



Państwowy Instytut Geologiczny

Państwowy Instytut Badawczy

ul. Rakowiecka 4,

00-975 Warszawa

PROJEKT ROBÓT GEOLOGICZNYCH

na wykonanie badań geofizycznych w otworze wiertniczym Pieszycy GT-1

gmina: Pieszycy
powiat: dzierzoniowski
województwo: dolnośląskie

Opracowali:

mgr inż. Tomasz Górka
upr. geol. nr.....

mgr Iwona Sieniawska
dr inż. Łukasz Jasiński
dr Andrzej Głuszyński
dr Piotr Słomski
mgr Bartłomiej Grochmal
mgr Kamil Bulcewicz
mgr Magdalena Furca
mgr inż. Agnieszka Oniszczyk

Wrocław, marzec 2024

Część tekstowa (Część I)

1. Wstęp.....	3
2. Lokalizacja zamierzonych robót geologicznych, zagospodarowanie terenu, waloryzacja przyrodnicza	4
3. Omówienie wyników przeprowadzonych wcześniej robót.....	5
4. Budowa geologiczna, warunki hydrogeologiczne	7
5. Przedstawienie możliwości osiągnięcia celu robót geologicznych.....	14
6. Określenie próbek geologicznych podlegających przekazaniu, harmonogramu zamierzonych robót geologicznych, wpływu robót geologicznych na obszary chronione, rodzaju dokumentacji geologicznej.....	17
7. Literatura	19
8. Kopia zgody właściciela obiektu na wykonanie pomiarów geofizycznych.....	22

Część graficzna (Część II)

1. Mapa topograficzna rejonu planowanych robót w skali 1 : 25 000,
2. Mapa sytuacyjno-wysokościowa rejonu planowanych robót w skali 1 : 5 000,
3. Mapa geologiczna rejonu planowanych robót w skali 1 : 15 000,
4. Uproszczony przekrój geologiczny.
5. Karta geologiczno-techniczna otworu Pieszyce GT-1 w skali 1 : 1 000.
6. Mapa geośrodowiskowa rejonu planowanych robót w skali 1:25 000

1. Wstęp

W ramach realizacji zadania państwowej służby geologicznej pn. „*Atlas geotermalny Sudetów i ich przedpola*” przewiduje się wykonanie uzupełniających badań geofizyki otworowej, których głównym zadaniem jest dostarczenie danych w celu szerszej analizy geologiczno-strukturalnej obszaru Sudetów. Ze względu na brak możliwości wykonania głębokich otworów badawczych w ramach wspomnianego wyżej zadania PSG, zaplanowano wykonanie profilowań geofizycznych w istniejących otworach wiertniczych. Jednym z takich otworów jest otwór Pieszyce GT-1.

Otwór Pieszyce GT-1 został wykonany na zlecenie BDM Forteczna Sp. z o.o. (ul. Cicha 4, 58-200 Dzierżonów) w oparciu o „Projekt robót geologicznych poszukiwania wód termalnych otworem Pieszyce GT-1 w Pieszycach”, zatwierdzony Decyzją Marszałka Województwa Dolnośląskiego z dn. 16.11.2018 r.

W ramach realizacji robót zgodnie z projektem wykonano otwór wiertniczy Pieszyce GT-1 o głębokości końcowej 2500 m, który w założeniu miał dostarczyć wody termalne do celów ciepłowniczych (ogrzewania projektowanych własnych obiektów, Specjalistycznego Szpitala Chorób Płuc w Rościszowie oraz obiektów Gminy Pieszyce) oraz w drugiej kolejności balneologiczno-rekreacyjnych.

Współrzędne lokalizacji robót geologicznych

Xp (EPSG 2180)	318488,23
Yp (EPSG 2180)	327709,33
Z terenu (Kronsztadt86)	495,84

Tab.1. Współrzędne lokalizacji robót geologicznych

W ramach robót geologicznych objętych niniejszym Projektem przewiduje się wykonanie uzupełniających pomiarów geofizycznych w istniejącym otworze.

Prezentowany projekt robót geologicznych został opracowany pod kierunkiem mgr inż. Tomasza Górki przez Zespół w składzie: mgr Iwona Sieniawska, dr inż. Łukasz Jasiński, dr Andrzej Głuszyński, dr Piotr Słomski, mgr Bartłomiej Grochmal, mgr Kamil Bulcewicz, mgr Magdalena Furca, mgr inż. Agnieszka Oniszczyk.

2. Lokalizacja zamierzonych robót geologicznych, zagospodarowanie terenu, waloryzacja przyrodnicza

Lokalizacja zamierzonych robót:

Otwór wiertniczy Pieszycy GT-1 położony jest w gminie Pieszycy w powiecie dzierzoniowskim, w województwie dolnośląskim, na działce 837/1, należącej do Inwestora. Geograficznie, otwór Pieszycy GT-1 położony jest na granicy pomiędzy Górami Sowimi i Kotliną Dzierżoniowską, około 1,5 km na zachód od centrum miasta Pieszycy.

Zagospodarowanie terenu:

Otwór Pieszycy GT-1 został wykonany na działce 837/1, obręb Środkowe. Działka ta obejmuje głównie pastwiska trwałe, a podrzędnie także grunty zadrzewione i zakrzewione, jak również grunty orne. Tereny otaczające ją od zachodniej strony mają podobne cechy, natomiast od wschodniej strony dominują uprawy (grunty orne). W obszarze zadrzewionym, około 50 m na południe od otworu Pieszycy GT-1, płynie ciek wpadający do Pieszycyckiego Potoku. Dojazd możliwy jest z ulicy 3 Maja w Pieszycach. Linia wysokiego napięcia przebiega około 170 m na wschód. Teren ten znajduje się poza obszarem zagrożenia powodziowego, najbliższy dom oddalony jest o 350 m na północny wschód.

Waloryzacja Przyrodnicza, Zabytkowe Obiekty Chronione:

Otwór Pieszycy GT-1 leży u stóp Gór Sowich, na krawędzi tych gór i Kotliny Dzierżoniowskiej, około 400-500 m na południowy zachód od granicy lasu. W bezpośrednim sąsiedztwie otworu przebiegają granice dwóch obszarów chronionych:

- Obszaru Natura 2000 - obszaru siedliskowego Ostoja Nietoperzy Gór Sowich (PLH 020071)
- Parku Krajobrazowego Gór Sowich.

Dodatkowo, w odległości około 300 m na zachód i północny zachód rozciąga się Obszar Chronionego Krajobrazu Gór Bardzkich i Sowich.

Obszar Natura 2000 - Ostoja Nietoperzy Gór Sowich o powierzchni 213 km² obejmuje północną część grzbietu głównego Gór Sowich, od Przełęczy Walimskiej (750 m n.p.m.) do Przełęczy Woliborskiej (711 m n.p.m.), włączając najwyższe partie pasma oraz masyw Włodarza. Występują tu różnorodne typy gleb, z dominacją gleb brunatnych oraz gleb opadowoglejowych związanych z terenami podmokłymi. Obszar ten charakteryzuje się trzema piętrami wysokościowymi, co wpływa na różnorodność siedlisk i fauny. Na terenie ostoi znajdują się istotne miejsca zimowania nietoperzy, w tym rzadkich gatunków takich jak mopka (*Barbastella barbastellus*) i nocka dużego (*Myotis myotis*), a także występują cenne

gatunki motyli, takie jak modraszka telejusa (*Phengaris teleius*) i modraszka nausitousa (*Phengaris nausitous*). Wśród siedlisk przyrodniczych wyróżnia się kompleks łąk, borów iglastych oraz torfowisk górskich, stanowiących istotne obszary dla zachowania różnorodności biologicznej. Istotne jest także występowanie kwaśnych buczyn, potencjalnych obszarów żerowania dla nietoperzy, jak również obecność rzadkich gatunków roślin, takich jak zanokcica serpentynowa (*Asplenium adulterinum*).

Park Krajobrazowy Gór Sowich, o powierzchni 81,4 km², utworzony w 1991 r., stanowi środkową część pasma Gór Sowich, wraz z najwyższym szczytem Wielką Sową (1015 m n.p.m.) i masywem Włodarza (811 m n.p.m.). Jest to obszar o bogatej różnorodności fauny i flory, obejmujący m.in. siedliska muflonów, nietoperzy, traszki górskiej, salamandry plamistej oraz liczne gatunki roślin takie jak borówka czernica czy marzanka wonna. Charakterystycznym punktem krajobrazowym jest punkt widokowy na szczycie Wielkiej Sowy, z którego rozciąga się malownicza panorama Sudetów i Przedgórze Sudeckiego.

Obszar Chronionego Krajobrazu Gór Bardzkich i Sowich o powierzchni około 173 km² obejmuje główne grzbiety obu pasm górskich, w tym Góry Bardzkie w całości oraz północną i południową część Gór Sowich. Na obszarze tym dominują tereny leśne, stanowiące niemal 90% powierzchni. Występują tu liczne pomniki przyrody, zarówno ożywione jak i nieożywione, chronione ze względu na swoje naukowe, kulturowe i krajobrazowe wartości. Bogactwo siedlisk przyrodniczych obejmuje m.in. żyzne i kwaśne buczyny, lasy łęgowe nad górskimi potokami oraz lasy jaworowe i klonowo-lipowe, które stanowią istotne elementy krajobrazu regionu.

Obszary te stanowią istotne elementy przyrodnicze i krajobrazowe Dolnego Śląska, wymagające szczególnej ochrony i monitorowania ze względu na swoją wartość ekologiczną i kulturową.

3. Omówienie wyników przeprowadzonych wcześniej robót

Rozpoznanie budowy geologicznej i warunków hydrogeologicznych w rejonie planowanego ujęcia oparto na szerokim zakresie publikowanych i niepublikowanych prac z dziedziny geologii, hydrogeologii, hydrologii i ochrony środowiska naturalnego, w tym wód podziemnych. Autorzy niniejszego projektu wykorzystali wyniki własnych badań, prowadzonych przez wiele lat w tej części Sudetów, oraz przeprowadzone w okolicy badania geofizyczne, które miały kluczowe znaczenie dla lokalizacji otworu.

Badania dotyczące budowy geologicznej oraz tektoniki Gór Sowich prowadzone były w tym rejonie od lat 20. XX wieku. Wśród tych badań należy wymienić prace takich naukowców jak H. Cloos (1922), F. Zeuner (1928) czy M. Schwarzbach (1942). Po II wojnie światowej prace te kontynuowali m.in. J. Badura, S. Cwojdzński, Z. Cymerman, B. Dumanowski, S. Dyjor, W. Grocholski, J. Oberc, B. Przybylski, H. Teisseyre, A. Żelaźniewicz (m.in. Badura, Przybylski, 2000; Cwojdzński, Żelaźniewicz, 1995; Dumanowski, 1961; Dyjor, 1975; Oberc, 1972, 1983; Przybylski, Badura, 1997; Teisseyre, 1975; Żelaźniewicz, 1987, 1990; Żelaźniewicz i in., 2011). Dużo uwagi poświęcono genezie sudeckiego uskoku brzeżnego, na co wskazują prace takich badaczy jak J. Oberc i S. Dyjor (Oberc, 1968; Oberc, Dyjor, 1969) czy J. Badura, D. Krzyszkowski i P. Migonia (Badura i in., 2003; Krzyszkowski, 1994; Krzyszkowski i in., 1995; Migoń, 1995). W badaniach petrograficznych skał masywu sowiogórskiego kluczową rolę odegrali R. Kryza (1981), R. Orłowski (1983) oraz W. Grocholski (1985). Ponadto wiele prac poświęcono sedimentacji utworów kenozoicznych, w tym w obrębie zapadlisk przedsudeckich (Dyjor S., 1993; 1995; Dyjor, Kuszell, 1977; Jahn, Szczepankiewicz, 1967; Osijuk, Piwocki, 1972).

Badania z zakresu hydrogeologii również były prowadzone intensywnie, obejmując zarówno skalę regionalną, jak i lokalną. Autorzy badali zagadnienia związane z zasobami wód podziemnych oraz budową nowych ujęć. Prace w tym obszarze są głównie reprezentowane przez publikacje S. Staśko (Fistek, Staśko, Zieliński, 1995; Staśko, 1996; Staśko, Chodacki, 2014; Staśko, Tarka, 1994; Staśko, Wojtkowiak, 2001, 2004), choć warto również wspomnieć o wybranych pracach innych naukowców (Kowalski, 1992; Kryza, 1995; Marszałek, Chudy, Wysocki, 2011).

Badania geofizyczne w rejonie planowanego otworu zostały przeprowadzone w celu dokładnego zrozumienia budowy bloku sudeckiego i przedsudeckiego. W 2018 roku wykonano badania magnetotelluryczne, które miały kluczowe znaczenie dla lokalizacji otworu Pieszyce GT-1 o głębokości 2,5 km. Badania te doprecyzowały lokalizację sudeckiego uskoku brzeżnego oraz potwierdziły możliwość występowania wód szczelinowych na dużych głębokościach.

Badania geoelektryczne, przeważnie służące do rozpoznania budowy geologicznej oraz lokalizacji zasobów wód podziemnych, również zostały przeprowadzone w okolicy projektowanego otworu.

Podsumowując, rozpoznanie geologiczne oraz hydrogeologiczne tego obszaru opierało się na wieloletnich badaniach naukowych oraz analizach geofizycznych, które dostarczyły istotnych informacji dla lokalizacji i zrozumienia warunków panujących w rejonie.

4. Budowa geologiczna, warunki hydrogeologiczne

Położenie obszaru robót geologicznych:

Otwór Pieszyce GT-1 został wykonany w obrębie masywu gnejsowego Gór Sowich, znajdującego się w strefie sudeckiego uskoku brzeżnego (patrz rysunek 1). Uskok ten dzieli masyw sowiogórski na wyniesioną część sudecką i obniżoną przedsudecką. Stanowi on również południowo-zachodnią granicę tektonicznego rowu podgórskiego, który biegnie wzdłuż krawędzi Sudetów. Omawiany obszar znajduje się w południowym krańcu rowu Mokrzeszowa, blisko wyniesienia gnejsowego podłoża, które oddziela rów Mokrzeszowa od rowu Ząbkowic.

Najstarsze skały w rejonie otworu Pieszyce GT-1 to krystaliczne skały z okresu proterozoiku i dewonu, które budują masyw sowiogórski. Lokalnie, w zagłębieniach tektonicznych, głównie w części sudeckiej, występują osady dolnokarbońskie bezpośrednio na zdenudowanej powierzchni gnejsów. Skały z okresu późnego paleozoiku do wczesnego mezozoiku występują przede wszystkim w części przedsudeckiej, zwłaszcza w podgórskich rowach tektonicznych. Najmłodsze skały czwartorzędowe tworzą na obszarze przedgórskim stosunkowo ciągłą pokrywę, podczas gdy w obszarze górskim występują głównie w postaci izolowanych płatów oraz wypełniają doliny rzeczne.

Dominującym typem skały w masywie gnejsowym Gór Sowich są gnejsy oligoklazowo-biotytowe, często występujące w postaci migmatytów, które powstały w wyniku selektywnego procesu anatektycznego. Głównymi minerałami tworzącymi te skały są kwarc, oligoklaz i biotyt, obok których występują mikroklin, granat i sylimanit (często w postaci włóknistego fibrolitu), a lokalnie także dysten i kordieryt. Obok gnejsów oligoklazowo-biotytowych czasami można spotkać gnejsy dwułyżczykowe z dużą zawartością mikroklinu. Odmiany te często przechodzą w gnejsy oczkowe, które powstały w wyniku procesów metasomatycznych zachodzących w strefach intensywnych zaburzeń tektonicznych. Występują także gnejsy hornblendowe, które zawierają hornblendę oprócz kwarcu

i plagioklazów, oraz skały żyłowe takie jak porfiry, porfiryty i kersantyty. Wśród nich wyróżniają się pegmatyty berylowe, które występują między innymi w okolicach Różanej, Kamionek oraz Owiesna, charakteryzujące się obecnością kryształów berylu o długości do 15 cm.

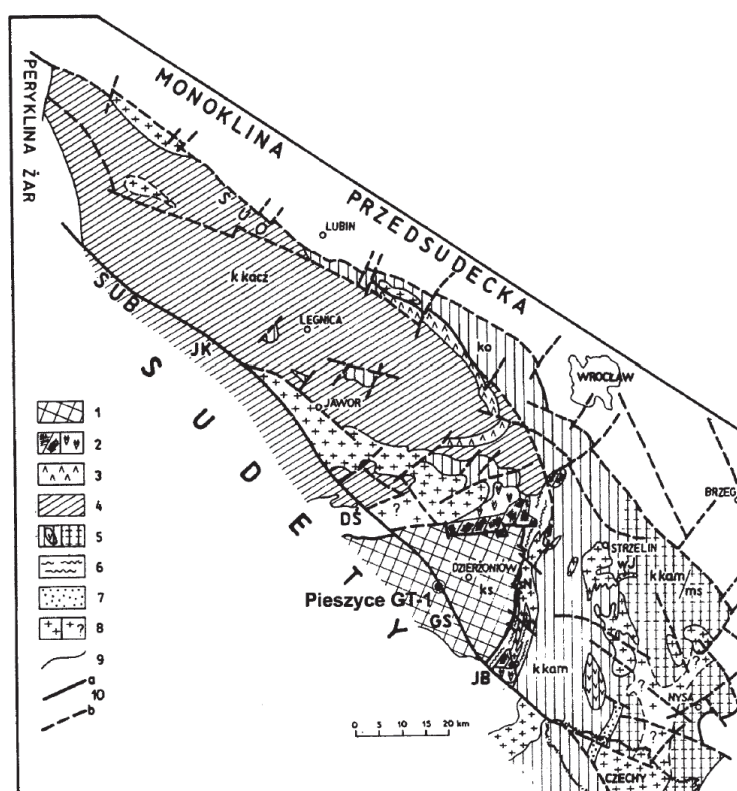
Pod względem teksturalnym wyróżnia się kilka odmian gnejsów, takich jak masywne bardzo drobnoziarniste, łusczkowe, smużyste, słojuowe, oraz mniej powszechne oczkowe, grubosoczewkowe i guzkowe. Migmatyty można podzielić na dwie główne grupy: flebity, które obejmują migmatyty warstewkowe i żyłkowe, oraz nebulity, które są w dużej mierze homofaniczne. W rejonie Gór Sowich wśród migmatytów warstewkowych można wyróżnić co najmniej dwa typy genetyczne: metamorficzne wenity oraz iniekcyjne arteryty, chociaż nebulity prawdopodobnie mają charakter diatektytów, czyli skał utworzonych przy intensywnym anatektycznym nadtapianiu.

W rejonie Rościszowa powszechnie spotyka się migmatyty o szarej barwie i średnioziarnistej strukturze, z teksturami smużystymi, nebulitycznymi i homofonicznymi, zawierające relikty struktur flebitowych i stromatycznych. Skład mineralny tych skał grafitopodobnych obejmuje kwarc (38%), plagioklasy (47%), biotyt (10%), muskowitz (3%), mikroklin (<1%), apatyt (ok. 0,5%) oraz niejednolite rozproszone ziarna granatu i zmuskowitzowanego sylinanitu.

Trwały spór dotyczy genezy gnejsów i migmatytów sowiogórskich. Obecnie główna teoria sugeruje, że główne odmiany tych skał mogą pochodzić z drobnoziarnistych osadów piaszczysto-mułowcowych i szarogłazów, które miejscami zawierają składniki ilaste. Składy tych skał są na tyle zróżnicowane, że nie można uzyskać migmatytów poprzez dyferencjację in situ. Z tego powodu migmatytyzacja prawdopodobnie była procesem selektywnym, dotyczącym tylko niektórych odmian skał w zróżnicowanej serii skał wyjściowych, a proces anatektyczny odgrywał podrzędną rolę.

Poza obszarem planowanych prac występują osady dolnego karbonu, reprezentowane głównie przez zlepieńce, piaskowce i rzadziej łupki ilaste. Miąższość tych osadów szacuje się na około 200 metrów. Lokalnie zarówno gnejsy, jak i osady karbonu, są przecinane przez waryscyjskie żyły porfirów i lamprofirów, a także neogeńskie bazalty. Najstarszymi skałami kenozoicznymi są tzw. regolity - zwietrzeliny ilaste z odłamkami miejscowych skał, zaliczane do wieku paleogeńskiego, które występują nad powierzchnią gnejsów oraz serpentynitów.

Są one głównie cienkimi pokrywami, choć w zagłębieniach ich miąższość może przekraczać 100 metrów. Osady oligoceńskie występują wyłącznie w zagłębieniach krystalicznego podłoża na Przedgórzu Sudeckim, sięgając głębokości 440 metrów w rowie tektonicznym Mokrzeszowa. Występujące tam piaski i żwirowce z wkładkami zapiaszczonych mułków reprezentujące osady rzek o zmiennych przepływach. Żwirowce te akumulowały się podczas gwałtownych spływów błotnych. Natomiast na nich osadzały się utwory neogeńskie, głównie osady wieku mioceneskiego, takie jak iły z wkładkami węgla brunatnego oraz muły i żwiry.



Rysunek 1. Lokalizacja otworu Pieszyce GT-1 na tle szkicu geologicznego podkenozoicznej powierzchni bloku przedsudeckiego (Cwojdzński, Żelaźniewicz, 1995).

Na przełomie miocenu i pliocenu sedimentacja została przerwana wskutek rozwoju ruchów tektonicznych wzdłuż sudeckiego uskoku brzeżnego. Pliocen to okres intensywnej denudacji w Sudetach oraz osadzania się na ich przedpolu osadów żwirowo-piaszczysto-gliniastych, identyfikowanych z serią Gozdniczy. Akumulacja w strefach zapadliskowych trwała aż do schyłku neogenu.

W okresie plejstocenu na omawianym obszarze miały miejsce trzy transgresje lądolodów skandynawskich. Dwie z nich, podczas zlodowaceń południowopolskich - Sanu 1 i Sanu 2, oraz jedna w czasie zlodowacenia środkowopolskiego - Odry. Skutkiem tych zjawisk była

znaczna redukcja starszych pokryw glin zwałowych, piasków i żwirów, które zachowały się jedynie w lokalnych obniżeniach. Z okresu zlodowacenia Odry zachowały się rozległe pokrywy glin zwałowych oraz osady wodnolodowcowe. Mułki, ropy i piaski były akumulowane w lokalnych obniżeniach i zastoiskach. W okresie interglacjału wielkiego, w głębokich rozcięciach osadów morenowych, akumulowane były mułki jeziorne. Po ustąpieniu lodowca Odry, doszło do rozcięcia dolin rzecznych i akumulacji nowych osadów, podczas gdy na wysoczyznach trwały procesy denudacji, erozji oraz powstawania pokryw lessowych.

Profil stratygraficzny kończą osady holocenu. W tym okresie nastąpiła erozja i akumulacja piasków i żwirów w dolinach rzecznych, formowanie się tarasów zalewowych oraz powstawanie mad na tarasach w okresach powodziowych.

Tektonika:

Ruchy pionowe w neogenie, związane z ostatnimi etapami formowania Alp i Karpat, doprowadziły w obrębie przedpola orogenu alpejskiego do blokowego wyniesienia i wyodrębnienia masywu czeskiego (Żelaźniewicz i inni, 2011). Masyw ten w swej części północno-wschodniej uległ rozczłonkowaniu na dwa duże, wzajemnie przemieszczone bloki. Jeden z nich to blok sudecki, ograniczony od NE przez sudecki uskoczek brzeżny, który oddziela go od przylegającego doń od północy, względnie obniżonego, bloku przedsudeckiego. Tworzą one wspólnie blok dolnośląski. W obrębie bloku dolnośląskiego blok sudecki i blok przedsudecki tworzone są, generalnie rzecz biorąc, przez skały tych samych jednostek tektonostratygraficznych. Blok dolnośląski stanowi zatem — wraz z całym masywem czeskim — obszar wychodni podłoża platformy zachodnioeuropejskiej.

Metamorficzny kompleks sowiogórski zajmuje centralną pozycję w mozaikowej strukturze Sudetów i charakteryzuje się skomplikowaną ewolucją tektoniczną oraz metamorficzną (Cymerman, Sztromwasser, 2015). Stanowi on wypiętrzony fragment głębokiego podłoża, ukazujący się na powierzchni wśród późniejszych łańcuchów fałdowych. Masyw Gór Sowich ma kształt trójkąta, którego brzegi przebiegają wzdłuż stref dyslokacyjnych, towarzyszących rozłomom, sięgającym głęboko w skorupę ziemską. Intruzje magmowe względnie silny wulkanizm występujący na obwodzie trójkąta sowiogórskiego w okresach wzmożonych ruchów tektonicznych wskazują głębokie założenie rozłomów (Teisseyre, 1975). W swej części górskiej masyw sowiogórski graniczy uskoczkowo na SE z fałdową strukturą bardzką, a na NW ze strukturą fałdową Świebodzie. W części przedsudeckiej północną granicę

masywu sowigórskiego stanowi uskoki dzielący go od masywu Ślęży, zaś wschodnią — strefa ścinania Niemczy.

Masyw sowiogórski, jak opisano powyżej, zbudowany jest głównie z kilku odmian gnejsów, w części migmatycznych, wśród których podrzędnie występują granulity, amfibolity i sporadycznie ultrabazyty. Protolitem gnejsów sowiogórskich były przede wszystkim szarogłazy oraz pelity osadzone w basenie neoproterozoiczno-kambryjskim, a podrzędnie — granitoidy intrudujące w okresie pomiędzy 490 Ma a 480 Ma. Metamorfizm tych skał, w warunkach górnej facji amfibolitowej, miał miejsce w interwale 385-360 Ma. W tym czasie zostały w nie tektonicznie włączone łuski granulitów, które powstały wcześniej, około 400 Ma, na większych głębokościach, pod wyższym ciśnieniem i przy nieco wyższej temperaturze (Żelaźniewicz i inni, 2011). Szybkie wypiętrzanie kompleksu sowiogórskiego w górne partie skorupy jest dokumentowane radiometrycznie (Ar-Ar i Rb-Sr) na 370-360 Ma. Dane te nie potwierdzają, długo uznawanego za pewnik, prekambryjskiego wieku kompleksu, choć taki wiek jest możliwy dla protolitów niektórych z tych skał.

Deformacje waryscyjskie zaznaczyły się we wnętrzu bloku sowiogórskiego tektoniką typu załomowego wyrażającą się powstaniem licznych zrębów i złożonych rowów tektonicznych. Zapadliska tektoniczne w Górach Sowich zostały wypełnione częściowo osadami karbonu dolnego. W rejonie projektowanych prac wydzieliła się zrąb Wielkiej Sowy, zrąb Lutomii-Rościszowa oraz zapadliska tektoniczne Glinna i Kamionek.

Brak utworów związanych z cyklem sedymentacyjnym permio-mezozoicznym wskazuje, że prawdopodobnie rejon Dzierżoniowa był w tym okresie lądem, fragmentem tzw. wyspy sudeckiej i ulegał degradacji.

Masyw gnejsowy Gór Sowich (masyw sowiogórski) jest rozcięty uskokiem sudeckim brzeżnym na dwie części: sudecką i przedsudecką. W paleogenie Góry Sowie tworzyły jeszcze całość z Przedgórzem Sudeckim, poddaną intensywnym procesom wietrzenia, przebiegającym w ciepłym i okresowo wilgotnym klimacie, w warunkach względnego spokoju tektonicznego. Ruchy tektoniczne, które nasilały się począwszy od Środkowego oligocenu, a swe apogeum osiągnęły w miocenie i pliocenie, spowodowały blokowe wypiętrzanie części Gór Sowich wzdłuż linii sudeckiego uskoku brzeżnego. Struktury paleozoiczne uległy wówczas spękaniom na liczne bloki i znacznym przemieszczeniom

panionym. W części przedgórskiej powstały obniżenia tektoniczne i morfologiczne powierzchni skał krystalicznych, przykryte osadami paleogenu, neogenu i holocenu.

Najgłębszym z nich jest rów Roztoki-Mokrzyszowa, w strefie którego wyodrębnia się głęboka „Rynna Dzierżoniowa”, o przebiegu zbliżonym do równoleżnikowego (Cymerman, Sztromwasser, 2015). Południowo-zachodnią granicę rowu stanowi prawie pionowa dyslokacja sudeckiego uskoku brzeżnego. Ponadto jest on pocięty uskokami poprzecznymi i podłużnymi, między innymi uskokiem Dobromierz-Świdnica o kierunku NW-SE. W plejstocenie, w okresie zlodowacenia południowopolskiego (zapewne także w okresie zlodowacenia Odry), do podnóża Gór Sowich dotarł lądolód skandynawski, wkraczając najgłębszymi dolinami w głąb masywu, o czym świadczy obecność osadów polodowcowych (piasków wodnolodowcowych i glin morenowych) zarówno w dnie doliny Bystrzycy, jak i na wysoko położonych zboczach. Utwory czwartorzędowe, często razem z podścielającymi je osadami neogenu, w czasie nasuwania się lądolodów ulegały zaburzeniom glacitektonicznym. Przejawy glacitektoniki można obserwować w formie zaburzeń w osadach wodnolodowcowych oraz w profilach otworów wiertniczych (Cymerman, Sztromwasser, 2015).

Luźne osady kenozoiczne tworzą na omawianym obszarze bardzo nierówną pokrywę. W obrzeżach jej miąższość może miejscami przekraczać 250 m. Na stokach i kulminacjach bywa przeważnie dość cienka. Działalność denudacji i erozji spowodowała, że do powierzchni sięgają różne osady powstałe w poszczególnych okresach sedymentacji.

Miąższość utworów kenozoiku w rejonie projektowanych prac wynosi maksymalnie około 170 m (w najgłębszych partiach rowu Roztoki-Mokrzyszowa nawet ponad 600 m).

Sudecki uskok brzeżny

Najważniejszą dyslokacją bloku dolnośląskiego jest sudecki uskok brzeżny. Neotektoniczną historię sudeckiego uskoku brzeżnego próbowali odtworzyć, między innymi: Zeuner (1928); Schwarzbach (1942); Oberc, Dyjor (1969); Dyjor (1975, 1993); Dyjor, Oberc (1983); Krzyszkowski (1994); Krzyszkowski i in. (1995); Krzyszkowski, Biernat (1998); Migoń (1995); Przybylski, Badura (1997); Badura, Przybylski (2000), Badura i in. (2007), oraz Badura (2013). Ww. prace pozwoliły zrozumieć relacje między blokami sudeckim i przedsudeckim. Od czasów H. Cloosa (Closs, 1922) utrzymuje się pogląd, że podczas mezozoiku, a nawet u schyłku paleozoiku stosunek obszaru obejmującego Sudety do obszaru przedsudeckiego był w sensie morfologicznym odwrotny. Obszar Sudetów był obniżony, przedsudecki zaś wypiętrzany, a wskutek tego znacznie zerodowany. Różnica głębokości

erozji na obu obszarach wynosi ok. 2,5 km. Wynikła więc dwukierunkowość pionowa ruchu każdego z bloków w czasie geologicznym. Blok sudecki pod koniec paleozoiku ulegał obniżaniu, a od schyłku miocenu podnoszeniu. Blok przedsudecki zachowywał się przeciwnie.

Strefa nieciągłości, którą stanowi sudecki uskok brzeżny, ma przebieg ESE-WNW, oddziela blok sudecki od bloku przedsudeckiego. Uskok ten istniał w czasie orogenezy hercyńskiej (Stupnicka, 1997), a potem powtórnie, w trakcie orogenezy alpejskiej, aktywność tektoniczna tej strefy trwała od neogenu po czwartorzęd. Główną fazę kenozoicznej aktywności tego uskoku i związane z nią wypiętrzenie Sudetów wiąże się z późnym mioceniem i z pliocenem, przy czym część badaczy wskazuje na znaczną aktywność także na przełomie pliocenu i czwartorzędu oraz w późnym czwartorzędzie. Najmłodsze ruchy na sudeckim uskoku brzeżnym rejestrowane są badaniami geodezyjnymi (Cacoń, Dyjor, 2002; Kontny, 2003).

Sudecki uskok brzeżny ciągnie się na długości przeszło 300 km, w tym w połowie jego biegu jest widoczne wyniesienie morfologiczne południowego skrzydła (Badura i in., 2003). Pomimo wielu prac naukowych poświęconych sudeckiemu uskoku brzeżnemu do tej pory nie wykonano w jego strefie żadnego otworu wiertniczego, który umożliwiłby wykonanie bardziej szczegółowych badań. Projektowany otwór Pieszyce GT-1, jeśli zostanie wywiercony, będzie pierwszym otworem, do tego głębokim, wykonanym w strefie sudeckiego uskoku brzeżnego.

Warunki hydrogeologiczne:

Zgodnie z regionalnym podziałem hydrogeologicznym Polski, obszar projektowanych badań znajduje się w regionie środkowej Odry, pomiędzy subregionem południowym środkowej Odry a subregionem Sudetów. W tym obszarze wody podziemne występują głównie w czwartorzędowych piętrach, neogeńskich oraz w skałach krystalicznych o proterozoikowo-dewonowej genezie.

Projektowany otwór umiejscowiono na granicy obszarów o różnych warunkach hydrogeologicznych, zgodnie z Mapą hydrogeologiczną Polski w skali 1:50 000. W rejonie projektowanych prac, warunki występowania głównego piętra wodonośnego są zróżnicowane. Na południowym zachodzie sudeckiego uskoku brzeżnego, użytkowe piętro

wodonośne znajduje się w utworach krystalicznych proterozoiku, obejmując również okresy dolnego paleozoiku. Natomiast na północny wschód od subregionu, w części przedgórskiej, brak jest użytkowego piętra wodonośnego, pomimo istnienia ujęć wód podziemnych korzystających z innych pięter.

Czwartorzędowe piętro wodonośne jest powszechne w części przedgórskiej, natomiast w części sudeckiej występuje głównie w izolowanych płatach fluwioglacjalnych lub wzdłuż większych cieków. Charakteryzuje się różnorodnymi parametrami hydrogeologicznymi, takimi jak współczynniki filtracji, przewodność i wydajność studni.

Neogeńskie piętro wodonośne występuje głównie w części przedsudeckiej, gdzie osiąga największe miąższości osadów. Przepuszczalność tych osadów jest zmienna, a wydajności studni wahają się od kilku do kilkunastu metrów sześciennych na godzinę.

Piętro wodonośne paleozoiczno-proterozoiczne występuje w szczelinowatych utworach metamorficznych masywu sowiogórskiego. Charakteryzuje się niskimi do średnich wartościami współczynnika filtracji i przewodności. Wody podziemne gromadzą się głównie w pokrywach zwietrzelinowych, systemach spękań oraz strefach tektonicznych.

Wykonane badania geofizyczne:

W otworze Pieszycy GT-1 zgodnie z projektem robót geologicznych po zakończeniu wiercenia wykonano podstawowe badania geofizyczne. Obejmowały one profilowanie krzywizny (PK), średnicy otworu (PŚr) i temperatury w stanie ustalonym (Ptu), profilowanie potencjałów samoistnych (PS) oraz profilowanie gamma (PG).

5. Przedstawienie możliwości osiągnięcia celu robót geologicznych

Opis i uzasadnienie liczby, lokalizacji i rodzaju projektowanych otworów wiertniczych lub wyrobisk:

Roboty geologiczne objęte niniejszym projektem będą polegać na wykonaniu dodatkowych pomiarów geofizycznych w istniejącym otworze Pieszycy GT-1. Nie wiąże się to z wykonaniem nowego otworu czy wyrobiska.

Planowane jest uzupełnienie zakresu pomiarów o pomiary umożliwiające strukturalną interpretację budowy okolic otworu w celu rozpoznania uwarunkowań geologiczno-strukturalnych potencjalnego występowania wód termalnych, interpretacji stanu naprężeń w górotworze, a także modelowania strumienia cieplnego.

Planowane jest wykonanie zestawu badań w zakresie:

W interwale 0 - 2500 m:

- profilowanie temperatury;
- profilowanie gamma (GR);
- profilowanie gamma spektrometryczne (SGR), z kanałami K, U, Th;

W interwale nieorurowanym 1326 - 2500 m:

- profilowanie średnicy (CAL-4 lub CAL-6);
- profilowanie krzywizny;
- profilowanie skanerem akustycznym (ABI),

Przewidywana konstrukcja projektowanych otworów wiertniczych lub wyrobisk:

Nie przewiduje się wykonania otworu wiertniczego. Konstrukcję istniejącego otworu Pieszycy GT-1 przedstawia tab.4.

Interwał [m p. p.t]	Średnica rur [mm]
0,0 - 50,0	473
0,0 - 785,0	346
727,11 – 1326,5	244,5
1314,31-1326,5	Perforacja rur
1326,5 - 2500	Odcinek niezarurowany

Tab.4. Konstrukcja otworu Pieszycy GT-1

Informacje dotyczące zamykania horyzontów wodonośnych:

W otworze Pieszycy GT-1 poziomy wodonośne występujące do głębokości 1326,5 m zostały zamknięte poprzez zastosowanie obudowy stalowej, cementowanej. Poniżej odcinka zarurowanego występują wody szczelinowe głębokiego krążenia.

Planowane roboty geologiczne w postaci pomiarów geologicznych w żadnym stopniu nie wpłyną na dynamikę przepływu i jakość wód głębokiego krążenia nawierconych otworem Pieszycy GT-1.

Sposób i termin likwidacji otworów wiertniczych lub wyrobisk oraz rekultywacji gruntów:

Nie planuje się likwidacji wyrobisk.

Charakterystyka i uzasadnienie zakresu oraz metod zamierzonych badań geofizycznych:

W otworach wskazane jest przeprowadzenie badań geofizycznych, których celem będzie:

- określenie zmienności kierunków naprężeń wokółotworowych poprzez interpretację struktur typu *breakout*,
- opracowanie interpretacji strukturalnej górotworu przewierconego otworem Pieszyce GT-1,
- określenie temperatury skał w warunkach ustalonej równowagi termicznej, która możliwa jest dopiero po wielomiesięcznej stójce (por. Šafanda i in., 2020).
- oszacowanie wielkości produkcji ciepła radiogenicznego w masywie skalnym.

Przewiduje się następujący zakres badań geofizycznych:

W interwale 0 - 2500 m:

- profilowanie temperatury;
- profilowanie gamma (GR);
- profilowanie gamma spektrometryczne (SGR), z kanałami K, U, Th;

W interwale nieorurowanym 1326 - 2500 m:

- profilowanie średnicy (CAL-4 lub CAL-6);
- profilowanie krzywizny;
- profilowanie skanerem akustycznym (ABI).

Ostateczny zakres pomiarów będzie zależny od stanu technicznego otworu i technicznych możliwości przeprowadzenia pomiarów. W przypadku trudności z zpuszczeniem zestawów pomiarowych zostanie podjęta decyzja o odstąpieniu od badań w zakresie niemożliwym do wykonania.

Opis opróbowania otworów wiertniczych lub wyrobisk, w tym sposób pobierania próbek geologicznych, zakres, ilość i wielkość przewidywanych do pobrania próbek geologicznych:

Nie przewiduje się pobierania próbek.

Zakres obserwacji hydrogeologicznych i badań terenowych:

Nie przewiduje się prowadzenia obserwacji hydrogeologicznych ani badań terenowych.

Wyszczególnienie niezbędnych prac geodezyjnych:

Nie przewiduje się prac geodezyjnych. Stosowne prace zostały wykonane w ramach realizacji prac wiertniczych.

Opis i uzasadnienie zakresu badań laboratoryjnych, ze szczególnym uwzględnieniem badań powodujących całkowite zniszczenie próbek geologicznych oraz badań geomechanicznych powodujących naruszenie integralności calizny rdzenia wiertniczego:

Nie planuje się wykonania badań laboratoryjnych.

Przewidywana wielkość dopływu wód do wyrobiska:

Nie przewiduje się występowania dopływu wód do wyrobiska.

Przewidywaną jakość wody odpompowywanej z wyrobiska:

Nie przewiduje się odpompowywania wód z wyrobiska.

Sposób odwadniania i odprowadzania wody odpompowywanej z wyrobiska:

Nie przewiduje się odwadniania ani odpompowywania wód z wyrobiska.

Zakres prac dozoru w trakcie prowadzenia robót:

Badania geofizyczne zostaną wykonane przez osoby posiadające stosowne uprawnienia. Prace będą nadzorowane przez przedstawiciela Państwowego Instytutu Geologicznego.

6. Określenie próbek geologicznych podlegających przekazaniu, harmonogramu zamierzonych robót geologicznych, wpływu robót geologicznych na obszary chronione, rodzaju dokumentacji geologicznej

Zakres przekazania próbek geologicznych podlegających obowiązkowemu przekazaniu państwowej służbie geologicznej, wraz z wykazem przewidywanych ilości, wielkości i rodzaju próbek przewidzianych do badań powodujących całkowite zniszczenie próbek geologicznych oraz badań geomechanicznych powodujących naruszenie calizny rdzenia wiertniczego:

Nie przewiduje się pobierania próbek geologicznych, w tym również podlegających przekazaniu.

Określenie harmonogramu zamierzonych robót geologicznych, w tym terminów ich rozpoczęcia i zakończenia:

Roboty geologiczne rozpoczną się nie później niż w ciągu 12 miesięcy licząc od dnia zatwierdzenia niniejszego Projektu robót geologicznych. Zakłada się maksymalny czas wykonywania robót 7 dni.

Wpływ zamierzonych robót geologicznych na obszary chronione, w tym obszary Natura 2000, o których mowa w ustawie z dnia 16 kwietnia 2004 r. o ochronie przyrody (Dz. U. z 2009 r. Nr 151, poz. 1220, z późn. zm.2):

Projektowane roboty geologiczne zlokalizowane są poza obszarami Natura 2000. Nie będą miały negatywnych skutków dla środowiska naturalnego.

Określenie dokumentacji geologicznej mającej powstać w wyniku robót geologicznych, o której mowa w art. 88 ust. 2 ustawy z dnia 9 czerwca 2011 r. — Prawo geologiczne i górnicze:

Wyniki badań zostaną opracowane i przedstawione w postaci dokumentacji innej, o której mowa w art. 88 ust. 2 pkt. 4 Pgg (Dokumentacji wynikowej z przeprowadzenia badań geofizycznych).

Określenie czy dla planowanych robót geologicznych stosowane będą przepisy w sprawie planów ruchu zakładu górniczego.

Ze względu na lokalizację planowanych robót poza obszarami górniczymi nie stosowane będą przepisy w sprawie planów ruchu zakładu górniczego.

7. Literatura

- Badura J., 2013. Surface analysis sub-Carboniferous NE part of the Bohemian Massif and the consequent implications for the analysis of neotectonic movements. 14th Czech-Polish Workshop On Recent Geodynamics of the Sudety Mts. And adjacent areas. 21-23.10.2013, Jarnołtówek.
- Badura J., Przybylski B., 2000. Mapa neotektoniczna Dolnego Śląska. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB. Warszawa.
- Badura J., Zuchiewicz W., Górecki A., Sroka W., Przybylski B., 2003. Morfometria strefysudeckiego uskoku brzeżnego między Złotym Stokiem a Dobromierzem, Przegląd Geologiczny, 51.
- Badura J., Zuchiewicz W., Štepančíková P., Przybylski B., Kontny B., Cacoń S., 2007. The Sudetic Marginal Fault: a Young Morphotectonic Feature at the NE Margin of the Bohemian Massif, Central Europe. Acta Geodyn. Geomater., Vol. 4, No 4(148).
- Cacoń S., Dyjor S., 2002. Recent Crustal Movements in Late Tertiary Tectonic Zones of the Sudetes and Northern Sudetic Foreland, SW Poland. Folia Quater., 73.
- Closs H., 1922. Der Gebirgsbau Schlesiens und die Stellung seiner Bodenschicht. Berlin.
- Cwojdzinski S., Żelaźniewicz A., 1995. Podłoże krystaliczne bloku przedsudeckiego. W: Cwojdzinski i in. red. Przewodnik LXVI Zjazdu PTG. Wrocław.
- Cymerman Z., Sztromwasser E., 2015. Objaśnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000, ark. Dzierżonów (835). PIG-PIB, MŚ, Warszawa.
- Dumanowski B., 1961. Krawędź Sudetów na odcinku Gór Sowich. Zesz. Nauk. UW. Ser. B. nr 7.
- Dyjor S., 1975. Młodotrzeciorzędowe ruchy tektoniczne w Sudetach i na bloku przedsudeckim. Mat. 1. Krajowego Symp. Współczesne i neotektoniczne ruchy skorupy ziemskiej w Polsce. Wyd. Geol. Warszawa.
- Dyjor S., 1993. Rozwój pokryw zwietrzelinowych i serii ilastych w trzeciorzędzie południowo-zachodniej części Polski. Mat. 1. Konferencji Mineralogów i Surowców Ilastych. PAN. Kom. Nauk Geol. Warszawa.
- Dyjor S., Kuszell T., 1977. Neogeńska i czwartorzędowa ewolucja rowu tektonicznego Roztoki-Mokrzyszowa. Geologia Sudetica, vol. XII, nr 2. Dyjor S., Oberc J., 1983. Współczesne ruchy skorupy ziemskiej w Polsce SW i wynikające z nich możliwości zagrożeń dla obiektów górniczych i inżynierskich. W: Mat. 3. Sympozjum Współczesne i neotektoniczne ruchy skorupy ziemskiej w Polsce. Wrocław.

- Fistek J., Staśko S., Zieliński W., 1995. Wody podziemne bloku przedsudeckiego. W: Geologia i ochrona środowiska bloku przedsudeckiego. 56 Zjazd PTG, Ann. Soc. Geol. Pol. Wyd. spec.
- Grocholski W., 1985. Zagadnienia petrologiczne i tektoniczne gnejsów sowiogórskich. Przewodnik XLVII Zjazdu PTG w Świdnicy. Wyd. Geol. Warszawa. EcoPro, Dzierżoniów.
- Jahn A., Szczepankiewicz S., 1967. Osady i formy czwartorzędowe Sudetów i ich przedpola. W: Czwartorzęd Polski. PWN. Warszawa.
- Kontny B., 2003. Geodezyjne badania współczesnej kinematyki głównych struktur tektonicznych polskich Sudetów i bloku przedsudeckiego na podstawie pomiarów GPS. Zesz. Nauk AR Wrocław, 468, ser. Rozprawy CCII.
- Kowalski S., 1992. Czynniki naturalne warunkujące występowanie wód podziemnych w regionie sudeckim. Acta Univ. Wratisl., 1324, Pr. Geol.-Miner., 25.
- Kryza J., 1995. Wody podziemne i problemy ochrony środowiska bloku przedsudeckiego. W: Geologia i ochrona środowiska bloku przedsudeckiego. 56 Zjazd PTG, Ann. Soc. Geol. Pol. Wyd. spec.
- Kryza R., 1981. Migmatyzacja w gnejsach północnej części Gór Sowich. Geologia Sudetica, vol. 16, no 1. INGPAN.
- Krzyszowski D., 1994. Późnokenozoiczny rozwój sudeckiego uskoku brzeżnego i neotektoniczna ewolucja basenów sedymentacyjnych w jego sąsiedztwie. Acta Univ. Wratisl., 1702, Pr. Inst. Geogr., Ser. A, Geogr.-Fiz., 7.
- Krzyszowski D., Biernat J., 1998. Terraces of the Bystrzyca river valley, Middle Sudetes, and their deformation along the Sudetic Marginal Fault. Geol. Sudet., 31.
- Krzyszowski D., Migoń P., Sroka W., 1995. Neotectonic Quaternary History of the Sudetic Marginal Fault, SW Poland. Fol. Quatern., 66.
- Marszałek H., Chudy K., Wysocki B., 2011. Zdolność infiltracyjna zwietrzelin gnejsowych masywu Wielkiej Sowy (Sudety Środkowe). Biuletyn PIG, nr 445, z. 12/1. PIG-PIB: Warszawa.
- Migoń P., 1995. Geomorfologiczne kryteria identyfikacji zdegradowanych krawędzi tektonicznych w Sudetach. Przegl. Geol., 43, 1.
- Oberc J., 1968. Granica między strukturami zachodnio- i wschodniosudecką. Roczn. PTG, tom 38, z. 2-3.
- Oberc J., Dyjor S., 1969. Uskok sudecki brzeżny. Biul. Inst. Geol. 236, Warszawa.
- Oberc J., 1972. Budowa geologiczna Polski, t. IV Tektonika, 2 — Sudety i obszary przyległe. Wyd. Geol. Warszawa.

- Orłowski R., 1983. Granulity Gór Sowich — studium petrologiczne. PhD Thesis, Inst. Geol., Sci. PAN, Warszawa.
- Osijuk D., Piwocki M., 1972. Osady spływów błotnych w utworach trzeciorzędowych okolic Ząbkowic Śląskich. Inst. Geol., Biul. 266.
- Przybylski B., Badura J., 1997. Czwartorzędowe ruchy tektoniczne na uskoku sudeckim brzeżnym w rejonie Gór Bardzkich i Żłoty. Pos. Nauk. PiG, 53.
- Schwarzbach M., 1942. Das Diluvium Schlesiens. Neues Jb. Miner.
- Staśko S., 1996. Wody podziemne w skałach krystalicznych na podstawie badań wybranych obszarów Sudetów polskich. Acta Univ. Wratisl. Pr. Geol. Mineral., 53.
- Staśko S., Chodacki M., 2014. Infiltracja do wód podziemnych na podstawie pomiarów lizymetrycznych w Górach Sowich. Przegl. Geol., vol. 62, nr 8.
- Staśko S., Tarka R., 1994. Obliczanie zasobów wód podziemnych w obszarach górskich na przykładzie badań wybranych zlewni Sudetów. Zesz. Nauk AR Wroc. 248, Konf. 5.
- Staśko S., Wojtkowiak A., 2001. Ujęcia drenażowe Gór Sowich na przykładzie miasta Bielawy i wody podziemne w skałach krystalicznych SW Polski. W: Współczesne problemy hydrogeologii, 10, 2: 524-529. Inst. Nauk. Geol. UWroc., Wrocław.
- Staśko S., Wojtkowiak A., 2004. Występowanie i jakość wód podziemnych w skałach krystalicznych Sudetów na podstawie badań ujęć. Prz. Geol., 52 (1).
- Stupnicka E., 1997. Geologia regionalna Polski. Wydawnictwa Uniwersytetu Warszawskiego, Wydanie II.
- Teisseyre H., 1975. Rozwój i sekwencja deformacji tektonicznych w metamorfiku Sudetów. Przewodnik XLVII Zjazdu PTG, Świdnica. Wyd. Geol. Warszawa.
- Zeuner F., 1928. Diluvialstatigraphie und Diluvialtektonik im Gebiet der Glatzer Neise. J. Schles. Ges. Vaterl. Kult.
- Żelaźniewicz A., 1987. Tektoniczna i metamorficzna ewolucja Gór Sowich. Annales Societatis Geologorum Poloniae, Vol 57, No 3-4.
- Żelaźniewicz A., 1990. Deformation and metamorphism in the Góry Sowie gneiss complex, SW Poland. Neues Jahrb Geol Palaontol Abn 179.
- Żelaźniewicz A., Aleksandrowski P., Buła Z., Karnkowski P.H., Konon A., Oszczypko N., Ślącza A., Żaba J., Żytka K., 2011. Regionalizacja tektoniczna Polski. Komitet Nauk Geol. PAN. Drukarnia KID. Wrocław.

8. Kopia zgody właściciela obiektu na wykonanie pomiarów geofizycznych.