	2310.0	Studnia czynna (dla zwierząt)
2	20:39:59.299	50:21:55.343	Sielec 8	12.9	1.9	14.3	7.6	6304.0	Studnia czynna (dla zwierząt, do celów spożywczych). Ze studni została pobrana próba wody.
3	20:39:41.868	50:22:04.321	Sielec 42	5.3	2.6	16.1	7.0	1365.0	Studnia ogólnodostępna
4	20:39:48.118	50:22:11.885	Sielec 33	1.8	sucha	-	-	-	Studnia sucha
5	20:40:39.446	50:23:20.440	Kobylniki 100	3.1	1.1	17.1	7.6	1249.0	Studnia czynna (dla zwierząt). Ze studni została pobrana próba wody.
6	20:41:07.465	50:23:27.060	Kobylniki 113	9.0	4.4	12.5	6.9	1455.0	Czynna okresowo
7	20:39:39.740	50:22:03.380	Sielec 43	4.9	2.6	14.2	7.3	494.0	Czynna okresowo
8	20:39:24.58	50:21:48.120	Sielec 14	2.7	1.8	16.2	7.5	994.0	Nieużytkowana

Analizy wody wykonane zostały przez laboratorium Eurofins OBIKŚ Polska Sp. z o.o., ul. Owocowa 8, 40-158 Katowice. Pełne wyniki analiz przedstawiono na załączniku 1.9-1.10

Na podstawie przeprowadzonej analizy wodę ze studni kopanej nr 2 (Sielec 8) można scharakteryzować jako siarczanowo-azotanowo-wapniowo-potasową, fluorkową, jodkową. Zawartość H_2S wyniosła <0,2 mg/dm^3. Mineralizacja wody wynosi około 5900 mg/dm^3. Zawartość radonu oznaczono na poziomie 4,4 Bq/dm^3. Jon siarczanowy występuje w ilości 1740 mg/dm^3 (46% mval), azotanowy w stężeniu 1340 mg/dm^3 (22% mval), wapniowy w stężeniu 818 mg/dm^3 (51% mval), a potasowy w stężeniu 635 mg/dm^3 (20% mval). Uwagę zwracają wysokie zawartość fluorków powyżej 2,2 mg/dm^3, jodków w ilości 1,8 mg/dm^3 oraz strontu – 11,6 mg/dm^3. Pozostałe jony główne występują w ilościach: chlorkowy – 470,0 mg/dm^3 (17% mval), wodorowęglanowy – 403 mg/dm^3 (8% mval), magnezowy – 107,0 mg/dm^3 (11% mval). Analizując powyższe wyniki należy stwierdzić, że woda ze studni kopanej nr 2 jest silnie zanieczyszczona antropogenicznie i nie powinna być spożywana.

Woda ze studni kopane nr 5 (Kobylniki 100) to woda trójjonowa, siarczanowo-wodorowęglanowo-wapniowa o mineralizacji około 1300 mg/dm^3. Pomimo charakterystycznego dla wód siarczkowych zapachu analiza wykazała jego zawartość na <0,2 mg/dm^3. Zawartość radonu oznaczono na poziomie 4,6 Bq/dm^3. Jon siarczanowy występuje w ilości 450 mg/dm^3 (55% mval), wodorowęglanowy w ilości 427 mg/dm^3 (51% mval) oraz wapniowy w stężeniu 291 mg/dm^3 (83% mval). Jon chlorkowy występuje w ilości 18 mg/dm^3 (3% mval), natomiast stężenie jonu magnezowego jest na poziomie 12 mg/dm^3 (6% mval).

Próbki wody na badanie zawartości H_2S pobrane zostały zgodnie z zaleceniami zawartymi w „Katalogu wybranych fizycznych i chemicznych wskaźników zanieczyszczeń wód podziemnych i metod ich oznaczania" (Witczak i in., 2013).

5. ANALIZA WYKORZYSTANIA WÓD ZMINERALIZOWANYCH I SWOISTYCH W BALNEOLOGII I REKREACJI

Wykorzystanie wód zmineralizowanych i swoistych do celów balneologiczno-rekreacyjnych jest coraz popularniejsze ze względu na ich właściwości lecznicze. Proponowane rozwiązania eksploatacji wód zmineralizowanych i swoistych z wykorzystaniem ich do celów balneologiczno-rekreacyjnych będą opierać się na systemie

jednootworowym. Jako źródło wody proponuje się wykorzystanie projektowanych otworów:

- Krosno L-1,
- Krościenko L-1,
- Lesko L-1,
- Lipnica Wielka L-1,
- Nieborów L-1,
- Słonne L-1,
- Straszydle L-1,
- Wiślica L-1.

Do analizy wykorzystania wód zmineralizowanych i swoistych w celach balneologiczno-rekreacyjnych wybrano interwały perspektywiczne pod względem wykorzystania w celach balneoterapeutycznych oraz dodatkowo korzystne do wykorzystania ze względu na stosunkowo niewielką głębokość zalegania poziomów wodonośnych.

Ilość odprowadzanej wody będzie uzależniona od wielkości basenu oraz stężenia składników mineralnych w niej się znajdujących. Do dalszej analizy przyjęto, że ilość wody zużytej w balneologii i rekreacji będzie wynosić ok 2 m^3/h, co przy 12 h pracy dziennie wynosi 24 m^3/dobę (Tabela 5.1.).

Tabela 5.1. Przewidywane parametry złożowe (opracowanie własne na podstawie analiz archiwalnych)

Obszar perspektywiczny	Wydajność [m^3/h]	Temperatura	Mineralizacja [g/dm^3]	Typ wody	Głębokość [m]
Krosno	2,0	ok. 19 °C	10-20	Cl-Na, Cl-HCO_3-Na, HCO_3-Cl-Na	900
Krościenko n/Dunajcem	2,0	ok. 11 °C	ok. 2	szczawa HCO_3-Ca-Mg-Na	150
Lesko	2,0	ok. 11 °C	0,5	HCO_3-Ca-Mg, H_2S	100
Lipnica Wielka	2,0	ok. 11 °C	<1	HCO_3-Cl-Na-Ca, H_2S	150
Nieborów	2,0	ok. 11 °C	<1	HCO_3-Cl-Na-Ca, H_2S	100
Słonne	2,0	ok. 11 °C	35-40	Cl-Na, J	400
Straszydle	2,0	ok. 11 °C	<1	HCO_3-Ca-Na, H_2S	100

Wiślica	2,0	ok. 11 °C	1-3	SO_4-Ca	100

Podczas balneologicznego i rekreacyjnego wykorzystania wód zmineralizowanych, wydajność z jaką będą one eksploatowane bardzo mocno uzależniona jest od możliwości zagospodarowania wód zużytych. Tak więc można będzie wydobyć jedynie tyle wody, ile można będzie zrzucić np. do cieków powierzchniowych, kanalizacji sanitarnej lub kanalizacji deszczowej. Po wydobyciu z otworu woda podziemna będzie mogła być przetłaczana do basenów, gdzie będzie wykorzystywana głównie do technologicznej wymiany wody basenowej. Ponieważ woda podziemna pochodząca z projektowanych ujęć będzie wodą zmineralizowaną, eksploatacja basenów będzie musiała odbywać się w systemie częściowo zamkniętym. Eksploatacja basenów w systemie częściowo zamkniętym wiąże się z koniecznością zrzutu zmineralizowanych wód basenowych do cieków powierzchniowych po uprzednim uzdatnieniu.

W rozważanych wariantach woda podziemna zużyta w basenach będzie mogła np. być najpierw odprowadzana rurociągiem zrzutowym do dołów zrzutowych, a następnie do oczyszczalni i w sposób kontrolowany do cieków powierzchniowych. Dół zrzutowy może pełnić rolę magazynu zużytej wody, w którym będzie ona gromadzona po zrzucie z basenów balneologicznych lub rekreacyjnych.

Z dołu zrzutowego zużyta woda zmineralizowana lub mieszanina wody zmineralizowanej i słodkiej będzie sukcesywnie odprowadzana do oczyszczalni ścieków oraz cieków powierzchniowych. Przepompowywanie będzie następowało za pomocą pompy ze zmienną wydajnością pompowania, dostosowywaną do aktualnych możliwości zrzutu. Ilość zrzucanej wody bardzo mocno będzie uzależniona od wielkości basenu oraz liczby osób korzystających z niego w ciągu doby. Wody zmineralizowane i swoiste wykorzystywane w balneologii i rekreacji nie mogą być zrzucane do cieków powierzchniowych bezpośrednio. Aby było to możliwe spełnione muszą być warunki określone ustawowo. Wprowadzanie ścieków do wód powierzchniowych nie powinno powodować pogorszenia stanu wód i ekosystemów od nich zależnych, związane jest to również z koniecznością ponoszenia opłat za korzystanie ze środowiska. Zrzut do cieków powierzchniowych wód wykorzystanych w balneologii i rekreacji wymaga uzyskania pozwolenia wodnoprawnego. Pozwolenie to określa między innymi ilość i skład ścieków, dopuszczalne ilości zanieczyszczeń oraz niezbędne przedsięwzięcia ograniczające negatywne oddziaływanie na środowisko.

5.1. WSTĘPNE SZACUNKI NAKŁADÓW INWESTYCYJNYCH

Nakłady inwestycyjne są sumą wszystkich kosztów poniesionych na wykonanie inwestycji do momentu oddania jej do eksploatacji. Do tych kosztów wlicza się m.in.: koszty badań naukowych, badań rynku, koszty projektów, koszty zakupu urządzeń i materiałów konstrukcyjnych, koszty terenu, koszty transportu, koszty montażu i robocizny, koszty uruchomienia i oddania urządzeń do eksploatacji.

Instalacja eksploatacji wody zmineralizowanej lub swoistej przeznaczonej do celów balneologiczno-rekreacyjnych będzie składała się z następujących elementów, stanowiących nakłady inwestycyjne:

- otwór eksploatacyjny,
- instalacja tłoczenia wody zmineralizowanej,
- przewody, armatura, aparatura kontrolno-pomiarowa i automatyka (AKPiA),
- projekty, administracja i inne.

Otwór eksploatacyjny

Wykonanie otworu eksploatacyjnego wynika z konieczności wydobywania wody zmineralizowanej z zakładanej głębokości. Otwór ten będzie stanowił główną część instalacji eksploatującej wodę. W przypadku niewykonania tego otworu nie zostanie zrealizowana również pozostała część przedsięwzięcia. Koszt otworu eksploatacyjnego zawiera przygotowanie terenu pod wiertnię, wykonanie otworu pilotowego i właściwego, wykonanie kompletu badań geofizycznych i hydrogeologicznych. Koszt ten zawiera również rury wiertnicze montowane w otworze, zafiltrowanie oraz montaż głowicy eksploatacyjnej. Rury w otworze eksploatacyjnym będą mogły być rurami stalowymi. Nad pracami wiertniczymi będzie prowadzony ciągły nadzór i dozór geologiczny. Po wykonaniu otworu należy przygotować dokumentację otworową i hydrogeologiczną. Koszt wykonania otworu eksploatacyjnego będzie zależny od wybranego poziomu wodonośnego do eksploatacji, co będzie związane z jego głębokością (tabela 5.1.1.).

Instalacja tłoczenia wody zmineralizowanej

Aby możliwe było przepompowywanie wody zmineralizowanej z otworu eksploatacyjnego do kompleksu rekreacyjno-balneoterapeutycznego konieczne będzie wykonanie tłocznego rurociągu. Powinien być on wykonany z rur z tworzywa sztucznego

ewentualnie wzmocnionych włóknem szklanym ze względu na zagrożenie zniszczenia rur stalowych przez szybko postępującą korozję (np. występujący w wodach siarkowodór).

Założono, że nowy otwór będzie oddalony od kompleksu basenowego o około 200 m. Wydobywana z otworu produkcyjnego woda będzie musiała być prawdopodobnie oczyszczana przed dalszym jej wykorzystaniem w instalacji. Do tego celu konieczny będzie zakup instalacji zestawu filtrów workowych. Filtry te będą musiały być zamontowane w obudowie ze stali nierdzewnej. Ilość i wielkość filtrów będzie musiała być dobrana do zapotrzebowanego przepływu wody. Wstępnie założono, że konieczne będzie zamontowanie 1 kolumny filtrów workowych. Aby nie dopuścić do przedostawania się do otworu eksploatacyjnego tlenu zawartego w powietrzu atmosferycznym przestrzeń pomiędzy lustrem wody a ściankami otworu i głowicy będzie wypełniona azotem. Do szczelnej głowicy azot będzie doprowadzany z butli poprzez zawór zwrotny. Butla z ciekłym azotem będzie ustawiona bezpośrednio przy głowicy. Zabieg azotowania otworu spowoduje ochronę rur okładzinowych, rur pompy głębinowej i głowicy przed korozją. Po wykorzystaniu wody zmineralizowanej w basenach będzie ona przepompowywana do dołu zrzutowego i oczyszczalni ścieków. Do tego celu konieczny będzie zakup pompy tłocznej z regulowaną wydajnością pompowania. Zrzucane z basenów wody zmineralizowane będą gromadzone w szczelnym dole zrzutowym. Może on być wykonany jako betonowy basen wkomponowany w otaczającą infrastrukturę. Zrzut zużytej w basenach wody będzie odbywał się następnie do oczyszczalni ścieków za pomocą rurociągu przesyłowego. Może on być wykonany z rur odpornych na korozję np. z tworzywa sztucznego. Założono, że dół zrzutowy będzie zlokalizowany w odległości około 200 m od oczyszczalni ścieków, do której zaplanowano zrzut wykorzystanych wód.

Przewody, armatura, AKPiA

Ta pozycja kosztowa zawiera podłączenie pomp oraz zakup i montaż rozdzielni elektrycznej, falownika oraz układu podtrzymywania napięcia. Uwzględniono również zakup zaworów, zasuw, manometrów i wodomierzy. Wszystkie węzły technologiczne eksploatacji wody zmineralizowanej (np. otwór eksploatacyjny, dół zrzutowy) mogą być połączone ze sobą siecią światłowodową. W każdym z węzłów mogą zostać zainstalowane odpowiednie urządzenia kontrolno pomiarowe oraz pełna automatyka pozwalająca na automatyczne sterowanie pracą instalacji eksploatującej wodę zmineralizowaną. Wszystkie parametry eksploatacyjne instalacji będą mogły być rejestrowane i archiwizowane za pomocą systemu BMS.

Projekty, administracja i inne

Przed przystąpieniem do realizacji przedsięwzięcia konieczne będzie wykonanie projektów robót geologicznych, studium wykonalności inwestycji, wniosków o dofinansowanie, pozwoleń, uzgodnień itp. W trakcie realizacji przedsięwzięcia konieczne będzie administrowanie pracami oraz dokonywanie rozruchu i uruchamiania poszczególnych urządzeń. Po zakończeniu wiercenia konieczne będzie opracowanie dokumentacji hydrogeologicznej i wniosku koncesyjnego z załącznikami (PZZ, decyzja środowiskowa). W tej pozycji zabezpieczono również rezerwową kwotę na wypadek dodatkowych nieprzewidzianych kosztów.

Tabela 5.1.1. Przewidywane nakłady inwestycyjne dla balneologiczno-rekreacyjnego wykorzystania wody zmineralizowanej lub swoistej [zł] (opracowanie własne)

	Ujęcia							
	Krosno L-1	**Krościenko L-1**	**Lesko L-1**	**Lipnica L-1**	**Nieborów L-1**	**Słonne L-1**	**Straszydle L-1**	**Wiślica L-1**
Otwór wydobywczy	4 549 680	714 630	474 480	714 630	474 480	1 944 480	474 480	474 480
Instalacja tłoczenia wody	400 000	150 000	100 000	150 000	100 000	200 000	100 000	100 000
Przewody, armatura, AKPiA	50 000	30 000	25 000	30 000	25 000	35 000	25 000	25 000
Projekty, administracja i inne	200 000	200 000	200 000	200 000	200 000	200 000	200 000	200 000
Razem:	**5 199 680**	**1 094 630**	**799 480**	**1 094 630**	**799 480**	**2 379 480**	**799 480**	**799 480**

5.2. WSTĘPNE SZACUNKI NAKŁADÓW EKSPLOATACYJNYCH

Do najważniejszych pozycji kosztowych, które zostały uwzględnione w projekcjach finansowych zaliczono:

- zużycie energii elektrycznej,
- koszty przeglądów, remontów i konserwacji,
- usługi obce,
- koszty reprezentacji i marketingu,
- koszty wynagrodzeń,
- koszty odprowadzenia zużytej wody siarczkowej,

– zapłacone podatki.

Koszty eksploatacyjne wykorzystania wód zmineralizowanych w balneologii i rekreacji zostały przedstawione w tabeli 5.2.2.

Zużycie energii elektrycznej

W przypadku wydobycia wód zmineralizowanych z ujęć bez samowypływu należy zapewnić energię elektryczną, która będzie zużywana na potrzeby związane z napędem pomp cyrkulacyjnych oraz sterowania i automatyki. Bazując na aktualnych taryfach i stawkach cenowych sieciowej energii elektrycznej o niskim napięciu zasilania określone koszty zakupu energii elektrycznej dla poszczególnych wariantów przedstawiono w tabeli 5.2.2.

Koszty przeglądów, remontów i konserwacji

Koszt remontów, przeglądów i konserwacji został uzależniony od ilości wydobytej wody zmineralizowanej. W analizowanych przypadkach na ten rodzaj kosztów zarezerwowano 4 zł na każdy wydobyty 1 m^3 wody zmineralizowanej.

Usługi zewnętrzne

Podczas fazy eksploatacji inwestycji niezbędne będą usługi świadczone przez zewnętrzne firmy. Dotyczą one między innymi usług doradczych, bankowych, transportowych. Koszty tych usług zaplanowano w wysokości 45 tys. zł rocznie.

Koszty reprezentacji i marketingu

Działalność Zakładu Górniczego związana będzie głównie z wydobyciem wody zmineralizowanej, potencjalnie leczniczej. Działania marketingowe będą obejmowały głównie:

– utworzenie oraz obsługę strony internetowej,
– wykonanie oraz ustawienie tablic informacyjnych,
– reklama w mediach, głównie lokalnych.

Koszty reprezentacji i marketingu to również wydatki, które nie zostały uwzględnione w innych kosztach. Należy do nich zaliczyć między innymi ubezpieczenia majątkowe, koszty podróży służbowych i reprezentacji itp. Koszty reprezentacji i marketingu zostały zaplanowane na poziomie 40 tys. zł rocznie.

Koszty wynagrodzeń

Faza eksploatacyjna wód zmineralizowanych wymaga utworzenia Zakładu Górniczego i zatrudnienia Kierownika Ruchu Zakładu Górniczego posiadającego

uprawnienia wyższego dozoru górniczego, który zorganizuje eksploatację złoża zgodnie z udzieloną koncesją na eksploatację i wymogami prawa. Przewiduje się również zatrudnienie osób odpowiedzialnych za funkcjonowanie i stan techniczny urządzeń technicznych – dwa etaty. Należy również zatrudnić geologa i osobę posiadającą uprawnienia mierniczego górniczego – osoby te mogą być zatrudnione na pół etatu (tabela 5.2.1). Zaproponowano takie same warianty zatrudnienia we wszystkich rozpatrywanych lokalizacjach. Roczne koszty pracodawcy związane z zatrudnieniem pracowników zostały ustalone w oparciu o dane Zakładu Ubezpieczeń Społecznych.

Tabela 5.2.1. Roczne koszty wynagrodzeń [zł/rok] (opracowanie własne)

Stanowisko	Etat	Pensja brutto	Koszt pracodawcy
Kierownik zakładu górniczego	1	7 000	101 203
Operator urządzeń	1	4 000	57 830
Geolog górniczy	½	3 000	43 373
Mierniczy górniczy	½	3 000	43 373
Razem roczne koszty wynagrodzeń			245 779

Koszty utylizacji zużytej wody zmineralizowanej

Zrzut zużytej wody zmineralizowanej do cieków powierzchniowych związany jest z uiszczaniem opłaty za korzystanie ze środowiska. W przypadku zrzutu wykorzystanych wód zmineralizowanych opłata środowiskowa będzie dotyczyła sumy chlorków i siarczanów.

Zapłacone podatki

Do kosztów podatków został zaliczony podatek od budowli, który ustalono zgodnie z obowiązującą dokumentacją prawną w poszczególnych lokalizacjach.

Amortyzacja

Kompleks uzdrowiskowy to przedsięwzięcie o charakterze biznesowym podlegające zasadom stosowanym w gospodarce. Jedną z takich zasad jest zmniejszanie się wartości środków trwałych w określonym czasie na skutek ich użytkowania. Jest to amortyzacja środków trwałych i określa ona w praktyce rzeczywistą wartość rzeczy. Dla potrzeb analizy finansowej rozpatrywanych ujęć przyjęto stawkę amortyzacyjną na poziomie 5,25%.

Tabela 5.2.2. Przewidywane nakłady eksploatacyjne dla balneologiczno-rekreacyjnego wykorzystania wody zmineralizowanej [zł] (opracowanie własne)

	Ujęcia							
	Krosno L-1	**Krościenko L-1**	**Lesko L-1**	**Lipnica L-1**	**Nieborów L-1**	**Słonne L-1**	**Straszydle L-1**	**Wiślica L-1**
Zużycie energii elektrycznej	8 000	8000	8 000	8 000	8 000	6 000	8 000	8 000
Konserwacje, remonty	52 560	52 560	52 560	52 560	52 560	35 040	52 560	52 560
Usługi zewnętrzne	45 000	45 000	45 000	45 000	45 000	45 000	45 000	45 000
Reklama, marketing	40 000	40 000	40 000	40 000	40 000	40 000	40 000	40 000
Wynagrodzenia	332 525	332 525	332 525	332 525	332 525	332 525	332 525	332 525
Odprowadzanie zużytej wody zmineralizowanej	25 000	25 000	25 000	25 000	25 000	25 000	25 000	25 000
Podatki i opłaty lokalne	18 000	18 000	18 000	18 000	18 000	18 000	18 000	18 000
Amortyzacja	262 484	46 968	31 473	46 968	31 473	114 423	31 473	31 473
Razem:	**783 569**	**568 053**	**552 558**	**568 053**	**552 558**	**615 988**	**552 558**	**552 558**

5.3. KOSZT WYDOBYCIA WODY ZMINERALIZOWANEJ LUB SWOISTEJ

Ze względu na brak możliwości uzyskania dofinansowania na wykonanie otworu eksploatacyjnego do celów wyłącznie balneologiczno-rekreacyjnych zakłada się, że całość nakładów finansowych zostanie poniesiona przez inwestora. Montaż finansowy zaplanowano w trzech wariantach:

- tak, że 90% kapitału będzie pochodziło z pozyskanych kredytów bankowych, a 10% kapitału stanowił będzie wkład własny;
- tak, że 50% kapitału będzie pochodziło z pozyskanych kredytów bankowych, a drugie 50% kapitału będzie stanowił wkład własny;
- tak, że 10% kapitału będzie pochodziło z pozyskanych kredytów bankowych, a 90% kapitału stanowił będzie wkład własny.

Jako horyzont czasowy trwania projektu przyjęto okres 22 lat. Należy zakładać, iż po tym okresie, w dużej mierze nastąpi materialne zużycie produkcyjnych środków trwałych. Koszty obsługi kredytu będą stanowiły zapłacone odsetki od planowanych kredytów. W prognozach odsetki wyliczono według stopy 10% w skali roku. Przyjęto założenie, że kredyt zostanie udzielony na okres 15 lat.

Koszt wydobycia 1 m^3 wody zmineralizowanej lub swoistej z poszczególnych ujęć w poszczególnych wariantach finansowania został oszacowany w tabelach 5.3.1-5.3.3.

Tabela 5.3.1. Koszt wydobycia wody zmineralizowanej lub swoistej w wariancie finansowania 90/10 (opracowanie własne)

	Ujęcia							
	Krosno L-1	**Krościenko L-1**	**Lesko L-1**	**Lipnica L-1**	**Nieborów L-1**	**Słonne L-1**	**Straszydle L-1**	**Wiślica L-1**
Prognozowany wkład gotówkowy [zł]	519 968	109 463	79 948	109 463	79 948	237 948	79 948	79 948
Prognozowany kredyt [tys. zł]	4 679 712	985 167	719 532	985 167	719 532	2 141 532	79 948	79 948
Prognozowane koszty eksploatacyjne [tys. zł/rok]	783 569	568 053	552 558	568 053	552 558	615 988	552 588	552 588
Obsługa kredytu [tys. zł/rok]	343 179	72 245	52 766	72 245	52 766	157 046	52 766	52 766
Prognozowane zapotrzebowanie na wodę [m^3/rok]	17 520	17 520	17 520	17 520	17 520	17 520	17 520	17 520
Koszt wydobycia wody termalnej [zł/m^3]	**64,31**	**36,55**	**34,55**	**36,55**	**34,55**	**44,12**	**34,55**	**34,55**

Tabela 5.3.2. Koszt wydobycia wody zmineralizowanej lub swoistej w wariancie finansowania 50/50 (opracowanie własne)

	Ujęcia							
	Krosno L-1	**Krościen ko L-1**	**Lesko L-1**	**Lipnica L-1**	**Nieborów L-1**	**Słonne L-1**	**Straszydle L-1**	**Wiślica L-1**
Prognozowany wkład gotówkowy [zł]	2 599 840	547 315	399 740	547 315	399 740	1 189 740	399 740	399 740
Prognozowany kredyt [tys. zł]	2 599 840	547 315	399 740	547 315	399 740	1 189 740	399 740	399 740
Prognozowane koszty eksploatacyjne [tys. zł/rok]	783 569	568 053	552 558	568 053	552 558	615 988	552 588	552 588
Obsługa kredytu [tys. zł/rok]	190 655	40 136	29 314	40 136	29 314	87 248	29 314	29 314
Prognozowane zapotrzebowanie na wodę [m^3/rok]	17 520	17 520	17 520	17 520	17 520	17 520	17 520	17 520
Koszt wydobycia wody termalnej [zł/m^3]	**55,61**	**34,71**	**33,21**	**34,71**	**33,21**	**40,14**	**33,21**	**33,21**

Tabela 5.3.3. Koszt wydobycia wody zmineralizowanej lub swoistej w wariancie finansowania 10/90 (opracowanie własne)

	Ujęcia							
	Krosno L-1	**Krościenko L-1**	**Lesko L-1**	**Lipnica L-1**	**Nieborów L-1**	**Słonne L-1**	**Straszydle L-1**	**Wiślica L-1**
Prognozowany wkład gotówkowy [zł]	4 679 712	985 167	719 532	985 167	719 532	2 141 532	719 532	719 532
Prognozowany kredyt [tys. zł]	519 968	109 463	79 948	109 463	79 948	237 948	79 948	79 948
Prognozowane koszty eksploatacyjne [tys. zł/rok]	783 569	568 053	552 558	568 053	552 558	615 988	552 588	552 588
Obsługa kredytu [tys. zł/rok]	38 131	8 027	5 863	8 027	5 863	17 449	5 863	5 863
Prognozowane zapotrzebowanie na wodę [m^3/rok]	17 520	17 520	17 520	17 520	17 520	17 520	17 520	17 520
Koszt wydobycia wody termalnej [zł/m^3]:	**46,83**	**32,75**	**31,8**	**32,8**	**31,8**	**36,08**	**31,8**	**31,8**

5.4. PODSUMOWANIE ANALIZY

Analiza kosztów wydobycia wód zmineralizowanych i swoistych w zaproponowanych lokalizacjach do celów rekreacyjno-balneoterapeutycznych wykazała, że największy wpływ na rentowność takich przedsięwzięć ma głębokość występowania poziomów wodonośnych i wielkość eksploatacji. W analizowanych miejscowościach głębokość występowania wód zmineralizowanych i swoistych nie przekracza głębokości 150 m, jedynie w Krośnie jest to 900 m, a w Słonnem 400 m. Wydobycie wód zmineralizowanych i swoistych w Krośnie i Słonnem jest istotnie droższe w porównaniu do pozostałych lokalizacji we wszystkich wariantach finansowania. Niemniej jednak przy wyższym udziale środków własnych koszt wydobycia istotnie maleje. A zatem parametr geologiczny, taki jak głębokość skutkuje koniecznością inwestowania znacznych nakładów finansowych, w tym między innymi zaciągnięcia wyższego kredytu na wykonanie otworu, następnie koszty obsługi tego kredytu powodują wyższe koszty wydobycia wód.

We wszystkich analizowanych lokalizacjach przyjęto zapotrzebowanie na wodę równe prognozowanej wydajności maksymalnej (2m^3/h). Jest to założenie optymistyczne, do którego przy funkcjonowaniu kompleksu powinno się dążyć aby zracjonalizować koszt wydobycia wody.

Przykłady te pokazują, że najbardziej efektywne będzie przedsięwzięcie z płytko występującym poziomem wód zmineralizowanych i swoistych oraz maksymalnie dużym zapotrzebowaniem na te wody.

Najbardziej efektywna ekonomicznie eksploatacja z uwzględnieniem wyżej wymienionych kryteriów będzie miała miejsce w Wiślicy, Straszydle, Nieborowie i Lesku.

Przedstawiona analiza dotyczy jedynie kosztów związanych z wykonaniem ujęcia i jego eksploatacji. Nie uwzględniono w niej kosztów budowy i eksploatacji kompleksów basenowych oraz potencjalnych zysków z ich funkcjonowania. Na obecnym etapie trudno byłoby w sposób wiarygodny prognozować takie parametry i co za tym idzie oceniać ostateczny poziom rentowności przedsięwzięć w zaproponowanych lokalizacjach.

6. PODSUMOWANIE

„Ocena potencjału surowcowego i gospodarczego nieużytkowanych i wstępnie rozpoznanych złóż wód leczniczych wraz ze wskazaniem obszarów perspektywicznych dla ich ujmowania i zagospodarowania. Etap I" obejmuje swoim zasięgiem lokalizacje na obszarze Karpat i zapadliska przedkarpackiego. Praca miała na celu przeprowadzenie oceny możliwości i celowości zagospodarowania nieużytkowanych złóż wód leczniczych, a także wód zmineralizowanych i swoistych, w tym wykorzystywanych w dawnych uzdrowiskach i zdrojowiskach, a także wskazanie innych obszarów perspektywicznych dla ujmowania tego rodzaju wód.

Zakres prac obejmował wskazanie obszarów perspektywicznych dla ujmowania i użytkowania wód leczniczych wraz z oceną możliwości zagospodarowania złóż wód leczniczych, na podstawie analizy dostępnych materiałów archiwalnych i kwerendy zasobów baz danych. Zadanie obejmowało wytypowanie miejscowości, w których istnieją udokumentowane, nieużytkowane ujęcia wód leczniczych lub wód zmineralizowanych i swoistych, w tym również użytkowane w przeszłości do celów leczniczych. Liczba tych miejscowości powinna wynosić łącznie nie mniej niż 8 lokalizacji.

Zadanie zakładało przeprowadzenie prac terenowych, w ramach, których został oceniony stan ujęć wód leczniczych lub zmineralizowanych i swoistych. Dokonano oceny możliwości przeprowadzenia terenowych pomiarów hydrogeologicznych i poboru próbek wód. Dla wytypowanych rejonów laboratorium Eurofins OBIKŚ Polska Sp. z o.o., ul. Owocowa 8, 40-158 Katowice wykonało 10 analiz wody w zakresie oznaczenia właściwości fizyczno-chemicznych.

Na podstawie analizy przeglądowej uwzględniającej uwarunkowania występowania oraz możliwości wykorzystania wód zmineralizowanych i swoistych wytypowano obszary do oceny wstępnej. Były to rejony: Lipnicy Wielkiej, Wierchomli, Krościenka n/Dunajcem, Rabe-Bystrego, Nieborowa, Latoszyna, Krosna, Rudawki Rymanowskiej, Leska, Straszydla, Soli, Słonnego, Jaworza i Wiślicy. W sumie wytypowano 14 obszarów perspektywicznych dla poszukiwania wód leczniczych w rejonie Karpat i zapadliska przedkarpackiego. Obszary te poddano szczegółowej analizie, charakterystyce geologicznej i hydrogeologicznych warunków występowania wód leczniczych, określono potencjalną ich przydatność, możliwości, celowość i warunki zagospodarowania.

Z analizy aktualnego stanu zainteresowania podmiotów gospodarczych i samorządów wykorzystaniem wód w prognozowanych rejonach wynika, że w szeregu

z nich podjęto już działania w kierunku ich zagospodarowania. W związku z powyższym w opracowaniu obszarów perspektywicznych pominięto następujące rejony:

- Wierchomli i Latoszyna – aktualne zainteresowanie tymi rejonami podmiotów prywatnych; w Wierchomli opracowany został wniosek koncesyjny na eksploatację wód leczniczych, natomiast Latoszyn z dynamicznie rozwijającą się branża balneologiczną, otwartym nowym basenem w zakładzie przyrodoleczniczym, jest na etapie uzyskiwania statusu uzdrowiska.
- Soli i Jaworza – opracowano "Program wykorzystania wód podziemnych, w szczególności termalnych i leczniczych w wybranych obszarach woj. śląskiego", w którym uwzględniono te rejony,
- Rabe-Bystrego, Rudawki Rymanowskiej – to obszary w pobliżu, których istnieją już ośrodki uzdrowiskowe o ugruntowanej pozycji na rynku i znane w całej Polsce.

Podsumowując w rejonie Karpat i zapadliska przedkarpackiego, do szczegółowego rozpoznania wytypowano osiem rejonów perspektywicznych dla poszukiwania:

- wód siarczkowych: Lipnica Wielka, Nieborów, Lesko, Starszydle, ,
- szczaw: Krościenko n/Dunajcem,
- solanek: Krosno i Słonne,
- wód zmineralizowanych: Wiślica.

W rejonach tych zaproponowano wykonanie otworów poszukiwawczo-rozpoznawczych w celu określenia możliwości ujęcia wód leczniczych. Najgłębsze otwory należy wykonać w Krośnie (900 m) oraz Słonnem (400 m). W pozostałych rejonach głębokości proponowanych otworów wahają się w przedziale 100-150 m.

Reasumując za najbardziej perspektywiczne uznać należy rejony: Krosno, Krościenko n/Dunajcem, Nieborów i Lipnica Wielka. W pierwszej kolejności należy dla tych czterech obszarów opracować projekty robót geologicznych w celu poszukiwania i rozpoznania wód leczniczych. W dalszej kolejności poszukiwaniami należy objąć rejony: Słonne, Lesko, Wiślica i Straszydle.

7. SŁOWNIK POJĘĆ

Balneologia – dział medycyny, nauka zajmująca się badaniem właściwości leczniczych wód podziemnych wykorzystywanych do kąpieli i picia oraz peloidów, a także współdziałających czynników środowiskowych (np. klimatycznych) (wg Dowgiałły i in., red., 2002).

Balneoterapia – dział medycyny zajmujący się leczeniem różnych schorzeń i rehabilitacją – przywracaniem choremu sprawności fizycznej – z zastosowaniem wód leczniczych, gazów naturalnych lub naturalnych mułów organicznych (wg Dowgiałły i in., red., 2002).

Infiltracja – wsiąkanie wody pochodzącej z opadów atmosferycznych, z cieków i zbiorników powierzchniowych oraz z kondensacji pary wodnej z powierzchni terenu do strefy aeracji, a następnie przesączanie do strefy saturacji. Infiltracja może być również wywołana sztucznie (wg Dowgiałły i in., red., 2002).

Kierunki lecznicze uzdrowisk – profile schorzeń leczonych w poszczególnych uzdrowiskach, wyznaczane z uwzględnieniem właściwości leczniczych naturalnych surowców leczniczych oraz klimatu występujących w uzdrowisku, dostępnych zakładów i urządzeń lecznictwa uzdrowiskowego oraz specjalistycznej kadry medycznej, a także osiągnięć w leczeniu danego profilu schorzeń w uzdrowisku. Kierunki lecznicze dla poszczególnych uzdrowisk ustala minister właściwy do spraw zdrowia (wg ustawy z dnia 28.07.2005 r. *o lecznictwie uzdrowiskowym…*).

Koncesja geologiczna – tu: decyzja administracyjna, pozwolenie na wyłączność poszukiwania, rozpoznawania lub wydobywania kopaliny ze złoża (wg Dowgiałły i in., red., 2002). Według obowiązującej ustawy z dnia 9.06.2011 r. *Prawo geologiczne i górnicze* w przypadku wód zaliczonych do kopalin jest wymagana jedynie koncesja na ich wydobywanie. W mocy pozostaje kilkanaście koncesji na poszukiwanie wód zaliczonych do kopalin wydanych na podstawie wcześniej obowiązujących przepisów.

Mineralizacja wody – podstawowa cecha chemiczna wody określana w badaniach hydrogeologicznych, m.in. przy ocenie jakości wody i w różnego rodzaju klasyfikacjach wód. Oblicza się ją sumując stężenia wszystkich składników mineralnych wody. Jest ona wyrażana w mg/dm^3 lub g/dm^3 (wg Dowgiałły i in., red., 2002).

Naturalna woda mineralna – woda podziemna wydobywana jednym lub kilkoma otworami naturalnymi lub wierconymi, różniąca się od wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi pierwotną czystością pod względem chemicznym i mikrobiologicznym oraz charakterystycznym stabilnym składem mineralnym, a w określonych przypadkach także właściwościami mającymi znaczenie fizjologiczne, powodującymi korzystne oddziaływanie na zdrowie ludzi (wg ustawy z dnia 25.08.2006 r. *o bezpieczeństwie żywności i żywienia*).

Naturalne surowce lecznicze – gazy lecznicze, wody lecznicze i peloidy, których właściwości lecznicze potwierdzono na zasadach określonych w ustawie z dnia 28.07.2005 r. o lecznictwie uzdrowiskowym (wg ustawy z dnia 28.07.2005 r. *o lecznictwie uzdrowiskowym*…).

Obszar górniczy – przestrzeń, w granicach której przedsiębiorca jest uprawniony do wydobywania kopaliny oraz prowadzenia robót górniczych niezbędnych do wykonywania koncesji (wg ustawy z dnia 09.06.2011 r. *Prawo geologiczne i górnicze*).

Obszar ochrony uzdrowiskowej – obszar wydzielony w celu ochrony oraz przyszłego wykorzystania do celów lecznictwa uzdrowiskowego znajdujących się na jego obszarze naturalnych surowców leczniczych, obecnie niedysponujący zakładami i urządzeniami lecznictwa uzdrowiskowego, spełniający warunki określone w ustawie z dnia 28.07.2005 r. *o lecznictwie uzdrowiskowym...*, tj. mający złoża naturalnych surowców leczniczych o potwierdzonych właściwościach leczniczych; mający klimat o potwierdzonych właściwościach leczniczych; spełniający określone w przepisach o ochronie środowiska wymagania w stosunku do środowiska; mający infrastrukturę techniczną w zakresie gospodarki wodno-ściekowej, energetycznej, w zakresie transportu zbiorowego, a także prowadzący gospodarkę odpadami oraz któremu nadano status obszaru ochrony uzdrowiskowej.

Obszar perspektywiczny – tu: obszar, na którym nie udokumentowano występowania złóż wód leczniczych, termalnych i solanek, ale istnieją przesłanki o możliwości ich występowania.

Obszar zasilania – obszar, na którym opady atmosferyczne lub wody powierzchniowe przenikają bezpośrednio lub pośrednio (przez utwory przykrywające) do poziomu wodonośnego (wg Dowgiałły i in., red., 2002).

Piętro wodonośne – jednostka hydrostratygraficzna, poziom lub zespół poziomów wodonośnych należących do określonej stratygraficznie jednostki: epoki (np. piętro kredowe, piętro paleogeńskie) (wg Dowgiałły i in., red., 2002).

Poziom wodonośny – [1] w szerokim znaczeniu: wodonosiec, zbiorowisko wód podziemnych (w strefie saturacji) pozostające w łączności hydraulicznej, czyli warstwa wodonośna w obrębie utworów warstwowanych albo strefa wodonośna w obrębie utworów szczelinowych lub kawernowych. [2] W węższym znaczeniu pojęcia poziom wodonośny używa się w odniesieniu do jednostki podrzędnej w stosunku do piętra wodonośnego (wg Dowgiałły i in. red., 2002). [3] Warstwa lub zespół warstw wodonośnych należących do określonego stratygraficznie kompleksu litologiczno-facjalnego, zawierające w porach, szczelinach i kawernach wolną wodę (wg Góreckiego, red., 2006).

Projekt robót geologicznych – dokument wymagany ustawą *Prawo geologiczne i górnicze*, pozwalający na wykonywanie robót geologicznych. Projekt powinien określać: cel zamierzonych robót oraz sposób ich osiągnięcia; rodzaj dokumentacji geologicznej mającej powstać w wyniku robót geologicznych; harmonogram robót geologicznych; przestrzeń, na której mają być wykonywane roboty geologiczne; przedsięwzięcia konieczne ze względu na ochronę środowiska, w tym wód podziemnych, sposób likwidacji wyrobisk, otworów wiertniczych, rekultywacji gruntów, a także czynności mające na celu zapobieżenie szkodom powstałym wskutek wykonywania zamierzonych robót. Projekt wymaga zatwierdzenia w drodze decyzji przez właściwy organ administracji geologicznej (wg ustawy z dnia 09.06.2011 r. *Prawo geologiczne i górnicze*).

Rekreacja – tu: wykorzystanie wód leczniczych i termalnych w basenach kąpielowych dostępnych bez nadzoru lekarza.

Robota geologiczna – wykonywanie w ramach prac geologicznych wszelkich czynności poniżej powierzchni terenu, w tym przy użyciu środków strzałowych, a także likwidacja wyrobisk po tych czynnościach (wg ustawy z dnia 09.06.2011 r. *Prawo geologiczne i górnicze*).

Rozlewnictwo (inaczej butelkowanie) – [1] Napełnianie opakowań wodami leczniczymi (wg Dowgiałły i in. red., 2002). [2] Napełnianie opakowań wodami leczniczymi przeznaczonymi do spożycia (wg Paczyńskiego, Sadurskiego, 2007a).

Solanka – [1] woda podziemna o zawartości rozpuszczonych składników mineralnych stałych nie mniejszej niż 35 g/dm^3 (wg ustawy z dnia 09.06.2011 r. *Prawo*

geologiczne i górnicze). [2] Woda o mineralizacji ogólnej wynoszącej co najmniej 35 g/dm^3, której głównymi składnikami rozpuszczonymi są jony: chlorkowy, sodowy i wapniowy (wg Dowgiałły i in., red., 2002).

Szczawa – woda lecznicza, swoista, zawierająca co najmniej 1000 mg/dm^3 wolnego dwutlenku węgla (wg Dowgiałły i in., red., 2002).

Teren górniczy – przestrzeń objęta przewidywanymi szkodliwymi wpływami robót górniczych zakładu górniczego (wg ustawy z dnia 09.06.2011 r. *Prawo geologiczne i górnicze*).

Typ chemiczny (**hydrochemiczny**) **wody** – jest to zespół właściwości fizyczno-chemicznych wody, przedstawiony w formie skróconej, słownie lub za pomocą symboli chemicznych, jako procentowy zapis anionów i kationów o stężeniu powyżej 20% mval/dm^3, podawany w kolejności malejących stężeń (wg rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 13.04.2006 r., *w sprawie zakresu badań niezbędnych do ustalenia właściwości leczniczych naturalnych surowców leczniczych i właściwości leczniczych klimatu, kryteriów ich oceny wzoru świadectwa potwierdzającego te właściwości*).

Uzdrowisko – obszar, na którym jest prowadzone lecznictwo uzdrowiskowe, wydzielony w celu wykorzystania i ochrony znajdujących się na jego obszarze naturalnych surowców leczniczych, spełniający warunki określone w ustawie z dnia 28.07.2005 r. *o lecznictwie uzdrowiskowym...*, i któremu nadano status uzdrowiska. Miejscowości będące uzdrowiskami oprócz naturalnych surowców leczniczych (wód, gazów i torfów) powinny odznaczać się klimatem o właściwościach leczniczych oraz dysponować fachowym personelem służby zdrowia i urządzeniami umożliwiającymi prowadzenie lecznictwa, rehabilitacji i profilaktyki.

Warzelnictwo – gałąź przemysłu zajmująca się warzeniem soli uzyskiwanej poprzez odparowanie wód o wysokiej mineralizacji (zwykle solanek) (Felter i in., 2019).

Woda chlorkowa – woda z dominacją jonu chlorkowego. W wielu klasyfikacjach hydrochemicznych przewaga ta oznacza przekroczenie nawet 70% mval stężeń podstawowych anionów. Wody chlorkowe mają charakter wysoko zmineralizowanych wód słonych i solanek (wg Dowgiałły i in., red., 2002). Tu: wody, w których składzie anionowym jon chlorkowy ma największą zawartość wyrażoną w % mval.

Woda fluorkowa – woda lecznicza, swoista, zawierająca co najmniej 2,0 mg/dm^3 jonu fluorkowego (wg ustawy z dnia 09.06.2011 r. *Prawo geologiczne i górnicze*).

Woda jodkowa – woda lecznicza zawierająca co najmniej 1,0 mg/dm^3 jonu jodkowego (wg ustawy z dnia 09.06.2011 r. *Prawo geologiczne i górnicze*).

Woda krzemowa – woda lecznicza zawierająca co najmniej 70 mg/dm^3 kwasu metakrzemowego (wg ustawy z dnia 09.06.2011 r. *Prawo geologiczne i górnicze*).

Woda kwasowęglowa – woda lecznicza zawierająca od 250 do 1000 mg/dm^3 niezwiązanego dwutlenku węgla (wg ustawy z dnia 09.06.2011 r. *Prawo geologiczne i górnicze*).

Woda lecznicza – woda podziemna, która pod względem chemicznym i mikrobiologicznym nie jest zanieczyszczona, cechuje się naturalną zmiennością cech fizycznych i chemicznych, o zawartości:

- rozpuszczonych składników mineralnych stałych – nie mniej niż 1000 mg/dm^3 lub
- jonu żelazawego – nie mniej niż 10 mg/dm^3 (wody żelaziste), lub
- jonu fluorkowego – nie mniej niż 2 mg/dm^3 (wody fluorkowe), lub
- jonu jodkowego – nie mniej niż 1 mg/dm^3 (wody jodkowe), lub
- siarki dwuwartościowej – nie mniej niż 1 mg/dm^3 (wody siarczkowe), lub
- kwasu metakrzemowego – nie mniej niż 70 mg/dm^3 (wody krzemowe), lub
- radonu – nie mniej niż 74 Bq/dm^3 (wody radonowe), lub
- dwutlenku węgla niezwiązanego – nie mniej niż 250 mg/dm^3, z tym że od 250 do 1000 mg/dm^3 to wody kwasowęglowe, a powyżej 1000 mg/dm^3 to szczawa (wg ustawy z dnia 09.06.2011 r. *Prawo geologiczne i górnicze*).

Woda mineralna (zmineralizowana) – woda podziemna zawierająca co najmniej 1 g/dm^3 rozpuszczonych składników stałych (wg Dowgiałły i in., red., 2002).

Woda podziemna zaliczona do kopalin – woda lecznicza, termalna i solanka (wg ustawy z dnia 09.06.2011 r. *Prawo geologiczne i górnicze*).

Woda radonowa – woda lecznicza o zawartości radonu nie mniejszej niż 74 Bq/dm^3 (wg ustawy z dnia 09.06.2011 r. *Prawo geologiczne i górnicze*).

Woda siarczanowa – woda z przewagą jonu siarczanowego (wg Dowgiałły i in., red., 2002).

Woda siarczkowa – woda lecznicza zawierająca nie mniej niż 1 mg/dm^3 siarki dwuwartościowej (wg ustawy z dnia 09.06.2011 r. *Prawo geologiczne i górnicze*).

Woda słabo zmineralizowana – woda podziemna o mineralizacji ogólnej 1–3 g/dm^3 (wg Felter i in., 2019)

Woda swoista – woda lecznicza (woda mineralna lub woda niskozmineralizowana) zawierająca jeden lub więcej składników farmakologicznie czynnych w ilościach nie

niższych niż współczynniki farmakodynamiczne tych składników i/lub woda termalna (wg Dowgiałły i in., red., 2002).

Woda średnio zmineralizowana – woda o mineralizacji ogólnej wynoszącej co najmniej 3 g/dm^3, lecz nieprzekraczającej 10 g/dm^3, w której składzie występują w różnych proporcjach aniony: wodorowęglanowy, siarczanowy i chlorkowy oraz kationy: wapniowy, magnezowy, sodowy i potasowy (wg Dowgiałły i in., red., 2002).

Woda termalna – woda podziemna, która na wypływie z ujęcia ma temperaturę nie mniejszą niż 20°C, z wyjątkiem wody pochodzącej z odwadniania wyrobisk górniczych (wg ustawy z dnia 09.06.2011 r. *Prawo geologiczne i górnicze*).

Woda wodorowęglanowa – woda z przewagą jonu wodorowęglanowego (wg Dowgiałły i in., red., 2002).

Woda wysoko zmineralizowana – woda o mineralizacji ogólnej wynoszącej od 10 g/dm^3, lecz nieprzekraczającej 35 g/dm^3, której dominującymi składnikami są jony: chlorkowy, sodowy i wapniowy (wg Dowgiałły i in., red., 2002).

Woda zwykła (słodka) – woda podziemna o mineralizacji ogólnej poniżej 1 g/dm^3 (wg Dowgiałły i in., red., 2002).

Woda żelazista – woda lecznicza zawierająca co najmniej 10 mg/dm^3 jonu żelazawego (wg ustawy z dnia 09.06.2011 r. *Prawo geologiczne i górnicze*).

Wytwarzanie ciekłego dwutlenku węgla – produkcja dwutlenku węgla z gazu występującego w środowisku geologicznym. Proces polegający na separacji gazu z wód podziemnych (szczaw) i jego sprężaniu w celu skroplenia (wg Felter i in., 2019).

Wytwarzanie produktów zdrojowych – tu: pojęcie stosowane w odniesieniu do warzenia soli, wytwarzania szlamów, ługów i kosmetyków oraz konfekcjonowania wysoko zmineralizowanych wód leczniczych i solanek wykorzystywanych do zabiegów leczniczych – kąpieli, okładów i inhalacji.

Zasoby eksploatacyjne – ilość wód podziemnych możliwa do pobrania z ujęcia w danych warunkach hydrogeologicznych i techniczno-ekonomicznych, z uwzględnieniem zapotrzebowania na wodę i z zachowaniem wymogów ochrony środowiska (wg Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 18.11.2016 r. *w sprawie dokumentacji…*).

Zbiornik wód podziemnych – zespół przepuszczalnych utworów wodonośnych o znaczeniu użytkowym, którego granice są określone na podstawie parametrów

hydrogeologicznych lub warunków hydrodynamicznych oraz warunków formowania się zasobów (wg Felter i in., 2019).

Złoże kopaliny – naturalne nagromadzenie minerałów i skał oraz innych substancji, których wydobywanie może przynieść korzyść gospodarczą (wg ustawy z dnia 09.06.2011 r. *Prawo geologiczne i górnicze*).

Złoże wód podziemnych – zbiorowisko wód podziemnych, którego eksploatacja może przynosić korzyść gospodarczą (wg Dowgiałły i in., red., 2002). W niniejszym opracowaniu do złóż wód leczniczych zalicza się te, które zaliczono do kopalin na podstawie aktów prawnych obowiązujących do 2011 r. (zgodnie z art. 203 ust. 1 ustawy *Prawo geologiczne i górnicze*) oraz udokumentowane w okresie późniejszym. Do grupy złóż wód termalnych zaliczono miejsca występowania wód o temperaturze na wypływie wynoszącej co najmniej 20°C i ustalonych zasobach eksploatacyjnych. Do złóż solanek zaliczono miejsce występowania wód o mineralizacji co najmniej 35 g/dm^3 i o udokumentowanych zasobach eksploatacyjnych, wykorzystywane do przemysłowej produkcji soli, niebędące jednocześnie wodami leczniczymi lub termalnymi.

WYKORZYSTANE MATERIAŁY

BANIAK W., JURKIEWICZ H., 1955 – Dokumentacja geologiczna złóż ropy naftowej i gazów ziemnych w Sobniowie – Roztokach – Sądkowej – Dobrucowej – Męcince – Jaszczwi – Potoku i Turaszówce z horyzontów eoceńskich i kredowych. Przedsiębiorstwo Geologiczne Przemysłu Naftowego, Kraków. Arch. Oddział Karpacki PIG-PIB.

BARAN A., BARAN I., GEBUS B., HAŁAS S., 2015 – Isotopic investigation of nitrates in Horyniec-Zdrój waters. Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska, vol. LXX, sectio AAA.

BARBACKI A., BUJAKOWSKI W., CHOWANIEC J., DŁUGOSZ P., DROZDOWSKI B., GRACZYK S., KĘPIŃSKA B., NAGEL J., NAGY S., NEY R., WARTAK W., WIECZOREK J., WITCZAK S., 1998 – Dokumentacja hydrogeologiczna zasobów eksploatacyjnych wód termalnych z utworóweocenu i triasu ujętych otworami Bańska PGP-1 i Biały Dunajec PGP-2. Państw. Inst. Geol., Oddział Karpacki, IGSMiE PAN, Kraków. Arch. PEC Geotermia Podhalańska S.A.

BĄK E., WRZOSKIEWICZ M., ŚLUSAREK W., SZREK D., SOKALSKI J., 2015 – Mapa geośrodowiskowa Polski (II), Plansza A w skali 1: 50 000, arkusz Busko-Zdrój (917). PIG-PIB Warszawa.

BIELEC B., 2019 – Dokumentacja hydrogeologiczna zasobów eksploatacyjnych wód leczniczych ujętych otworami W-1, W-2, W-3 w Wierchomli Wielkiej, gm. Piwniczna-Zdrój, pow. nowosądecki, woj. małopolskie. NAG, Warszawa.

BIELEC B., KUKUŁA M., 2010 – Dokumentacja hydrogeologiczna ustalająca zasoby eksploatacyjne ujęcia wód termalnych Poronin PAN-1.NAG, Warszawa.

BIELEC B., OPERACZ A., 2018 – Dodatek do dokumentacji hydrogeologicznej ustalającej zasoby eksploatacyjne ujęcia wód termalnych Chochołów PIG-1, m. Mitów, gm. Kościelisko, pow. tatrzański, woj. małopolskie. NAG, Warszawa.

BIRKENMAJER K., 1963 – Z historii odkryć wód mineralnych Szczawnicy i Krościenka. Prz. Geolog., 11, 7: 311–313.

BIRKENMAJER K., 1986 – Zarys ewolucji geologicznej pienińskiego pasa skałkowego. Prz. Geol., 6: 293–304.

CHLEBOWSKI B., WALEWSKI W., 1889 – Słownik geograficzny Królestwa Polskiego i innych krajów słowiańskich. T. X: 821 (wersja cyfrowa; dostęp dnia 12.10.2020; http://dir.icm.edu.pl/pl/)

CHOWANIEC J., 1991 – Charakterystyka hydrogeologiczna. W: Kulka A., Rączkowski W., Żytko K., Paul Z.,1991 – Objaśnienia do Szczegółowej mapy Geologicznej Polski w skali 1:50 000, Arkusz Szczawnica-Krościenko (1050). Wydawnictwa Geologiczne. Warszawa.

CHOWANIEC J., 1998-1999 – Wody podziemne polskich Karpat fliszowych. Folia Geographica, 29-30: 112–133.

CHOWANIEC J., 2003 – Wody mineralne uzdrowisk województwa podkarpackiego. Technika Poszukiwań Geologicznych. Geosynoptyka i Geotermia. R. 42, nr 4 Kraków: 23–32.

CHOWANIEC J., 2004 – Wody podziemne wschodniej części Karpat i zapadliska przedkarpackiego oraz ich ochrona. LXXV Zjazd Nauk. Pol. Tow. Geol., Jasło, Kraków: 79–91.

CHOWANIEC J., 2005 – Wody mineralne wschodniej części Karpat. Współczesne Problemy Hydrogeologii, t. XII. Wyd. Uniw. M. Kopernika, Toruń.

CHOWANIEC J., 2006 – Hydrogeologia Karpat. Prz. Geol., 54: 846–847.

CHOWANIEC J., 2009 – Studium hydrogeologii zachodniej części Karpat Polskich. Biul. PIG, Hydrogeologia, z. VIII, nr 434: 1–98.

CHOWANIEC J., 2012 – „Gorąca kopalina" niecki podhalańskiej na tle innych niecek przytatrzańskich. Biul. PIG, 448: 229–238.

CHOWANIEC J., DŁUGOSZ P., DROZDOWSKI B., NAGY J., WITCZAK W., WITEK K., 1997 – Dokumentacja hydrogeologiczna wód termalnych niecki podhalańskiej. NAG, Warszawa.

CHOWANIEC J., FREIWALD P., OPERACZ T., PATORSKI R., WITEK K., 2010 – Atlas hydrogeoróżnorodności województwa małopolskiego Depart. Roln. i Geol. Urz. Marsz. Woj. Małopol., Zesp. Geol., Kraków.

CHOWANIEC J., FREIWALD P., OPERACZ T., 2012 – Możliwość opracowania Atlasu hydrogeoróżnorodności strefy przygranicznej Polski i Ukrainy na przykładzie Atlasu hydrogeoróżnorodności województwa małopolskiego. Biul. PIG, 449: 55–64.

CHOWANIEC J., FREIWALD P., OWSIAK P., PATORSKI R., WITEK K., 2008 – Analiza możliwości wykorzystania wód mineralnych w rejonie Krosna. Arch. Urzędu Miasta Krosna.

CHOWANIEC J., GĄGULSKI T., GORCZYCA G,. 2015 – Chemizm niezagospodarowanych wód mineralnych rejonu Buska-Zdroju i Solca-Zdroju. Prz. Geol., 63, 10/1: 645–651.

CHOWANIEC J., GĄGULSKI T., GORCZYCA G., 2016 – Geneza wód leczniczych w utworach jurajskich rejonu Buska-Zdroju i Solca Zdroju. Biul. PIG, 466: 33–42.

CHOWANIEC J., MAŁECKI J.J., SZOSTAKIEWICZ-HOŁOWNIA M., 2018 – Hydrochemiczna charakterystyka wód podziemnych podfliszowych poziomów wodonośnych niecki podhalańskiej ze szczególnym uwzględnieniem wód termalnych. Hydrogeologia 2: 26–46.

CHOWANIEC J., OPERACZ T., 2013 – Wody mineralne i lecznicze antykliny Iwonicza-Zdroju – Rudawki Rymanowskiej. Biul. PIG, 456: 81–88.

CHOWANIEC J., OSZCZYPKO N., WITEK K., 1983 – Hydrogeologiczne cechy warstw krośnieńskich centralnej depresji karpackiej. Kwartalnik Geologiczny, z. 4, t. 26. PIG, Warszawa.

CHOWANIEC J., POPRAWA D., WITEK K., 2001 – Występowanie wód termalnych w polskiej części Karpat. Prz. Geol. 49: 734–742.

CHOWANIEC J., WITEK K., 1997 – Mapa hydrogeologiczna Polski 1:50 000 ark. Szczawnica-Krościenko (1050). PIG. Warszawa.

CHOWANIEC J., WITEK K. 1998 – Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Lesko (1058) wraz z objaśnieniami. PIG, Warszawa.

CHOWANIEC J., WITEK K., FREIWAKD P., 1998 – Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Bircza (1025) wraz z objaśnieniami. PIG, Warszawa.

CHOWANIEC J., ZUBER A., CIĘŻKOWSKI W., 2007 – Prowincja karpacka. [W:] Hydrogeologia regionalna Polski, T. II: Wody mineralne, lecznicze i termalne oraz kopalniane (red. B. Paczyński, A. Sadurski). Państw. Inst. Geol., Warszawa.

CHRZĄSTOWSKI J., 1965 – Ekshalacje metanu w Rabce-Zdroju na tle budowy geologicznej. Zeszyty Naukowe AGH, Geologia, 81(6): 75–100.

CHRZĄSTOWSKI J., POPRAWA D., 1986 – 34. Krościenko-Szczawnica – wody mineralne. W: Pieniński Pas Skałkowy. 18-20 września 1986 r. (red. K. Birkenmajer i D. Poprawa). Przewodnik LVII Zjazdu Polskiego Towarzystwa Geologicznego. Kraków: 233–237.

CIĘŻKOWSKI W., red., 2002 – Występowanie, dokumentowanie i eksploatacja endogenicznego dwutlenku węgla w Polsce. Poradnik metodyczny. Wrocławskie Towarzystwo Naukowe, Wrocław.

CIĘŻKOWSKI W., KAPUŚCIŃSKI J., 2011 – Wyznaczanie granic obszaru i terenu górniczego dla złóż wód podziemnych uznanych za kopaliny. Poradnik metodyczny. Ministerstwo Środowiska, Warszawa.

DOMINIKIEWICZ M., 1951 – Wody mineralne Polski. Państwowy Zakład Wydawnictw Lekarskich. Warszawa: 418–421.

DOWGIAŁŁO J., 1973 – Wyniki badań składu izotopowego w wodach podziemnych Polski południowej. Biul. Inst. Geol., 227: 319–334.

DOWGIAŁŁO J., 1980 – Poligenetyczny model karpackich wód chlorkowych i niektóre jego konsekwencje. W: Współczesne problemy hydrogeologii. U.W., Warszawa, 275-290.

DOWGIAŁŁO J., 2002 – Klasyfikacja i geneza wód leczniczych. [W:] Ocena zasobów dyspozycyjnych wód potencjalnie leczniczych. Poradnik metodyczny (Paczyński B. red.). PIG, Warszawa: 6–14.

DOWGIAŁŁO J., 2007 – Przegląd regionalny wód zmineralizowanych, termalnych oraz uznanych za lecznicze oraz Prowincja platformy prekambryjskiej [W:] Hydrogeologia regionalna Polski, T. II: Wody mineralne, lecznicze i termalne oraz kopalniane (red. B. Paczyński, A. Sadurski). Państw. Inst. Geol., Warszawa.

DULIŃSKI M., 1999 – Problem składu izotopowego dwutlenku węgla w wodach leczniczych Krynicy. Prz. Geol., 6: 567–570.

DULIŃSKI M., DEMBSKA-SIĘKA P., RAJCHEL L., GORCZYCA Z., 2017 – Zmienność parametrów chemicznych i izotopowych wody z odwiertu Franciszek w Wysowej-Zdroju. Prz. Geol., 65: 951–955.

DŻUŁYŃSKI S., SMITH A.J., 1964 – Flisz jako facja. Rocznik PTG 34, 1-2: 245-266.

FELTER A., GRYSZKIEWICZ I., LASEK-WOROSZKIEWICZ D., SKRZYPCZYK L., SOCHA M., SOKOŁOWSKI J, SOSNOWSKA M., STOŻEK J, WRZOSEK A, ZAPORA E., 2020 – Zagospodarowanie wód podziemnych zaliczonych do kopalin w Polsce w 2019 roku. Tekst objaśniający do mapy w skali 1:1 000 000. PIG-PIB, Warszawa.

FELTER A., SKRZYPCZYK L., SOCHA M., SOKOŁOWSKI J., STOŻEK J., GRYCZKO-GOSTYŃSKA A., 2015 – Mapa zagospodarowania wód podziemnych zaliczonych do kopalin w Polsce w skali 1:1 000 000. Tekst objaśniający. PIG-PIB, Warszawa.

FELTER A., SKRZYPCZYK L., SOCHA M., SOKOŁOWSKI J., SOSNOWSKA M., STOŻEK J., GRYSZKIEWICZ I., WRZOSEK A., 2019 – Mapa zagospodarowania wód podziemnych zaliczonych do kopalin w Polsce, skala 1:1 000 000 (wg stanu na 31.12.2018). Państw. Inst. Geol., Warszawa.

FISTEK J., 1985 – Aneks do dokumentacji hydrogeologicznej wód leczniczych „Stefan" i „Michalina" w Krościenku n/Dunajcem, zlewnia Dunajca. NAG, Warszawa.

FLOREK R., JAWOR W., JARONIK R., ŁĄKTA A., NOWAK T., SMOLEŃ A., 1995 – Dokumentacja wynikowa otworu poszukiwawczego Sól-8. NAG, Warszawa.

FORMOWICZ R., GRĘDYSA A., 2016a – Mapa Geośrodowiskowa Polski (II), Plansza A w skali 1:50 000, arkusz Bircza (1006). PIG-PIB Warszawa.

FORMOWICZ R., GRĘDYSA A., 2016b – Mapa Geośrodowiskowa Polski (II), Plansza A w skali 1:50 000, arkusz Błażowa (1006). PIG-PIB Warszawa.

FORMOWICZ R., GRĘDYSA A., 2016c – Mapa Geośrodowiskowa Polski (II), Plansza A w skali 1:50 000, arkusz Krosno (1006). PIG-PIB Warszawa.

FORMOWICZ R., GRĘDYSA A., 2016d – Mapa geośrodowiskowa Polski (II), Plansza A w skali 1:50 000, arkusz Lesko ~~Kańczuga~~ (1006). PIG-PIB Warszawa.

FORMOWICZ R., GRĘDYSA A., 2016e – Mapa geośrodowiskowa Polski (II), Plansza A w skali 1:50 000, arkusz Strzyżów (1004). PIG-PIB Warszawa.

FRANCZAK P., 2013 – Źródła wód mineralnych na obszarze wschodniej części Beskidu Żywieckiego. Rocznik Babiogórski 2013, tom 14, s. 101–108.

FRANKO O., GAZDA M., MICHALICEK M., 1975 – Tvorba a klasifikacia mineralnych vod zapadnych Karpat. Geol. Ustav Dioniza Stura. Bratislava.

GĄGOL J., HERMAN G. 2009 – Od szybu w Gadawie do odwiertu Dobrowoda G-1 koło Buska-Zdroju. Posiedzenia Naukowe Państwowego Instytutu Geologicznego (1 stycznia – 31 grudnia 2008 r.) nr 65. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.

GĄGULSKI T., CHOWANIEC J., GORCZYCA G., OPERACZ T., TOTT M., PATORSKI R., ŚMIETAŃSKI L., KOZIARA T., STROJNA K., GRYCZKO-GOSTYŃSKA A., FELTER A., 2018 – Dokumentacja hydrogeologiczna ustalająca zasoby dyspozycyjne wód leczniczych, siarczkowych w rejonie Buska-Zdroju i Solca-Zdroju, pow. buski i pińczowski, woj. świętokrzyskie, zlewnia rzeki Nidy i Wisły, region wodny Górnej Wisły. NAG, Warszawa.

GÓRECKI W. (red.), 2006 – Atlas zasobów geotermalnych formacji mezozoicznej na Niżu Polskim. AGH, 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.

GRZEGORZEWSKA I., GRZEGORZEWSKI G., KACZOROWSKI Z., KASELA T., KREZ J., PORWISZ B., ŻABIŃSKI M., 2006 – Dokumentacja hydrogeologiczna ustalająca zasoby eksploatacyjne ujęcia wód leczniczych Las Winiarski I z utworów kredy górnej. Hydrogeotechnika Sp. z o.o., Kielce.

GUCIK S., PAUL Z., ŚLĄCZKA A., ŻYTKO K., 1979 – Mapa geologiczna Polski, plansza B, 1:200000. Arkusz Przemyśl, Kalników. Warszawa.

HADZIK A., 2009 – Turystyka zdrowotna uzdrowisk. Akademia Wychowania Fizycznego im. Jerzego Kukuczki, Katowice, 41–45.

HAJTO M., KUŹNIAK T, RAJCHEL L., JASNOS J., 2013 – Możliwości wykorzystania wód geotermalnych, mineralnych i leczniczych w rejonie Karpat wschodnich. [W]: Atlas geotermalny Karpat wschodnich (Górecki W. (red.), 2013).

HAŁAS S., SZARAN J., RAJCHEL L., RAJCHEL J., 2003 – Poszukiwanie siarki pochodzenia płaszczowego w Karpackich źródłach wód siarczkowych. Współczesne problemy hydrogeologiczne, t. XI, cz. 2: 149–155, Gdańsk.

HERMAN G., 2000 – Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000, ark. Busko Zdrój (0917) wraz z objaśnieniami. PIG Warszawa.

HERMAN G., GĄGOL J., 2000 – Wody mineralne w rejonie Buska-Zdroju i Solca-Zdroju. Prz. Geol., 48, 7: 616–618.

HERMANIUK J., KRUPA J., 2010 – Współczesne trendy funkcjonowania uzdrowisk – klastering. Instytut Gospodarki Wyższej Szkoły Informatyki i Zarządzania. Rzeszów.

HUMNICKI W., 2007 – Hydrogeologia Pienin. Wyd. Uniwersytetu Warszawskiego.

JANKOWSKI L., 2005 – Mapa geologiczna utworów podczwartorzędowych w rejonie Krosna. Arch. NAG, Kraków.

JANKOWSKI L., PROBULSKI J., 2011 – Rozwój tektoniczno-basenowy Karpat zewnętrznych na przykładzie budowy geologicznej złóż Grabownica, Strachocina i Łodyna oraz ich otoczenia. Geologia, t. 37, z. 4: 555–583.

JETEL J., 1994 – Priepustnost' a prietočnost' pripovrchovej zony zapadneho useku flyšoveho pasma Zapadnych Karpat. Zapadne Karpaty, ser. Hydrogeologia a inżynierska geologia. Geologicky Ustav D. Štura, Bratislava.

JÓZEFKO I., 1998 – Dokumentacja hydrogeologiczna zasobów dyspozycyjnych wód podziemnych (zwykłych i leczniczych) na obszarze miasta Szczawnica i gminy Krościenko nad Dunajcem. Przedsiębiorstwo Geologiczne S.A. Kraków.

KARWACKA K., PAZIO-URBANOWICZ K., JELENIEWICZ G., SZILO J., 2013 – Dokumentacja hydrogeologiczna określająca warunki hydrogeologiczne w związku z ustanawianiem obszarów ochronnych Głównego Zbiornika Wód Podziemnych nr 432 (Dolina rzeki Wisłok. NAG. Warszawa.

KARWAN K., 1989 – Wody mineralne i lecznicze uzdrowisk karpackich. Wyd. AGH. Kraków.

KAWALEC B., WISZ J., 1971 – Dokumentacja hydrogeologiczna zasobów wód leczniczych z utworów mioceńskich w Horyńcu-Zdroju. Elwod, Rzeszów.

KĘPIŃSKA B., 2001 – Warunki hydrotermalne i termiczne podhalańskiego systemu geotermalnego w rejonie otworu Biały Dunajec PAN-1. Wyd. IGSMiE PAN, Kraków, 142.

KĘPIŃSKA B., CIĄGŁO J., 2008 – Możliwości zagospodarowania wód geotermalnych Podhala do celów balneoterapeutycznych i rekreacyjnych. Kwartalnik AGH Geologia, 34 (3): 541–559.

KLECZKOWSKI A. S., 1979 – Hydrogeologia ziem wokół Polski. Wyd. Geol., Warszawa.

KLECZKOWSKI A. S., red., 1990 – Mapa obszarów Głównych Zbiorników Wód Podziemnych (GZWP) w Polsce wymagających szczególnej ochrony. Inst. Hydrogeol. i Geol. Inż. AGH Kraków.

KOCHAŃSKI J.W., 2002 – Balneologia i hydroterapia. AWF we Wrocławiu, Wrocław.

KOCHAŃSKI J.W., KOCHAŃSKI M., 2009 – Medycyna fizykalna. PHU Technomec, Gliwice: 214–249.

KOLAGO C., 1955 – Źródła mineralne województwa kieleckiego. NAG, Warszawa.

KOLAGO C., PŁOCHNIEWSKI Z., 1971 – Reliktowość wód karpackich i Przedgórza. Kwartalnik AGH. Geologia, 15, 2: 465–472.

KONDRACKI J., 2009 – Geografia regionalna Polski. Wyd. Nauk. PWN. Warszawa.

KOPCIOWSKI R., 2005 – Karta stanowiska dokumentacyjnego „Warstwy menilitowe w kamieniołomie w Straszydlu" w Katalog obiektów geoturystycznych w Polsce. AGH, 2006.

KOSZARSKI L., ŚLĄCZKA A., 1973 – Karpaty zewnętrzne (fliszowe). Kreda dolna i kreda górna. W: Budowa geologiczna Polski, T. I, cz. 2. Wyd. Geol., Warszawa.

KOZAK E., 2016 – Źródła wód mineralnych i zwykłych w województwie podkarpackim. WIOŚ w Rzeszowie, Rzeszów.

KRAWCZYK J., 1998 – Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1 : 50 000, arkusz Krosno. NAG. Warszawa.

KRAWCZYK A. J, RAJCHEL L., 2003 – Zmienność składu chemicznego wód siarczkowych polskich Karpat. Prz. Geol., 51, 6: 488–491.

KRUCZEK Z., 2008 – Z dziejów polskich uzdrowisk. W: Zdrowie i wypoczynek. Wielka księga polskich uzdrowisk, kąpielisk nadmorskich i miejscowości o walorach klimatyczno- zdrojowych. red. Franczukowski Z., Mirex, Bydgoszcz, 55–67.

KSIĄŻKIEWICZ M., 1968 – Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Zawoja (1031). PIG-PIB, Warszawa.

KSIĄŻKIEWICZ M., 1971 – Objaśnienia do Szczegółowej mapa geologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Zawoja (1031). PIG-PIB, Warszawa.

KSIĄŻKIEWICZ M., 1972 – Budowa Geologiczna Polski. T. 4, Tektonika, część 3, Karpaty, Wyd. Geol., Warszawa.

KSIĘŻOPOLSKI W., 1971 – Dokumentacja hydrogeologiczna wód mineralnych Wierchomli w kat. „C". NAG, Warszawa.

KULKA A., RĄCZKOWSKI W., ŻYTKO K., PAUL Z., 1991 – Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1:50 000, Arkusz Szczawnica-Krościenko (1050) wraz z objaśnieniami. Wydawnictwa Geologiczne. Warszawa.

LASKOWICZ I., KUĆ P., BĄK B., 2014a – Mapa Geośrodowiskowa Polski (II), Plansza A w skali 1:50 000, arkusz Krościenko (1050). PIG-PIB Warszawa.

LASKOWICZ I., KUĆ P., BĄK B., 2014b – Mapa Geośrodowiskowa Polski (II) Plansza A w skali 1:50 000, arkusz Zawoja (1050). PIG-PIB Warszawa.

LEŚNIAK P. M., 1980 – The origin of the chloride waters at Wysowa, West Carpathians – chemical and isotopic approach. Acta Geol. Pol. 30: 519–550.

LEŚNIAK P. M., 1985 – Open CO2 underground water system in West Carpathians (South Poland). Chemical and isotope evidence. Chem. Geol. 49: 275–286.

LEŚNIAK P. M., 1998 – Origin of carbon dioxide and evolution of CO2-rich waters in the West Carpathians, Poland. Acta Geol. Pol. 48, 3: 342–366.

LEWICKI S. A., ORŁOWICZ M., PRASCHIL T., 1912 – Przewodnik po zdrojowiskach i miejscowościach klimatycznych Galicyi. Nakładem Krajowego Związku Zdrojowisk i Uzdrowisk. Lwów.

LIPIEC I., 2015 – Skład chemiczny wód ze źródeł i z szybów rejonu Ponidzia. Biul. PIG, 462: 153–162.

LIPIEC I., WIKTOROWICZ B., 2015 – Charakterystyka hydrogeochemiczna wód siarczkowych rejonu Solca-Zdroju. Prz. Geol., 64, 10/2: 908–911.

LIPIŃSKA E. J., 2014 – Uzdrowiska województwa podkarpackiego – identyfikacja wybranych zagrożeń środowiska. Biblioteka Monitoringu Środowiska Rzeszów. WIOŚ Rzeszów.

LIS J., Hałas S., 1980 – Preliminary results of stable karbon isotopes studiem in Sudetic and Carpathian mineral waters. Proc. Conf. Isotope in der Natur, 5-9.11.1979 r. Z.F.l. Mitteilungen, 29, vol. 2a: 69–82.

LISIK R., SZCZEPAŃSKI A., 2014 – Siarczkowe wody lecznicze w części zapadliska przedkarpackiego. Wyd. Fundacja Posteris, Kielce.

LISIK R., SZCZEPAŃSKI A., 2018 – Siarczkowe wody lecznicze w części zapadliska przedkarpackiego. Część 2, 2014-2018. Wyd. Wojciech Ciągło Studio DTP, Kielce, Kraków.

LORENC H., red., 2005 – Atlas klimatu Polski. Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej. Warszawa.

ŁYCZEWSKA J., 1971 – Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Busko Zdrój (0917). PIG-PIB, Warszawa.

MACIOSZCZYK A., DOBRZYŃSKI D., 2007 – Hydrogeochemia strefy aktywnej wymiany wód podziemnych. PWN, Warszawa.

MALATA T., MARCINIEC P., STARKEL L., 1997 – Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Lesko (1058). PIG-PIB, Warszawa.

MALATA, T., MARCINIEC, P., STARKEL, L. 2014 – Objaśnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000, arkusz Lesko (1058). PIG-PIB, Warszawa.

MALATA T., ZIMNAL Z., 2009 – Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Strzyżów. Wyd. Geol., Warszawa.

MAŁECKA D., CHOWANIEC J., MAŁECKI J. J., 2007 – Region górnej Wisły. [W:] Hydrogeologia regionalna Polski, T. I: Wody słodkie (red. B. Paczyński, A. Sadurski). Państw. Inst. Geol., Warszawa.

MAŁECKA D., MURZYNOWSKI W., 1978 – Rejonizacja hydrogeologiczna Karpat fliszowych. Bibl. Wiad. IMUZ, 56: 1–47.

MAŁECKA D., MURZYNOWSKI W., MAŁECKI J., 1994 – Dokumentacja hydrogeologiczna wraz z aneksem ujęcia wód termalnych na Antałówce w Zakopanem /otwory: Zakopane IG-1, Zakopane-2/. NAG, Warszawa.

MIKOŁAJKÓW J., SADURSKI A., red., 2017 – Informator PSH: główne zbiorniki wód podziemnych w Polsce. PIG-PIB. Warszawa

NIEDZIELSKI, H., 1978 – Warunki hydrogeologiczne fliszu karpackiego w świetle badań geologiczno-inżynierskich. Zesz. Nauk. Politechn. Krak. 4, Budownictwo Wodne, 27.

NIEDZIELSKI H., 1980 – Charakterystyka wodonośności fliszu karpackiego na podstawie wydatku studzien. Roczn. PTG 50, 1: 139–159.

NOGA B., KOSMA Z., 2011 – Obecny stan wykorzystania wód termalnych i energii geotermalnej w Polsce. Logistyka 6: 3069–3078.

OSTROWICKA H., 1966 – Wody mineralne w rejonie doliny Popradu. Zeszyty Naukowe AGH, Geologia, 139, 429–435.

OSZCZYPKO N., CHOWANIEC J., KONCEWICZ A., 1981 – Wodonośność piaskowców magurskich w świetle badań wodochłonności. Roczn. PTG, 51: 273–303.

OSZCZYPKO N., ZUBER A., 2002 – Geological and isotopic evidence of diagenetic waters in the Polish Flysch Carpathians. Geologica Carpathica, 53, 4: 257–268.

PACHOLEWSKI A., WIKTOROWICZ B., KOS M., MŁYŃCZAK T., LIPIEC I., FELTER A., SOCHA M., 2015 – Dokumentacja hydrogeologiczna ustalająca zasoby eksploatacyjne ujęcia wód termalnych i leczniczych Cudzynowice GT-1 z utworów górnej kredy. NAG, Kielce.

PACZYŃSKI B., 1977 – Regionalizacja ogólna wód podziemnych Polski. Kwart. Geol., T. 21, Nr. 4: 831–853.

PACZYŃSKI B. red., 1993 – Atlas hydrogeologiczny Polski 1:500 000. Część I. Systemy zwykłych wód podziemnych. PIG Warszawa.

PACZYŃSKI B. red., 1995 – Atlas hydrogeologiczny Polski 1:500 000. Część II. Zasoby, jakość i ochrona zwykłych wód podziemnych. PIG Warszawa.

PACZYŃSKI, B., PŁOCHNIEWSKI, Z., 1996 – Wody Mineralne i Lecznicze Polski. PIG. Warszawa.

PACZYŃSKI B., SADURSKI A. (red.), 2007a – Hydrogeologia regionalna Polski. T. I. Wody słodkie. Państw. Inst. Geol., Warszawa.

PACZYŃSKI B., SADURSKI A. (red.), 2007b – Hydrogeologia regionalna Polski. T. II. Wody mineralne, lecznicze i termalne oraz kopalniane. PIG, Warszawa.

PAWLUŚ K., 1973 – Dokumentacja hydrogeologiczna zasobów wód podziemnych z utworów trzeciorzędowych w Latoszynie k/Dębicy. NAG, Warszawa.

PAZDRO Z., 1983 – Hydrogeologia ogólna. Wyd. Geol., Warszawa.

PAZDRO Z., KOZERSKI B., 1990 – Hydrogeologia ogólna. Wyd. Geol. Warszawa.

PIOTROWSKA K., WASILUK R., 2009 – Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Krosno (1025). PIG-PIB, Warszawa.

PIOTROWSKI H. red., 1931 – Informator leczniczy i przewodnik zdrojowo-turystyczny na 1930-1931. Wyd. Zjednoczenia Pracowników Niewidomych RP. Warszawa.

PLEZIA B., FUDALI A., 1991 – Dokumentacja wynikowa otworu poszukiwawczego Słonne 12. NAG, Warszawa

PONIKOWSKA I., 1995 – Medycyna uzdrowiskowa w zarysie. WATEXT'S, Warszawa, 256.

POPRAWA D., 1970 – Dokumentacja hydrogeologiczna zasobów wód podziemnych z utworów kredowych w rejonie Łuski Bystrego. NAG, Warszawa.

POPRAWA D., KONIOR K., 1981 – Dokumentacja zasobów wód mineralnych rejon Jaworza /otwór Jaworze IG-1, otwór Jaworze IG-2/, miejscowość Jaworze, woj. bielskie, zlewnia Wisły. NAG, Kraków.

POPRAWA D., WYKOWSKI A., 1984 – Dokumentacja zasobów wód mineralnych dla celów leczniczych z utworów górna kreda-paleogen, otwór Rudawka Rymanowska IG-1. NAG, Warszawa.

POROWSKI A., 2006 – Origin of mineralized waters in the Central Carpathian Synclinorium, SE Poland. Studia Geol. Pol. Hydrogeol. Hydrogeochem, 125, part I: 1–67.

PORWISZ B., 2013 – Szlakiem wód leczniczych i termalnych w Małopolsce. Wydawca: Departament Środowiska Urzędu Marszałkowskiego Województwa Małopolskiego, Kraków.

PORWISZ B., CHOWANIEC J., KOWALSKI J., KOZIARA T., SZKLARCZYK T., 2002 – Dokumentacja hydrogeologiczna zasobów dyspozycyjnych wód leczniczych i towarzyszących im lub występujących odrębnie wód potencjalnie leczniczych na obszarze Karpat i zapadliska przedkarpackiego. PG. S. A. Kraków. NAG, Kraków.

PORWISZ B., RADWAN J., HAJDUGA M., 2012 – Dokumentacja hydrogeologiczna ustalająca zasoby eksploatacyjne wody leczniczej z utworów kredowych otworów W-1 i W-2 oraz źródeł Kamila i Marta w uzdrowisku Wapienne. ZUH s.c., Kraków.

RAJCHEL L., 2000 – Źródła wód siarczkowych w Karpatach polskich. Kwart. AGH Geologia, t. 26, z. 3: 309–373.

RAJCHEL L. 2004 – Uwagi o wodach siarczkowych jednostki skolskiej. LXXV Zjazd Nauk. PTG, Iwonicz-Zdrój, 22-25.09.2004 r.

RAJCHEL L., 2006 – Możliwość wykorzystania szczaw karpackich w profilaktyce zdrowotnej. J. Elementol., 11(3): 337–345.

RAJCHEL L., 2009 – Występowanie i wykorzystanie wód chlorkowych Rabki-Zdroju. Geologia, T. 35, Z. 2/1: 271–278.

RAJCHEL L., 2012 – Szczawy i wody kwasowęglowe Karpat polskich. Wyd. AGH, Kraków.

RAJCHEL L., 2013a – Źródła wód mineralnych i leczniczych Popradzkiego Parku Krajobrazowego. Wydawca: Zespół Parków Krajobrazowych Województwa Małopolskiego, Kraków.

RAJCHEL L., 2013b – Występowanie, chemizm oraz geneza szczaw i wód kwasowęglowych Karpat polskich. Biul. PIG, 456: 501-506.

RAJCHEL L., DOBRZYŃSKI D., 2017 – Wody jodkowe Karpat polskich. Acta Balneol. 59(4): 354–359.

RAJCHEL J., MARSZAŁEK M., RAJCHEL L., 2000 – Osady źródeł wód siarczkowych Karpat i zapadliska przedkarpackiego. Prz. Geol., 48: 1174–1180.

RAJCHEL L., RAJCHEL J., 1999 – Karpackie źródła wód mineralnych i specyficznych – pomnikami przyrody nieożywionej. Prz. Geol., 47: 911–919.

RAJCHEL L., RAJCHEL J., SZARAN J., HAŁAS S. 2002 – Sulphur isotopic composition of H_2S and $SO_4^{2-}$from mineral springs in the Polish Carpathians. Isot. Environ. Health Stud., 38.

RAJCHEL L., RAJCHEL J., SZARAN J., HAŁAS S., 2007 – Reply to the "Comment on the paper 'Sulphur isotopic composition of H_2S and SO_4^{2-} from mineral springs in the Polish Carpathians'" of Paweł M. Leśniak. Isot. Environ. Health Stud., 43.

RAUCH M., SOKOŁOWSKI T., OLSZAK J., 2010 – Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Błażowa (1005). PIG-PIB, Warszawa.

RAUCH M., SOKOŁOWSKI T., OLSZAK J., 2016 – Objaśnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000, arkusz Błażowa (1005). PIG-PIB, Warszawa.

RAY R.K., SYED T.H., SAHA D., SARKAR B.C., 2020 – Modeling the impact of rainfall variations and management intervention son the groundwater regime of a hard-rock terrain in central India. Hydrogeology Journal. Vol.28, nr 4: 1209–1227.

RÓŻKOWSKI J., JÓŹWIAK K., ANDRZEJCZUK V., 2011 – Chemizm wód podziemnych serii gipsonośnej badenu w północnej części zapadliska przedkarpackiego. Biul. Państw. Inst. Geol. 445: 573–582.

SADURSKI A., SKRZYPCZYK L., SOCHA M., SZEWCZYK J., KIJEWSKA S., SOKOŁOWSKI J., 2010 – Identyfikacja regionów geotermalnych w Polsce. Niepublikowane. PIG – PIB Warszawa.

SATORA S., CHMIELOWSKI K., WAŁĘGA A., 2010 – Balneologiczne wykorzystanie wód podziemnych w wybranych rejonach Polski południowej. Acta Sci. Pol., Formatio Cicrumientus 9 (4), 43–53.

SKĄPSKI K.; GARBACZ K. 1997 – Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000 ark. Zawoja. NAG, Warszawa.

SKĄPSKI K., GARECKI J., 1998 – Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000 ark. Błażowa. NAG, Warszawa.

SKĄPSKI, K., KRUK, L. 1998 – Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Strzyżów (1004) wraz z objaśnieniami. PIG, Warszawa.

SKRZYPCZYK L., red., 2008 – Mapa Głównych Zbiorników Wód Podziemnych. Państwowy Instytut Geologiczny. Warszawa.

SOKOŁOWSKI A., 1977 – Dokumentacja hydrogeologiczna wód siarczkowych występujących w Lesku. Balneoprojekt, Warszawa.

SOKOŁOWSKI A., 1981 – Dokumentacja hydrogeologiczna wód leczniczych Nieborowa koło Rzeszowa. Balneoprojekt, Warszawa.

SOKOŁOWSKI A., SOKOŁOWSKI J., KALITKA L., 2011 – Dodatek nr 2 do dokumentacji geologicznej zawierającej ustalenie zasobów leczniczych wód podziemnych dla ujęć Róża III i Róża IV w Horyńcu-Zdroju. KIG „Przemysł Rozlewniczy".

SOKOŁOWSKI A., SZARASZEWSKA A., 1985 – Aneks nr 2 do dokumentacji hydrogeologicznej wód leczniczych Iwonicza Zdroju i Lubatówki ustalający zasoby eksploatacyjne ujęć wody. NAG, Warszawa.

SOKOŁOWSKI J., 2007 – Hydrogeologiczne możliwości restauracji nieczynnych uzdrowisk południowo-wschodniej Polski. XIII Sympozjum Współczesne Problemy Hydrogeologii. Część 3. Artykuły uczestników. AGH, Kraków.

SOKOŁOWSKI J., PERGÓŁ S., SOCHA M., FELTER A., MYCIUK K., 2011 – Opracowanie dokumentacyjne wód zmineralizowanych jodkowych, fluorkowych ze starego szybu górniczego w miejscowości Szczerbaków. PIG-PIB, Warszawa.

SOKOŁOWSKI J., STOŻEK J., SOSNOWSKA M., FELTER A., SOCHA M., 2018 – Dokumentacja geologiczna źródła wód potencjalnie leczniczych (siarczkowych) „Nr 3" w miejscowości Lesko. PIB-PIB Warszawa.

SOKOŁOWSKI J., STOŻEK J., SOSNOWSKA M., FELTER A., SOCHA M., 2018a – Dokumentacja geologiczna źródła wód potencjalnie leczniczych (siarczkowych) „Bohun" w miejscowości Straszydle. PIG, Warszawa.

SOKOŁOWSKI J., STOŻEK J., SOSNOWSKA M., FELTER A., SOCHA M., 2018b – Dokumentacja geologiczna źródła wód potencjalnie leczniczych (siarczkowych) „Nadzieja" w miejscowości Lubenia. PIG, Warszawa.

SOKOŁOWSKI J., STOŻEK J., SOSNOWSKA M., FELTER A., SOCHA M., 2018c – Dokumentacja geologiczna źródła wód potencjalnie leczniczych (mineralnych) „W Jaskini" w miejscowości Wiśniówki. PIG-PIB, Warszawa.

SZAJNOCHA W., 1891 – Źródła mineralne Galicyi. Pogląd na ich rozpołożenie, skład chemiczny i powstawanie. Rozpr. Wydz. Mat.-Przyr. Pol. Akad. Um., ser. 22, t. 2: 1–111.

SZCZĘŚNIAK-SZLAGOWSKA A., KASELA T., 2012 – Dodatek nr 1 do dokumentacji hydrogeologicznej ustalającej zasoby eksploatacyjne ujęcia wód leczniczych Las Winiarski I z utworów kredy górnej. Przedsiębiorstwo Geologiczne Kielce Sp. z o.o.

SZLUBOWSKA A., 2019 – Działalność lecznicza zakładów lecznictwa uzdrowiskowego i stacjonarnych zakładów rehabilitacji leczniczej w 2019 r. Główny Urząd Statystyczny. Warszawa.

SZROMEK A., 2011 – Działalność turystyczno-lecznicza zakładów Lecznictwa Uzdrowiskowego: transformacja działalność uzdrowisk w latach 1988-2010. Proksenia, Kraków: 13–23.

SZUFLICKI M., MALON A., TYMIŃSKI M. red., 2020 – Bilans zasobów złóż kopalin w Polsce (wg stanu na 31.12.2019 r.). Państw. Inst. Geol.-PIB, Warszawa.

SZYPUŁA A., 1995 – Parafia Rzymsko-Katolicka w Straszydlu. Wyższe Seminarium Duchowne, Rzeszów.

SZYSZKOWSKA A., DZIWIK B., 1967 – Dokumentacja wynikowa wiercenia Słonne 10. NAG, Warszawa.

SZYSZKOWSKA A., DZIWIK B., 1971 – Dokumentacja wynikowa otworu poszukiwawczego Słonne 11. CAG-PIG, Warszawa.

ŚWIDZIŃSKI H., 1954 – Zagadnienia geologiczne wód mineralnych, w szczególności na Niżu Polskim i w Karpatach. Zjazd Nauk.-Techn. poświęcony zagadnieniom racjonalizacji gospodarki i eksploatacji złożowej wód mineralnych w Polsce. Krynica, 3-4.09.1954 r. Mat. Pozjazdowe, Stalinogród: 33–73.

ŚWIDZIŃSKI H., 1965 – Naturalne ekshalacje dwutlenku węgla w Karpatach polskich. Roczn. PTG, 34: 417–430.

ŚWIDZIŃSKI H., 1972 – Geologia i wody mineralne Krynicy. Wyd. Geol., Warszawa.

ŚWIERCZEWSKA A., 2005 – The interplay of thermal and structural histories of the Magura Nappe in Poland and Slovakia. Mineralogia Polonica 36, 2: 91–144.

TRZYNA K., PIECH A., 2016 – Właściwości mineralnych wód siarczkowych gminy Hyżne i możliwości ich wykorzystania. Politechnika Rzeszowska im. Ignacego Łukasiewicza.

WĘCŁAWIK S., 1967 – Mineral waters in the region of the Polish-Czechoslovakian State boundary (Carpathians). Bull. de L'Acad. Pol. Sci. Ser. Sc. Geol. Geogr., v. 15, nr. 3: 179–185.

WĘCŁAWIK S., 1991 – Kompleksowa metodyka badań ochrony surowców balneologicznych przed oddziaływaniem przemysłu. Studia i Rozprawy, 11. Wyd. CPPGSMiE PAN, Kraków.

WITCZAK S., 1999 – Analiza i interpretacja składu fizyko-chemicznego wód eksploatacyjnych w Białym Dunajcu i Bańskiej pod kątem poznawania systemu geotermalnego Podhala. Arch. IGSMiE PAN, Kraków.

WITCZAK S., KANIA J., KMIECIK E., 2013 – Katalog wybranych fizycznych i chemicznych wskaźników zanieczyszczeń wód podziemnych i metod ich oznaczania. Inspekcja Ochrony Środowiska, Warszawa.

WOŚ A., 1999 – Klimat Polski. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa.

ZAMOJCIN J., 2014 – Możliwość wykorzystania istniejących odwiertów do produkcji jodu z solanek jodkowo-bromkowych. Nafta-Gaz, 5: 283–292.

ZARDZEWIAŁY M., 2017 – Dokumentacja hydrogeologiczna ustalająca zasoby eksploatacyjne ujęcia wód leczniczych „Konstantynów”. Busko-Zdrój.

ZEJSZNER L., 1844 – O temperaturze źródeł tatrowych i pasm przyległych. Biblioteka Warszawska, T. 2: 257–281.

ZIEMBA J., 1970 – Dokumentacja hydrogeologiczna zasobów leczniczych ujęcia wód podziemnych z utworów trzeciorzędowych płaszczowiny magurskiej, jednostki wgłębnej Soli i jednostki przedmagurskiej w miejscowości Sól w pow. żywieckim, woj. krakowskie. NAG, Warszawa.

ZUBER A., 1987 – O pochodzeniu wód typu zuber. W: 25 lat górnictwa uzdrowiskowego. Wyd. AGH, Kraków, 37–51.

ZUBER A., red., 2007 – Metody znacznikowe w badaniach hydrogeologicznych. Poradnik Metodyczny. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław: 1-402.

ZUBER A., CHOWANIEC J., 2009 – Ultrafiltracja i diageneza jako ważne procesy formujące skład izotopowy i chemiczny wody w niektórych basenach sedymentacyjnych. Biul. PIG, 436: 575–582.

ZUBER A., GRABCZAK J., 1985 – Pochodzenie niektórych wód mineralnych Polski południowej w świetle dotychczasowych badań izotopowych. W: Aktualne Problemy Hydrogeologii. Wydawnictwo AGH, Kraków, 135–148.

ŻYTKO K., 1999 – Korelacja głównych strukturalnych jednostek Karpat Zachodnich i Wschodnich. Prace PIG, 168: 135–164.

Strony internetowe:

http://spd.pgi.gov.pl/PSHv8/Psh.html – stan na dzień 31.03.2020 r.

http://geoserwis.gdos.gov.pl/mapy/ – stan na dzień 31.03.2020 r.

http://www.pgi.gov.pl/psh/psh-2/dane-online.html – stan na dzień 31.03.2020 r.

https://geolog.pgi.gov.pl/ – stan na dzień 31.03.2020 r.

https://www.gov.pl/web/zdrowie/wykaz-uzdrowisk-wraz-z-kierunkami-leczniczymi – stan na dzień 20.10.2020 r.

Ustawy, rozporządzenia i zarządzenia:

ROZPORZĄDZENIE Ministra Środowiska z dnia 18.11.2016 r. *w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i dokumentacji geologiczno-inżynierskiej (Dz. U. 2016 poz. 2033).*

ROZPORZĄDZENIE Ministra Środowiska z dnia 24.04.2012 r. *w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących projektów zagospodarowania złóż (Dz. U. 2012 poz. 511).*

ROZPORZĄDZENIE Ministra Zdrowia z dnia 13.04.2006 r. *w sprawie zakresu badań niezbędnych do ustalenia właściwości leczniczych naturalnych surowców leczniczych i właściwości leczniczych klimatu, kryteriów ich oceny wzoru świadectwa potwierdzającego te właściwości (Dz. U. 2018 poz. 605).*

ROZPORZĄDZENIE Ministra Zdrowia z dnia 31.03.2011 r. *w sprawie naturalnych wód mineralnych, naturalnych wód źródlanych i wód stołowych (Dz. U. 2011 nr 85 poz.* 466).

ROZPORZĄDZENIE Rady Ministrów z dnia 14.02.2006 r. *w sprawie złóż wód podziemnych zaliczonych do solanek, wód leczniczych i termalnych, a także*

zaliczenia kopalin pospolitych z określonych złóż lub jednostek geologicznych do kopalin podstawowych (Dz. U. 2006 nr 32 poz. 220; obecnie akt nieobowiązujący).

USTAWA *z dnia 7.06.2001 r. o zbiorowym zaopatrzeniu w wodę i zbiorowym odprowadzaniu ścieków (Dz. U. 2020 poz. 2028 t.j.).*

USTAWA z dnia 25.08.2006 r. *o bezpieczeństwie żywności i żywienia (Dz. U. 2020 poz. 2021 t.j.).*

USTAWA z dnia 16.04.2004 r. *o ochronie przyrody (Dz. U. 2020 poz. 55 t.j.).*

USTAWA z dnia 28.07.2005 r. *o lecznictwie uzdrowiskowym, uzdrowiskach i obszarach ochrony uzdrowiskowej oraz o gminach uzdrowiskowych (Dz. U. 2020 poz. 1662 t.j.).*

USTAWA z dnia 6.09.2001 r. *Prawo farmaceutyczne (Dz. U. 2020 poz. 944 t.j.).*

USTAWA z dnia 9.06.2011 r. *Prawo geologiczne i górnicze (Dz. U. 2020 poz. 1064 t.j.)*

ZARZĄDZENIE Nr 3/12 Regionalnego Dyrektora Ochrony Środowiska w Rzeszowie z dnia 20 listopada 2012 r. w sprawie rezerwatu przyrody "Kozigarb"