Stanisław Rymar
Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa w Krośnie

ANALIZA STOPNIA DEGRADACJI ŚRODOWISKA FRAGMENTU „DAWNEGO OBSZARU GÓRNICZEGO" SŁONNE W GMINIE DUBIECKO

Abstrakt

Charakterystyka ogólna rejonu Słonne. Zarys budowy geologicznej, w tym tektoniki. Opis prac geologiczno-poszukiwawczych w rejonie Słonnego w ujęciu historycznym. Analiza map i przekrojów geologicznych obszaru objętego wierceniami. Fragment badań geotechnicznych obejmujących powierzchnię 9785 m^2 stanowiącą najbardziej charakterystyczny fragment dawnego „obszaru górniczego". Analiza zdjęcia geochemicznego. Podsumowanie dotyczące oceny warunków podłoża budowlanego dla celów planowania przestrzennego (budownictwa) wg wytycznych zawartych w „Instrukcji sporządzania mapy warunków geologiczno-inżynierskich dla potrzeb planowania przestrzennego w gminach" Ministerstwo Środowiska Warszawa 99.

1. Charakterystyka rejonu Słonne

1.1. Położenie

Miejscowość Słonne położona jest w odległości 5 km w kierunku południowym od miejscowości Dubiecko będącej siedzibą gminy. Geograficznie obszar ten to Pogórze Przemyskie, kraina łagodnych wzniesień, nieprzekraczających w rejonie Słonnego wysokości 450–500 m.

1.2. Budowa geologiczna

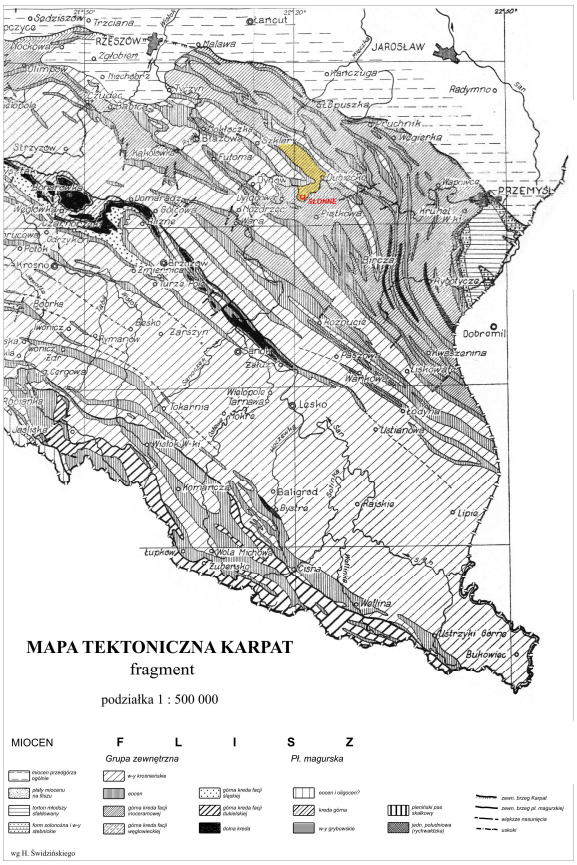
Budowa geologiczna rejonu Słonne, gmina Dubiecko została zbadana i opisana w opracowaniach Polskiego Towarzystwa Geologicznego szczególnie w tomie I KARPATY – TEKTONIKA, gdzie zostały uwzględnione dzienniki badań i obserwacji publikowanych i niepublikowanych wcześniej materiałów, głównie J. Wdowiarza[1]. Analizując budowę tektoniczną (rys. 1), widać, że między Dynowem a Dubieckiem, gdzie San skręca gwałtownie na wschód, depresja Błażowej wychodzi na powierzchnię i brzeżne

[1] *Regionalna geologia Polski*, tom 1 – *Karpaty* (praca zbiorowa), Kraków 1951–1953, s. 37–375.

fałdy rzeszowskie łączą się w jedną całość z wypiętrzeniem Piątkowej, tworząc wielką wiązkę fałdów przemyskich osiągających na linii Przemyśl – Bircza ok. 30 km szerokości.

Jest to ważna strefa Karpat, tu bowiem dokonuje się zmiana stylu tektonicznego i przejście na właściwy region skibowy charakteryzujący się długimi, wąskimi, na ogół prawidłowymi fałdami złuskowanymi. Odmiennie zachowuje się wewnętrzna i zewnętrzna część tych fałdów. Granica wewnętrzna biegnie mianowicie od Dynowa prawidłowo, prostolinijnie w kierunku południowo-wschodnim. Najbardziej interesująca pod względem tektonicznym „depresja Birczy" wyrażona całą grupą prawidłowych synklin trzeciorzędowych wśród warstw kredowych, nie zakłóca przebiegu tej granicy, co najwyżej lekko ją wygina. Granica zewnętrzna, tj. jednocześnie brzeg Karpat, dokonuje w Przemyślu gwałtownego skrętu znanego w geologii Karpat pod nazwą sigmoidy przemyskiej. Z kierunku północny zachód – południowy wschód, utrzymywanego od okolic Rzeszowa aż po Przemyśl, skręca brzeg Karpat pod kątem prostym na południowy zachód, po czym po ośmiu kilometrach przybiera kierunek południowy, który dopiero w okolicy Dobromila zmienia się znowu na południowo-wschodni, aż po Bukowinę.

Rys. 1. **Mapa tektoniczna Karpat między Dunajcem a Sanem**

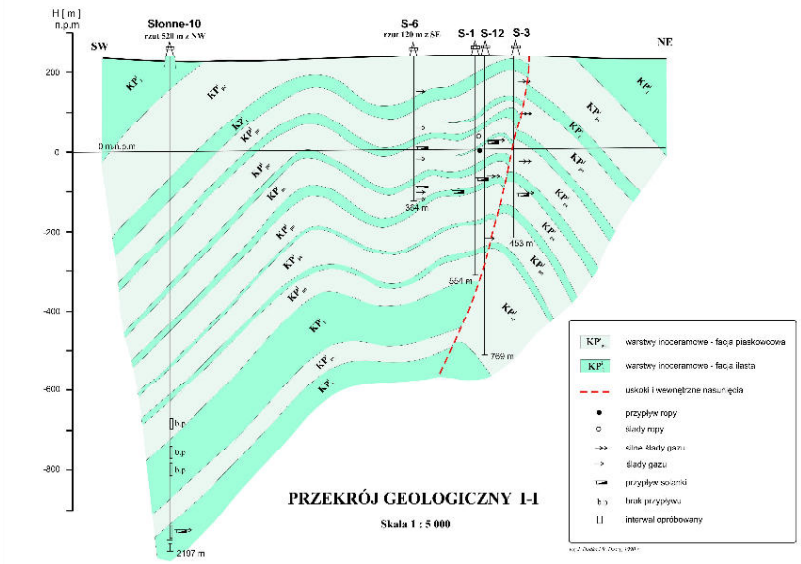


Źródło: Regionalna geologia Polski, tom 1 – Karpaty (praca zbiorowa), Kraków – tablica XL

W wyniku powyższego, strefa fałdów przemyskich ulega ku południowi silnemu zwężeniu i w rejonie Dobromila redukuje się do jednej trzeciej swej maksymalnej szerokości. Odbija się to na stylu tektonicznym. Jeszcze po okolice Przemyśla fałdy brzeżne zachowują poprzedni charakter, są niezbyt prawidłowe, zbiegające się i rozchodzące, przeważnie pochylone na północny wschód. Synkliny są zmienne, szerokie i płaskodenne. Na południe od Sanu stają się one strome, wąskie, ściśnięte, wręcz pionowe i silnie złuskowane. Głębokość synklin jest mniejsza niż wypiętrzenie siodeł, toteż składają się one głównie z wąskich smug starszego eocenu i łupków menilitowych. Warstwy krośnieńskie zachowują się jedynie w głębszych łękach.

Istotnym problemem pozostaje do tej pory ustalenie przebiegu dyslokacji. W tym obszarze znane są jedynie dwie wychodnie piaskowców warstw inoceramowych w postaci piaskowców szarych drobnoziarnistych z żyłkami kalcytu. Odkrywki te mają charakter rumoszu skalnego, stąd dokładne pomiary są utrudnione. Według niektórych późniejszych hipotez występuje możliwość występowania drugiej dyslokacji o przebiegu skośnym w stosunku do osi kulminacji w rejonie Słonnego. Dokładny jej przebieg jest trudny do określenia, gdyż brak jest odsłonięć dokumentujących przebieg. Pośrednio jej istnienie dokumentują objawy powierzchniowe oraz obserwacje dokonane w trakcie mierzenia otworów Słonne 3 i Słonne 12. Dyslokacja ta może mieć istotny wpływ na stan środowiska w tym rejonie. Jej przebieg może być uszczegółowiony nowymi pracami sejsmicznymi. Budowę pokrywy czwartorzędowej interesującej od strony warunków geotechnicznych można określić w oparciu o obserwacje i analizy geologiczne wykonanych otworów wiertniczych. S-10, S-6, S-1, S-12, S-3 (rys. 2).

Rys. 2. **Przekrój geologiczny przez fałd Słonnego wg J. Dudka i R. Duszy 1990 r.**



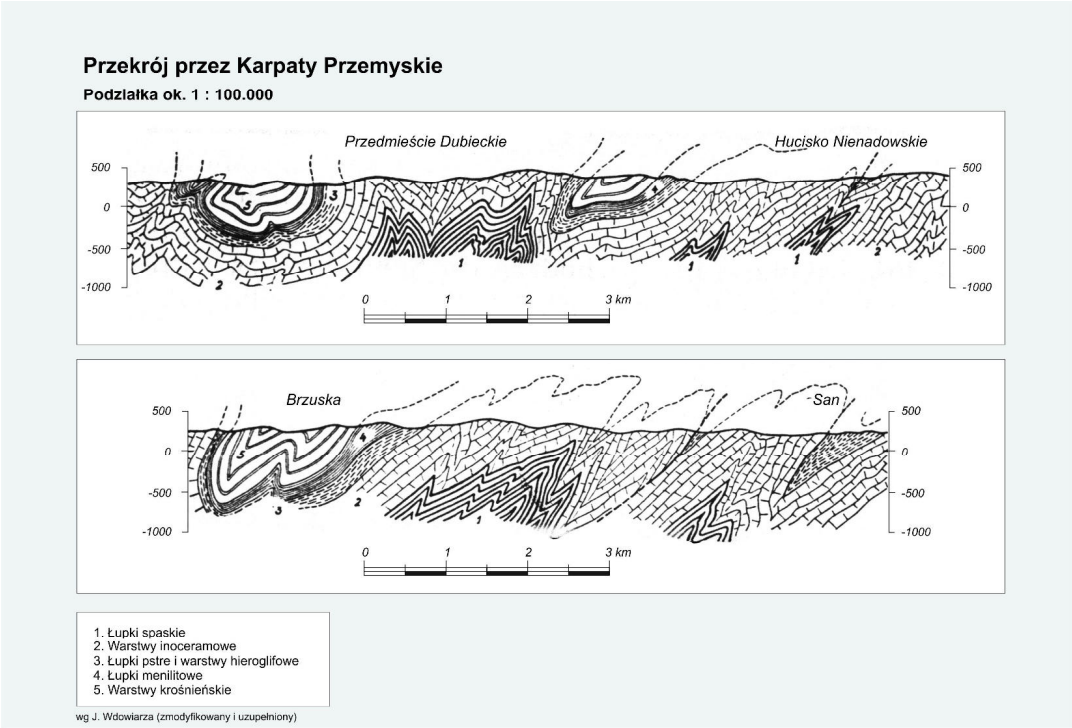
Źródło: Materiały niepublikowane udostępnione przez PGNiG Jasło Sp. z o.o.

We wszystkich tych otworach pokrywę czwartorzędową stanowią gliny i żwiry. Poniżej znajdują się utwory górnokredowe będące w naprzemianległym układzie łupków i piaskowców. Następnie zalegają margle krzemionkowe, a pod nimi utwory dolnej kredy.

1.3. Tektonika

Fałd Słonnego jest południową antykliną północnego elementu tektonicznego płaszczowiny skolskiej ciągnącego się od wschodniej granicy państwa od tzw. Fałdu Liskowate – Wojtkowa ku północnemu zachodowi, gdzie w rejonie Piątkowej gwałtownie zawęża się. Element południowy śledzi się dalej za dyslokację poprzeczną Dynowa, na której zostaje ponownie wydźwignięty aż po okolice Błażowej, gdzie zanurza się pod warstwy krośnieńskie. Maksymalną szczelność, rzędu 7,5 km, element ten uzyskuje w okolicy Słonnego, gdzie stwierdzono jego kulminację. Tutaj na powierzchni odsłaniają się warstwy inoceramowe, których miąższość osiąga 1,5 km (rys. 3).

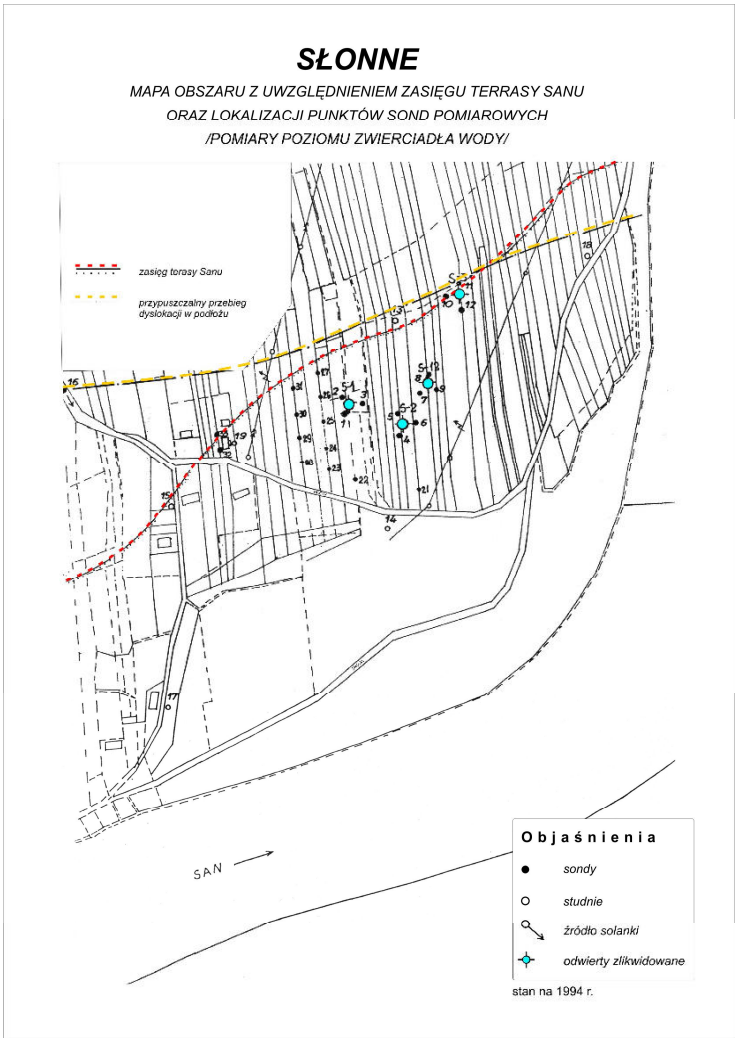
Rys. 3. **Przekrój przez Karpaty Przemyskie wg J. Wdowiarza, częściowo zmodyfikowany i uzupełniony**



Źródło: Regionalna geologia Polski, tom 1 – Karpaty (praca zbiorowa), Kraków 1951–1953

Budowę fałdu Słonnego komplikuje występowanie dyslokacji (rys. 4).

Rys. 4. **Mapa obszaru Słonne z uwzględnieniem zasięgu terrasy Sanu**



Źródło: J. Dudek – Analiza i ocena stanu zagrożenia gazowego środowiska i bezpieczeństwa w regionie Słonnego, SITPNiG Kraków 1994

1.4. Zarys prac geologiczno-poszukiwawczych

Prace geologiczno-poszukiwawcze w rejonie Słonnego zapoczątkowano około 50 lat temu. Zakładano możliwość odkrycia poziomów ropogazonośnych w warstwach inoceramowych i dolnokredowych. Rejon Słonnego charakteryzuje się naturalnymi, powierzchniowymi objawami ropogazonośności wynikającymi z morfologii terenu, wgłębnej budowy geologicznej i akumulacji węglowodorów. Należy przyjąć, że przed rozpoczęciem prac poszukiwawczych istniała równowaga hydrodynamiczna wynikająca z izolacji

poszczególnych poziomów ropogazonośnych, a jedynie istniejąca dyslokacja były źródłem jej lokalnego zachwiania, czego przejawem były powierzchniowe wycieki wód zmineralizowanych i węglowodorów.

W wyniku prowadzenia działalności wiertniczej na fałdzie Słonnego odwiercono 10 otworów, które zostały już zlikwidowane. Niekorzystne oddziaływanie na środowisko miała ekshalacja ropno-gazowo-solankowa, która powstała w 1989 r. podczas wiercenia otworu Słonne 12. Została ona opanowana, a otwór zlikwidowano. Można stwierdzić, że aktualnie stan środowiska naturalnego jest bliski sytuacji sprzed rozpoczęcia prac poszukiwawczych, aczkolwiek utrzymują się lokalne zagrożenia, których przyczyn należy szukać zarówno w naturze tego obszaru, jak i w pracach poszukiwawczych tam przeprowadzonych[2].

2. Badania zawartości metanu w powietrzu glebowym

2.1. Metodyka prac pomiarowych

Prace terenowe zostały przeprowadzone w marcu 2000 r. Zakres obszaru objętego zdjęciem i rozmieszczenie sond pomiarowych wynikało z dotychczasowych doświadczeń i wyników wcześniejszych prac w zakresie monitorowania zawartości metanu w powietrzu glebowym. Dodatkowo z uwagi na wcześniejsze wyniki zagęszczono rozmieszczenie sond pomiarowych w bezpośrednim sąsiedztwie zlikwidowanych otworów: Słonne l, Słonne 2, Słonne 3, Słonne 12. Podobnie zagęszczono rozmieszczenie sond pomiarowych w zachodniej części obszaru badań.

Zakładano pobieranie wód gruntowych dla wykonania analiz chemicznych i określenia zawartości metanu rozpuszczonego w wodzie gruntowej. Jednak w żadnym przypadku nie uzyskano przypływu wody gruntowej w głębokości do 1,2 m. Powietrze gruntowe pobierano z odwierconych otworów o głębokości l m.

Tab. 1. **(fragment) Zawartość metanu w powietrzu glebowym - okres marzec – maj 2000 r.**

Nr punktu pomiarowego	Zawartość metanu ppm
1	583,61
2	8,69
3	139,72
4	120,26
5	153,07
6	162,40

Źródło: Gonet A., Opracowanie sposobu likwidacji skutków ekshalacji płynów złożowych i projektu rekultywacji gruntów w rejonie Słonnego, AGH Kraków

[2] Dudek J. *Analiza i ocena stanu zagrożenia gazowego środowiska i bezpieczeństwa w regionie Słonnego,* SITPNiG Kraków, 1994.

Tab. 2. **Zawartość metanu rozpuszczonego w wodzie – okres marzec – maj 2000 r.**

Próbka nr	Metan ppm	Metan ml/1
1	11,01	0,0024
2	17,35	0,0014
3	5,65	0,0004
4	13,65	0,0013
5	174,34	0,026
6	16823,47	0,64
7	19357,12	1,9
8	77,02	0,01
9	507960,0	154,9
10	18090,9	0,68
11	48,43	0,0076

Źródło: Gonet A., Opracowanie sposobu likwidacji skutków ekshalacji płynów złożowych i projektu rekultywacji gruntów w rejonie Słonnego, AGH Kraków

2.2. Analiza wyników

Aby ocenić obecną sytuację odnośnie zawartości metanu, należy odnieść się do stanu z roku 1990 i 1995. Pierwszy przedział czasu opisuje stan środowiska po zaistniałej erupcji w trakcie wiercenia i przeprowadzonych bezpośrednio pracach ratunkowych. Stan ten został dokładnie opisany w ekspertyzie wykonanej w roku 1992. W ekspertyzie tej większą część obecnego obszaru zarówno w sąsiedztwie otworów S-l, S-2, S-3, S-12, jak i obszar sąsiadujących zabudowań uznano za obszar potencjalnie zagrożony lokalnymi i czasowymi akumulacjami węglowodorów. Mówiono wówczas o potencjalnych zagrożeniach. Natomiast cała trudność polegała na niemożliwości określenia czasu i miejsca pojawienia się bezpośredniego zagrożenia. Niemożliwość ta była wynikiem wielu niewiadomych takich, jak: kierunki i intensywność infiltracji solanki i węglowodorów ku powierzchni, stopień i skuteczność ekranizacji w układzie przestrzennym terenu. Dodatkowo czynnikiem znacznie komplikującym prognozowanie ewentualnych stref był fakt, że wszystkie te parametry były zmienne w czasie (zmiany wynikające z pory roku oraz zmiany stanu technicznego otworów w czasie obejmujące korozje rur czy „starzenie się" kamienia cementowego w otworach). Wynikiem tej sytuacji było potencjalne zagrożenie dużej części omawianego obszaru (rejon wiertni S-1, 2, 3, 12 oraz tereny przyległe).

W roku 1994 wykonano kolejną ekspertyzę, w której przedstawiono stan środowiska i oceniono potencjalne zagrożenia w rejonie Słonnego. W świetle badań wykonanych w 1995 r. stwierdzono występowanie w dalszym ciągu strefy o potencjalnym zagrożeniu gazowym. Była to strefa o średnicy około 30 m. Stwierdzono, że stan potencjalnego zagrożenia utrzymuje się głównie w czwartorzędowym, poziomie piaskowo-żwirowym

i przenosi się do warstw nadległych, sięgając powierzchni. Stan ten dotyczy jedynie miejsca po dawnej „bełkotce”. W rejonie wspomnianej bełkotki nastąpiło prawdopodobnie rozluźnienie górnej części utworów czwartorzędowych, powodując łatwiejszą migrację gazu ku powierzchni. Oceniając zawartości metanu rozpuszczonego w wodzie w tej strefie, stwierdzono ich okresowe wahania (pośrednio zależne od pory roku, a bezpośrednio od poziomu wód gruntowych), przy czym zaobserwowano malejącą tendencję zawartości metanu. W konkluzji napisano: *„nasycenie wód poziomu żwirowego metanem oraz obecność metanu w powietrzu nad zwierciadłem wód należy uznać za resztkowe, pozostałe po awarii wiertniczej, ale mogą to być migracje naturalne spod czwartorzędowego podłoża. Dowodzą tego naturalne, powierzchniowe wpływy solanki z gazem, które są znane w Słonnym od dawna”*[3].

3. Badania geotechniczne

3.1. Charakterystyka geotechniczna

Obszar objęty badaniami geotechnicznymi (rys. 5) obejmuje powierzchnię 9785 m^2 i stanowi najbardziej charakterystyczny fragment dawnego obszaru terenu górniczego o powierzchni 16 590 m^2. Zasięg badań został powiększony o obszar pozasterfowy.

Część badanego obszaru stanowią grunty antropogeniczne powstałe po likwidacji otworu wiertniczego Słonne 12.

Poza odwiertem Słonne 12 lokalizacja zlikwidowanych odwiertów Słonne 1, Słonne 2 i Słonne 3 nie posiada oznaczenia na powierzchni terenu i nie została uwzględniona w sondażowych wierceniach geotechnicznych.

Na podstawie ogólnych założeń mających określić przydatność badanego obszaru dla celów posadowienia obiektów budowlanych, wyznaczono 5 otworów badawczych oznaczonych na załączniku graficznym kolejno Nr 1, 2, 3, 4 i 5. Otwory badawcze o Nr 1, 2, 3 zlokalizowano na jednej linii pustej. Lokalizację wyznaczono w ten sposób, że otwory badawcze Nr 1 i 2 to lokalizacja na gruntach antropogenicznych, natomiast otwory 3, 4 i 5 to lokalizacja na gruntach rodzimych. Tak wyznaczony obszar daje nam znaczne możliwości porównawcze parametrów geotechnicznych.

Przyjęte odległości pomiędzy sondażowymi otworami badawczymi wynoszą:

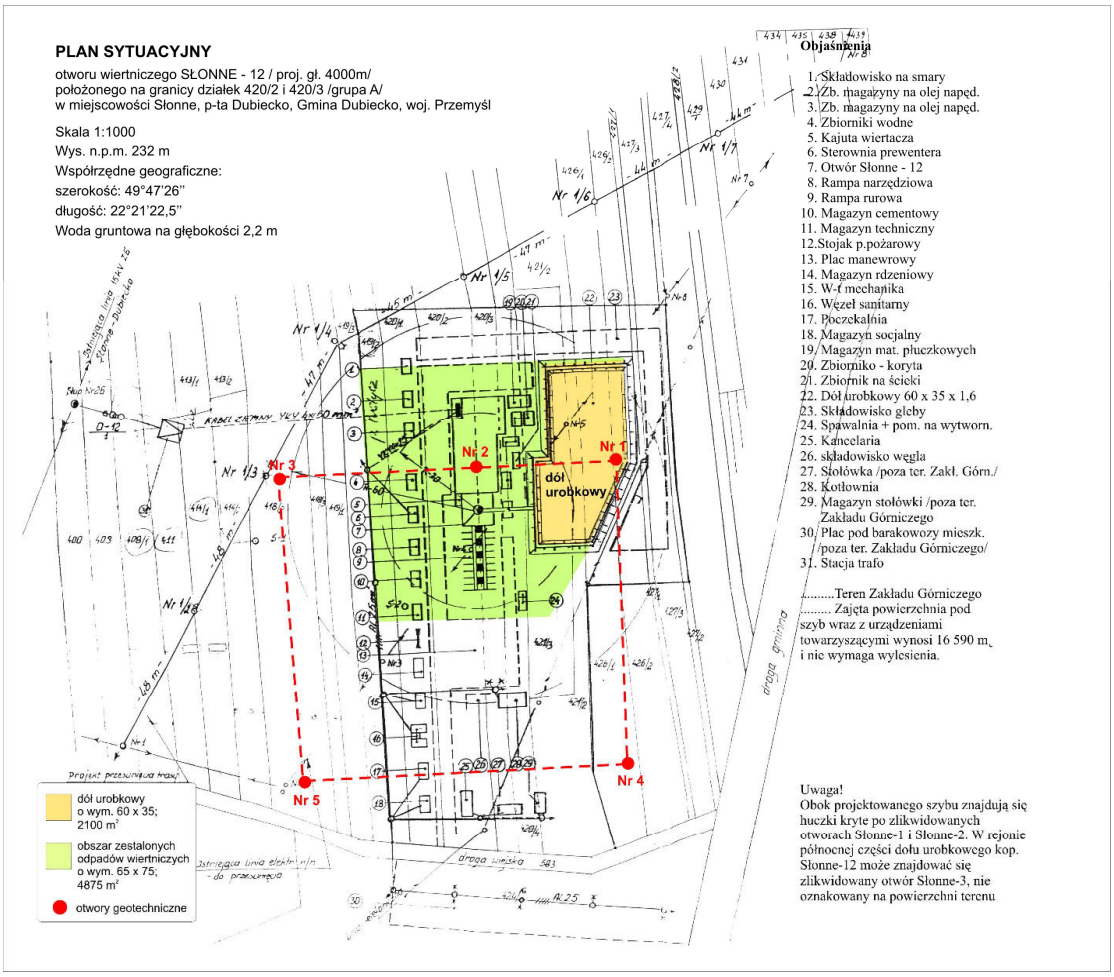
- otwór Nr 1 do Nr 2 odległość 43 m
- otwór Nr 2 do Nr 3 odległość 60 m
- otwór Nr 3 do Nr 5 odległość 95 m
- otwór Nr 5 do Nr 4 odległość 80 m

Poboru prób dokonano za pomocą zestawu do ręcznego wiercenia firmy EJKELKAMP z wykorzystaniem świdrów EDELMANA, próbników i rur okładzinowych umożliwiających pobór prób do badań o nienaruszonej strukturze.

---

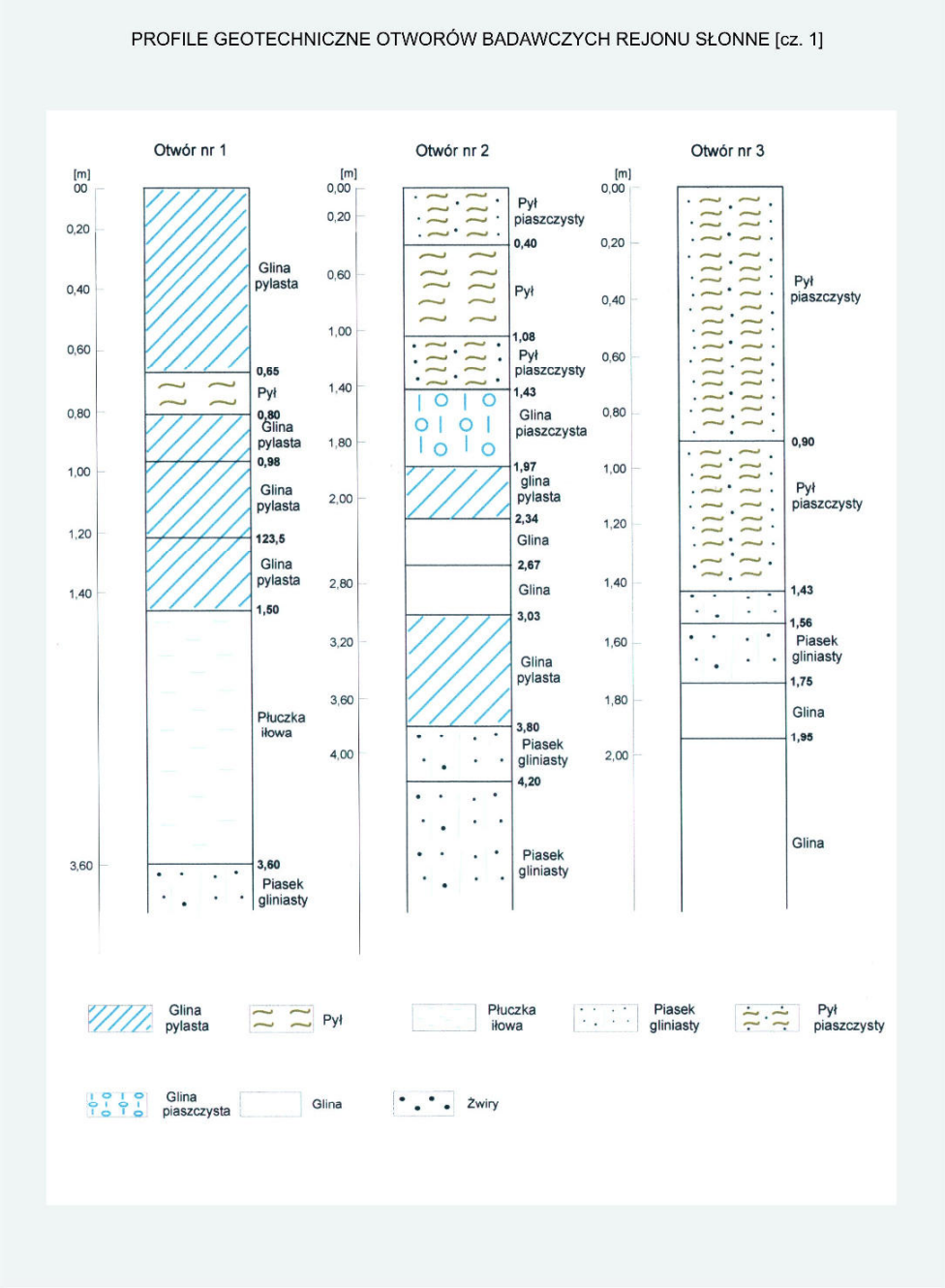
[3] Gonet A., *Opracowanie sposobu likwidacji skutków ekshalacji płynów złożowych i projektu rekultywacji gruntów w rejonie Słonnego*, AGH Kraków 2000 r.

Rys. 5. **Plan sytuacyjny otworu wiertniczego Słonne 12**



Źródło: Rymar S., Dokumentacja geotechniczna przydatności budowlanej podłoża w obrębie odwiertów Słonne 1 i 12, Krosno 2004 na zlecenie PGNiG Jasło Sp. z o.o.

Rys. 6. **Profile geotechniczne otworów badawczych rejonu Słonne**



Źródło: Rymar S., Dokumentacja geotechniczna przydatności budowlanej podłoża w obrębie odwiertów Słonne 1 i 12, Krosno 2004 na zlecenie PGNiG Jasło Sp. z o.o.

Badania makroskopowe wykonano wg PN-88/B/04481. Ocena przedstawia się następująco: w otworze sondażowym Nr 1 zlokalizowanym na obszarze antropogenicznym

(obszar dołu urobkowego) do głębokości 123,5 cm występuje grunt twardoplastyczny i półzwarty, mało wilgotny. Jest to głównie glina pylista o odcieniu brunatno, szarożółtej do szaroniebieskiej. Poniżej 123,5 cm do głębokości 360 cm występuje mokra mało zwarta masa płuczki iłowej o miąższości 210 cm. Poniżej od głębokości 360 cm zalegają piaski gliniaste, mało wilgotne barwy szarożółtej. Otwór sondażowy Nr 2 (lokalizacja na gruntach antropogenicznych). Do głębokości 108 cm występują grunty w postaci pyłu piaszczystego, barwy szarożółtej, zwarte mało wilgotne. Poniżej tej głębokości zalegają grunty w postaci glin pylistych, plastycznych i półzwartych o barwie szarozielonej. Są to grunty stabilizowane gipsem zalegające do głębokości 420 cm. Otwór sondażowy Nr 3 (lokalizacja na gruntach rodzimych). Do głębokości 90 cm występują pyły piaszczyste, mało wilgotne barwy brunatnej i żółtobrązowej o konsystencji zwartej i półzwartej. Poniżej do głębokości 156 cm zalegają piaski gliniaste mało wilgotne barwy brązowej o konsystencji zwartej. Następną warstwę stanowią gliny barwy szarozielonej do brązowej mało wilgotnej, twardo plastyczne występujące również poniżej 195 cm.

Otwór sondażowy Nr 4 (lokalizacja na gruntach rodzimych). Do głębokości 177 cm występują warstwy pyliste, mało wilgotne, półzwarte i zwarte o kolorze żółtobrunatnym do brunatnego. W przedziale głębokości 177–335 cm glina piaszczysta beżowa, mało wilgotna o konsystencji plastycznej. Poniżej 420 cm nawiercono warstwę żwirów.

Otwór sondażowy Nr 5 (lokalizacja na gruntach rodzimych). Do głębokości 93 cm występują pyły brunatne i jasnobrązowe, mało wilgotne o konsystencji półzwartej i twardoplastycznej. Następną warstwą o miąższości 108 cm sięgającą do głębokości 165 cm stanowi glina twardoplastyczna, brunatna o małej wilgotności. Przedział głębokości 273 do 399 cm o miąższości 97 cm stanowią gliny pyliste, plastyczne, mało wilgotne, barwy brunatnozielonkawej. Pod nimi zalega warstwa piasku gliniastego o konsystencji półzwartej, mało wilgotnego o odcieniu zielonkawym. Strop żwirów nawiercono na głębokości 532 cm.

Wyniki badań terenowych gruntów w otworach sondażowych zestawiono w tabeli 3.

Tab. 3. **Wyniki badań terenowych gruntów antropogenicznych, miejscowość Słonne – fragment – otwór Nr 1**

Nr otworu	Nr próby	Głębokość pobrania [cm]	Miąższość [cm]	Liczba wałeczkowań			Stan gruntu	Rozcieranie grupa gruntu	Wilgotność	Rodzaj gruntu
				1	2	3				
1	2	3	4	5	6	7	9	10	11	15
1	7	20	65	1	1	-	Twardoplastyczny	III	Małowilgotny	Glina pylasta
1	1	65	15	0	0	-	Półzwarty	III	Małowilgotny	Pył
1	2	80	70	2	3	2	Twardoplastyczny	III	Małowilgotny	Glina pylasta

1	3	98		2	2	-	Twardoplastyczny	III	Małowilgotny	Glina pylasta
1	4	123,5		2	2	-	Twardoplastyczny	III	Małowilgotny	Glina pylasta
1	5	150	210	-	-	-	-	-	Mokry	Płuczka iłowa
1	6	360	Strop piasków gliniastych	-	-	-	Zwarty	I	Małowilgotny	Piasek gliniasty

Źródło: Rymar S., Dokumentacja geotechniczna przydatności budowlanej podłoża w obrębie odwiertów Słonne 1 i 12, Krosno 2004 na zlecenie PGNiG Jasło Sp. z o.o.

3.2. Wilgotność gruntu

Zbadana laboratoryjnie wg PN-88/B-04481 wilgotność naturalna gruntów została ograniczona do przedziału głębokości średnio 1 do 1,5 m, co wynika z charakteru dokumentacyjnego związanego ze strefą przemarzania gruntów przyjmowaną od 1,2 do 1,4 m. Określenia wilgotności warstw dokonano w oparciu o próby z otworów sondażowych Nr 1 i Nr 2 zlokalizowanych w obszarze gruntów antropogenicznych oraz o badania w otworach Nr 1 i 3, zlokalizowanych w obszarze gruntów rodzimych. Wilgotność ta waha się w granicach 19,4% do 27,8%.

3.3. Granica płynności

Granice płynności i wskaźnik wilgotności wykonano w oparciu o normy PN-88/B-04481 aparatem CASSAGRANDE typu APG-2a. Zgodnie z normą do oznaczenia granicy płynności wykonano po pięć prób. Wskaźnik wilgotności zmienia się w granicach 29,27% do 31,25%. Na głębokości 195 cm wskaźnik płynności W_L wynosi 22,17% natomiast wskaźnik plastyczności wynosi 21,47% do 23,23%.

W związku z tym, że charakter pobranych prób w pozostałych otworach jest bardzo zbliżony, można określić, posługując się nomogramem Casagrande'a w dostosowaniu do norm PN 86/B-02480, że na badanym obszarze występują grunty średnio spoiste oraz grunty spoisto-zwięzłe w badanych przedziałach głębokościowych. Wykazują średnią tendencję do płynięcia. Opierając się na klasyfikacji Wiłuna, tego typu grunty pod względem przydatności jako podłoże budowlane można zaliczyć w kategoriach „dobra do złej", szczególnie w odniesieniu do budowli inżynierskich typu drogi.

3.4. Oznaczenie stopnia plastyczności

Obejmuje wyznaczenie wilgotności naturalnej *W* w procentach oraz granicę płynności W_L. Stopień plastyczności wyznaczono w oparciu o nomogram Cassagrande'a.

Oznaczenia gruntów:
- M – pyły – znajdują się poniżej linii A, podzielone na 5 grup oznaczonych symbolami: ML, MJ, MH, MV, ME,
- SF – piaski drobne,
- S.C. – piaski z niewielką domieszką iłu, przedział od 10–20%.

Badane grunty w poszczególnych otworach posiadają współczynniki wilgotności:
- otwór Nr 1 – próba 1,6 – 27,20%
- otwór Nr 1 – próba 1,7 – 24,20%
- otwór Nr 3 – próba 3,2 – 30,05%
- otwór Nr 3 – próba 3,4 – 21,40%
- otwór Nr 3 – próba 3,7 – 22,17%

Zgodnie z przyjętą metodyką badań zostają one zakwalifikowane do gruntów spoistych o niskiej plastyczności, gdyż granica płynności określona współczynnikiem W_L zawiera się w przedziale W_L = 20 – 35% i oznaczona symbolem L – low. Opierając się na klasyfikacji Casagrande'a, pod kątem przydatności jako podłoże budowlane, jest oceniana jako zła.

3.5. Badania edometryczne – ściśliwość gruntów

Badania edometryczne wykonano na próbach pobranych z otworu sondażowego Nr 4 zlokalizowanego w obszarze gruntów rodzimych. Badania wykonano na próbach pobranych z przedziału głębokości: strop 153 cm, spąg 155 cm, tj. kierując się zasadą wydzieleń gruntów informacyjnych o nośności podłoża w głębokościach fundamentowania budowli.

Badanie ściśliwości gruntu w edometrze jest badaniem modelowym polegającym na stopniowym obciążeniu próbki gruntu umieszczonej w metalowym pierścieniu (warunki uniemożliwiające boczną rozszerzalność próbki). Warunki te w dość dużym stopniu odpowiadają warunkom pracy gruntu w naturze pod obciążeniem fundamentowym.

3.6. Gęstość

Gęstość utworów gruntowych zalegających w poszczególnych otworach sondażowych zbadano metodą aerometryczną wykonując pomiary laboratoryjne przy temp. 20^0C oraz dokonując oznaczeń co 30 minut przez okres 24 godzin. Z każdej warstwy w otworze sondażowym wykonano pomiary gęstości i przedstawiono wyniki w postaci liczbowej wg następujących zestawień:

Tab. 4. **Otwór Nr 1. Charakterystyka utworów gruntowych**

Próba Nr	Głębokość pobrania [cm]	Rodzaj gruntu	Gęstość właściwa Mg/m^3	Wilgotność
1.1	65	Pył szarożółty	2,67	22,45 %
1.3	98	Glina pylasta szaroniebieska	2,67	26,63 %
1.4	123,5	Glina pylasta niebieskawa	2,67	27,81 %
1.6	360	Piasek gliniasty szarożółty	2,66	19,42 %

∗ na głębokościach od 150 cm do 360/210 cm występuje płuczka iłowa o konsystencji półpłynnej

Źródło: Rymar S., Dokumentacja geotechniczna przydatności budowlanej podłoża w obrębie odwiertów Słonne 1 i 12, Krosno 2004 na zlecenie PGNiG Jasło Sp. z o.o.

Gęstość utworów gruntowych zmienia się w otworze sondażowym Nr 1, przyjmując wartości 2,67 Mg/m^3 dla pyłów i glin pylastych do 2,66 Mg/m^3 dla piasków gliniastych. Bardzo podobne wyniki uzyskano w pozostałych otworach sondażowych dla warstw o podobnej charakterystyce.

3.7. Chemizm wód gruntowych – klasy zawartości węglanów

W badanym obszarze wykonano w trzech otworach sondażowych oznaczonych kolejno numerami Nr 1, Nr 3 badania na zawartość $CaCO_3$. W otworze Nr 1 wykonano 6 oznaczeń w dwóch pozostałych po 5 oznaczeń. Wszystkie oznaczenia wg normy PN-88/B-04481 zakwalifikowane zostały do klasy I . Występowanie w wodzie chlorków jest stosunkowo niskie i w tym stężeniu nie oddziaływuje szkodliwie na beton. Oddziaływania szkodliwe pojawiają się, jeżeli ich stężenie przekracza wartość ponad 10 g/l[4].

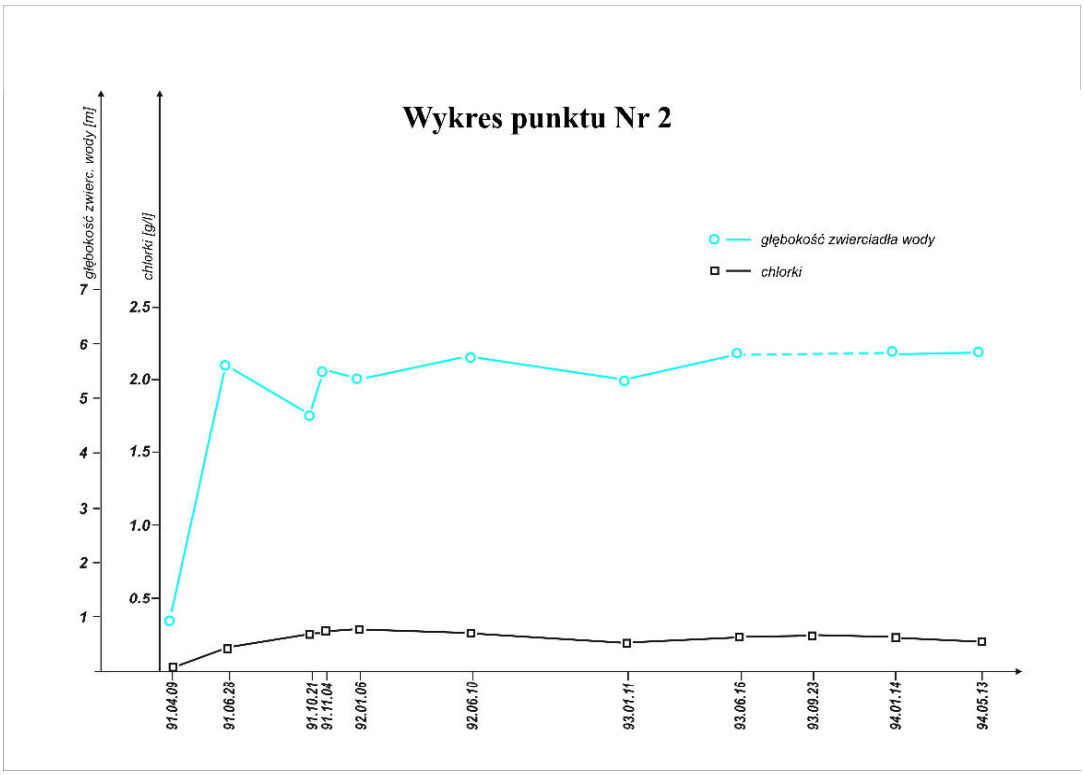
4. Poziom wód gruntowych

Pomiary poziomu wód były związane z poborem próbek wody na stężenie chlorków. Cały badany obszar leży w zasięgu terasy Sanu. Poziomy zwierciadeł wód gruntowych w otworach sondażowych były bardzo zróżnicowane. Ogólnie można przyjąć, że kształtują się od poziomu 0,7 m do 2,2 m, co z punktu widzenia przydatności danego obszaru pod zabudowę jest czynnikiem niekorzystnym[5].

[4] Instrukcja sporządzania mapy warunków geologiczno-inżynierskich w skali 1:10 000 i większej dla potrzeb planowania przestrzennego w gminach. Ministerstwo Środowiska, Warszawa 1999, zał. 3, s. 48.

[5] Rymar S., *Dokumentacja geotechniczna przydatności badawczej podłoża w obrębie obiektów Słonne 1 i Słonne 12*, Krosno 2004, na zlecenie PGNiG Jasło, s. 32.

Rys. 7. **Wykres głębokości zwierciadła wody i zawartości chlorków – punkt pomiarowy Nr 2**



Źródło: Gonet A., Opracowanie sposobu likwidacji skutków ekshalacji płynów złożowych i projektu rekultywacji gruntów w rejonie Słonnego, AGH Kraków 2000 r.

Podsumowanie

1. Badany obszar o powierzchni 9785 m^2 stanowi stosunkowo niewielki wycinek terenu, ale najbardziej charakterystyczny, gdyż obejmuje zarówno grunty antropogeniczne położone na tym obszarze, jak również grunty o strukturze rodzimej.

2. Pomiary zawartości metanu w powietrzu glebowym nie wykazują stężenia, które stanowiłoby bezpośrednie zagrożenie. Jednakże należy nadal prowadzić okresowy monitoring środowiska, który dałby obraz zmian w czasie na etapie ocen geotechnicznych.

3. Warunki podłoża budowlanego na badanym obszarze są niekorzystne dla budownictwa. Wynika to z następujących uwarunkowań:

– obszar pyłów piaszczystych i glin pylastych o znacznej wilgotności naturalnej (średnio 20%) cechującej się stosunkowo dużą gęstością, a także skłonnością do odkształceń plastycznych. Wskazują na to czynniki określające granice płynności, a także badania edometryczne.
– stosunkowo duża wilgotność naturalna może niekorzystnie wpływać na zwiększenie strefy przemarzania określonej dla tych warunków klimatycznych do głębokości 1,40 m.

- poziom wód gruntowych jest bardzo zmienny od 0,7 do 2,2 m, co eliminuje w zasadzie wszelkie podpiwniczenia budynków bez zabezpieczeń przeciwwodnych. Analizując profile otworów badawczych, należy uznać, że woda występuje na tej głębokości w piaskach gliniastych ekranowanych od spodu niewielkimi wkładkami glin pylastych, pod którymi zalegają również piaski gliniaste oraz żwiry.
- obszar gruntów antropogenicznych występuje głównie w obrębie zlikwidowanych otworów wiertniczych, który stanowią powierzchnie dołów urobkowych. Decyduje o tym fakt zalegania na głębokościach objętych fundamentowaniem warstw płuczki iłowej o bardzo małej stabilizacji. Obszary te winny być wydzielone bardzo dokładnie na podstawie siatki wierceń otworów sondażowych.

Zalecenia i uwagi ogólne

W związku z tym, że na całym badanym obszarze była prowadzona działalność wiertnicza w bardzo skomplikowanych warunkach geologicznych, do końca nie można wyeliminować zagrożenia metanowego (bardzo powolnego w czasie) głównie w strefie dyslokacji, która może mieć wpływ na warunki powierzchniowe w postaci:

- gromadzenia się solanki i węglowodorów w utworach czwartorzędowych,
- wzrostu zasolenia wody,
- zmiany warunków hydrodynamicznych.

Obszar ten należy zaliczyć na mapie przydatności budowlanej jako obszar A, w którym należy unikać lokalizacji obiektów budowlanych. Obszar pozostały można zaliczyć jako obszar o ograniczonej przydatności dla budownictwa (symbol B). Część tego obszaru można zaliczyć jako kategorię B-8, tj. obszar piasków i żwirów z wodą gruntową na głębokościach 0,5–2,0 m, pozostały obszar zwłaszcza w strefie zlikwidowanych otworów wiertniczych jako obszar gruntów antropogenicznych oznaczonych symbolem B-11.

Literatura:

1. *Tektonika*. Praca zesp., Polskie Towarzystwo Geologiczne, Kraków 1953, t. I.
2. Dudek J., *Analiza i ocena stanu zagrożenia gazowego środowiska i bezpieczeństwa w rejonie Słonnego*. SITPNiG Kraków, 1994.
3. Gonet A., *Opracowanie sposobu likwidacji skutków ekshalacji płynów złożowych i projektu rekultywacji gruntów w rejonie Słonnego*. AGH Kraków, 2000.
4. Rymar S., *Dokumentacja laboratoryjna badań geotechnicznych, rejon Słonne, gmina Dubiecko.* PWSZ Krosno, 2004.
5. Materiały niepublikowane, udostępnione przez PGNiG Jasło, Sp. z o.o.