



Rozpoznanie wysadu solnego Wapno na tle tworzonych obrazów złoża

Recognition of the Wapno Salt Dome on the Background of Deposit Imagery

Marian KOLONKO¹, Piotr KOLONKO², Jacek WACHOWIAK³

¹ Śp. Główny Geolog Kopalni Wapno oraz Kopalni Solno II w Inowrocławiu

² Kopalnia Soli Kłodawa, emerytowany Główny Geolog, e-mail: piokolp@gmail.com

³ Geosalt – Badania i ekspertyzy geologiczne złóż soli. Ul. Rzepichy 42, 30-240 Kraków, e-mail: geosalt@wp.pl

STRESZCZENIE

Wysad solny Wapno był eksploatowany od początku XIX wieku. Początkowo eksploatowano margle kredowe, występujące ponad czapą gipsową tuż pod powierzchnią ziemi, następnie gips z czapy gipsowej i sól kamienną z wysadu solnego, którą nawiercono w 1871 r., na głębokości około 160 m p.p.t. Pierwsze nadanie górnicze na białą sól kamienną uzyskano w 1873 r. Podziemną eksploatację soli rozpoczęto w 1920 r., którą kontynuowano do 1977 r. Sól eksploatowano dwoma szybami na 8 poziomach eksploatacyjnych (III - VIII) na głębokości od 484 do 678 m p.p.t. W czasie działalności kopalni opracowano szczegółowo budowę wewnętrzną złoża oraz kształt i zasięg wysadu solnego i czapy gipsowej. Od początku eksploatacji kopalnia borykała się z zagrożeniem wodnym z warstw wodonośnych otaczających wysad, głównie z czapy gipsowej. Zagrożenie to wzrosło na początku lat 70. ubiegłego wieku. Szczególnie niebezpieczne były wycieki na poziomie III, w komorach 34, 36 i 37, które doprowadziły do zatopienia kopalni 5 sierpnia 1977 roku.

Słowa kluczowe: Kopalnia Soli Wapno, wysad solny Wapno, wysady solne, tektonika solna, hydrogeologia złóż solnych, cechsztyń

ABSTRACT

The Wapno salt dome has been mined since the beginning of the 19th century. Initially, chalk marls, occurring above the gypsum cap and underneath the land surface, were extracted. Later, gypsum from the cap and rock salt from the

very salt dome were mined. The salt dome was drilled to the depth of ca. 160 m below the ground in 1871. The first white salt mining concessions were obtained in 1873. Underground salt mining started in 1920 and was continued until 1977. Salt was extracted through two shafts and at eight operating levels (III-VIII) located at the depths from 484 to 678 m. During the mining operations, a detailed internal deposit shape and structure were identified, together with the range of both salt dome and gypsum cap. Since the beginning of salt extraction, the salt mine struggled against water hazard presented by the aquifers surrounding the salt dome, mainly those located in the gypsum cap. The hazard increased in the 1970's. The leaks at Level II, Chambers 34, 36, and 37, turned out to be particularly dangerous and caused the mine flooding on 5 August 1977.

Key words: Wapno Salt Mine, salt dome Wapno, salt diapirs, salt tectonic, hydrogeology of salt deposits, zechstein

WSTĘP

Niniejsze opracowanie zostało wykonane w 1983 r. lub w 1984 r., przez mgr. inż. śp. Mariana Kolonko – wybitnego geologa górniczego, Głównego Geologa Kopalni Soli w Wapnie. Praca została odnaleziona po około 30 latach po jej napisaniu. Problematyka zawarta w pracy traktuje o historii kopalni Wapno, o budowie geologicznej i eksploatacji wysadu solnego „Wapno” oraz o budowie geologicznej skał otaczających wysad i jest oparta głównie na obserwacjach i wiedzy autora w tamtym czasie. Opisuje także trudną sytuację hydrogeologiczną, która przyczyniła się do katastro-

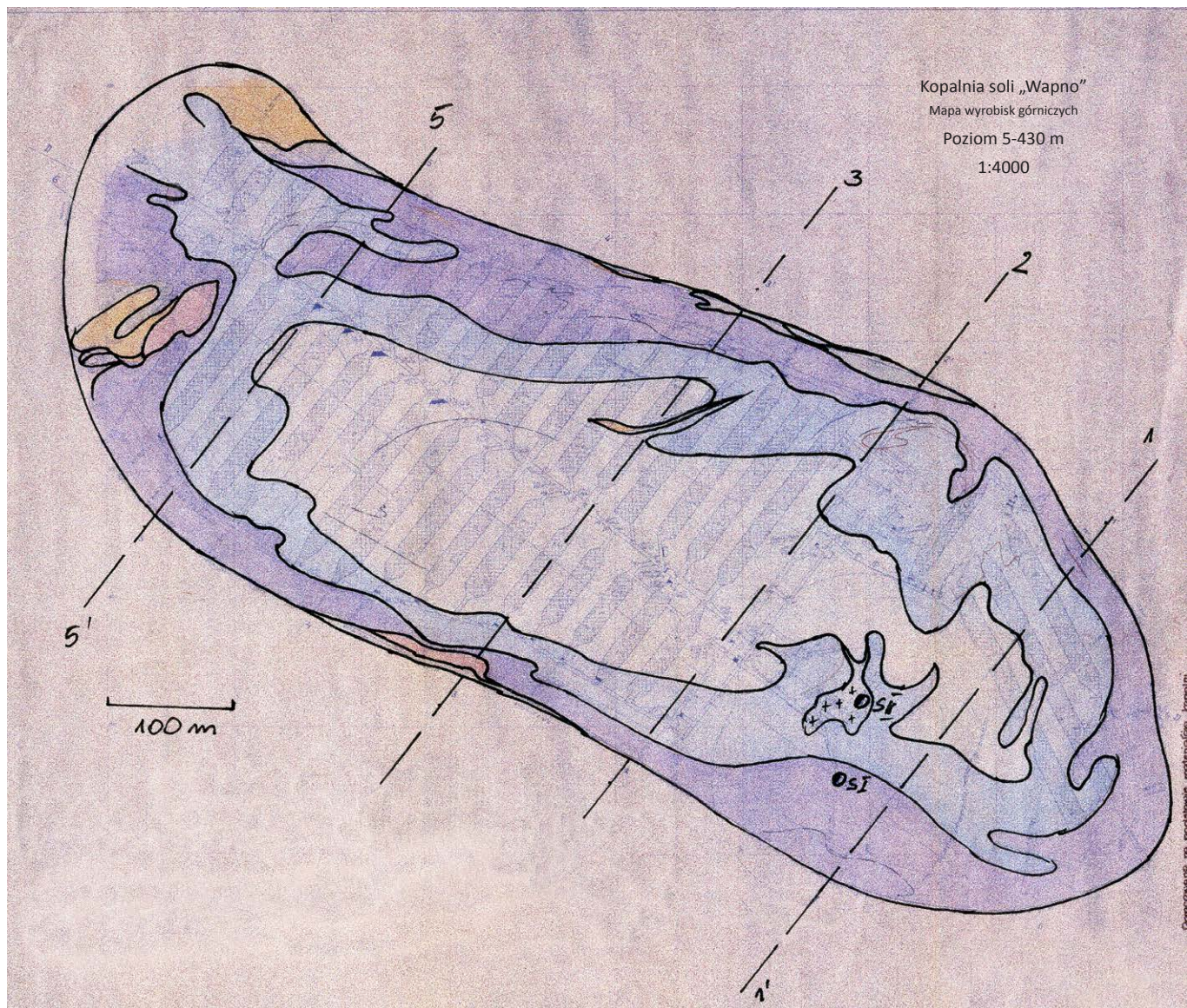
falnego wtargnięcia wód pozawysadowych do podziemnych wyrobisk górniczych. Ponieważ problematyka dotycząca zagrożenia wodnego związanego z wysadami solnymi jest nadal aktualna i ważna w Polsce, dlatego wydaje się potrzebne i uzasadnione opublikowanie tej pracy. Oryginalny tekst został w nieznacznym stopniu zmodyfikowany przez współautorów oraz uzupełniony o szatę graficzną (9 rycin) oraz o pozycje literatury, głównie sprzed 1983 roku.

Odkrycie złoża soli kamiennej „Wapno” zawdzięczamy występowaniu nad wysadem solnym gipsu i eksploatacjom go od początku XIX wieku. Odkrycie gipsu należy zaś wiązać z występowaniem na powierzchni ziemi (nad gipsem) margli kredowych, jako płatu wyniesionego nad czapę gipsową, w czasie wyciskania mas skalnych cechsztynu. Stąd nazwa miejscowości Wapno, gdyż pierwszym surowcem eksploatowanym w tym rejonie było wapno w postaci margli kredowych. Potwierdzeniem takiej interpretacji nazwy miejscowości

ści i kolejności eksploatacji jest znaleziony nad czapą margiel zielonawy, należący prawdopodobnie do mastrychtu.

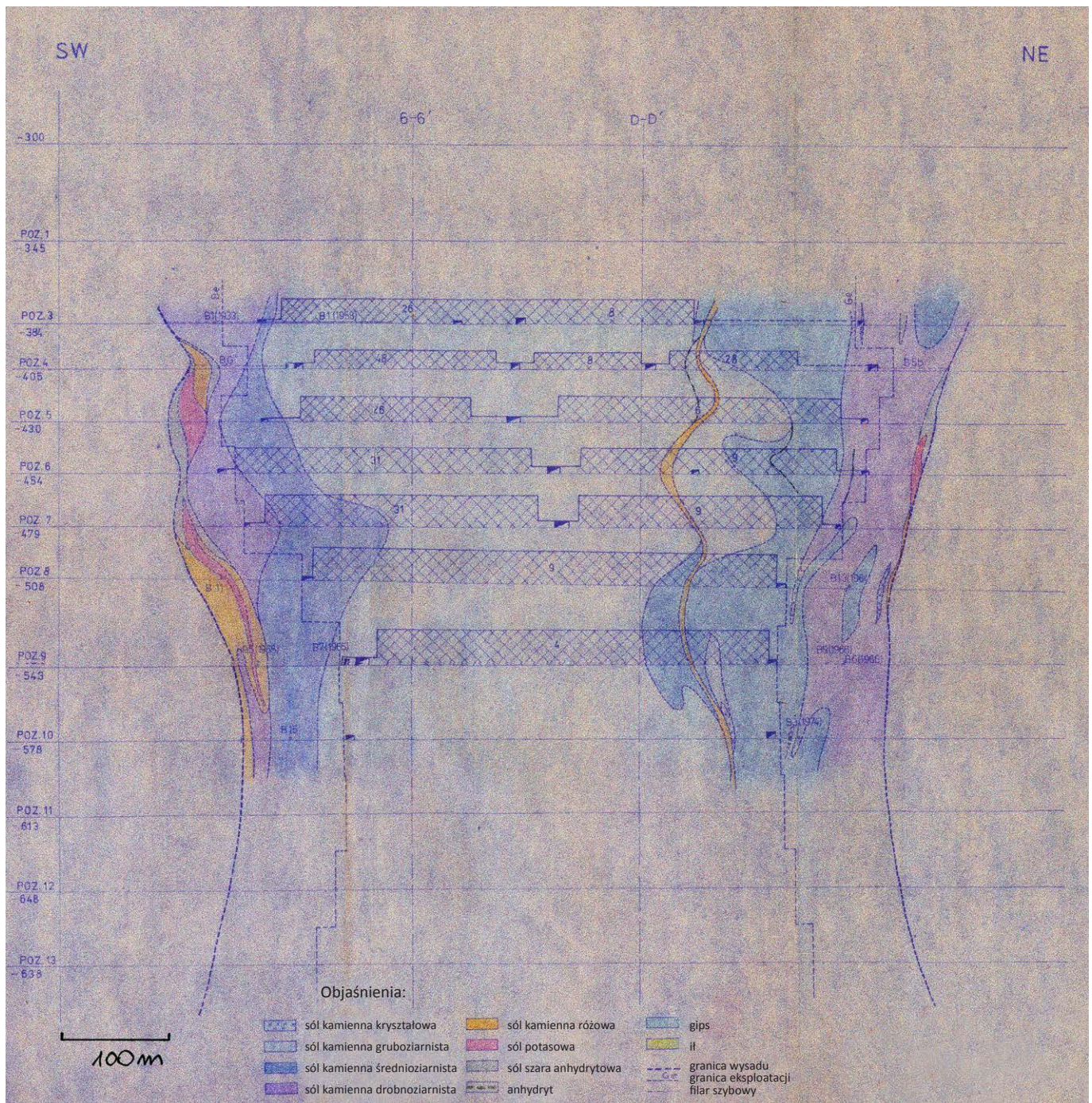
Pod marglem kredowym występował gips. Początkowo eksploatowano go odkrywkowo, zagłębiając się coraz bardziej w górotwór. Później w związku ze zwiększającą się miąższością utworów nadkładu na obrzeżeniu wychodni gipsu rozpoczęto podziemną jego eksploatację. Przez cały czas eksploatacji tak z odkrywki jak i z kopalni podziemnej musiano wypompowywać wodę, która nachodziła do wyrobisk górniczych.

Przypuszczano, że pod nadległym gipsem znajdują się pokłady soli. Przypuszczenie to opierano na analogicznym występowaniu soli z Inowrocławia a także różnych złóż na terenie Niemiec. Pierwszy otwór pod nazwą „Moszczenno” mający na celu dowiercenie do złoża soli rozpoczęto w 1869 roku. Na głębokości 26m w utworach czapy gipsowej nawiercono na 25% solankę. Na podstawie tego odkrycia uzyskano nadanie górnicze na eksploatację solanki pod nazwą „Bole-



Ryc. 1. Mapa geologiczna poziomu 5 (-430 m) kopalni soli/wysadu solnego Wapno (Kolonko, 1962; Dodaj, Kuska 1976, uproszczony).

Fig. 1. Geological Map of Level 5 (-430 m) of salt mine / salt diapir Wapno (Kolonko, 1962; Dodaj, Kuska 1976, simplified).



Ryc. 2. Przekrój geologiczny 3-3' przez wysad solny Wapno (Kolonko, 1962; Dodaj, Kuska 1977, uproszczony).

Fig. 2. Geological section (3-3') by the Wapno salt diapir (Kolonko, 1962; Dodaj, Kuska 1977, simplified).

ślów”. W latach 1870 i 1871 kontynuowano dalsze wiercenie tego otworu i w tymże ostatnim roku nawiercono na sól kamienną na głębokości 160,71m. Na podstawie tego odkrycia w 1873 roku uzyskano nadanie górnicze na białą sól kamienną pod nazwą „Moszczenno”.

W 1898 roku odwiercono następny otwór pod nazwą B, którym na głębokości 13 m nawiercono gips a na głębokości 180m sól kamienną. Na podstawie tego otworu uzyskano nadanie górnicze na białą sól kamienną pod nazwą „Eintrakt”.

Po katastrofalnym zalaniu płytkich kopalń w Inowrocławiu w latach 1908-1910 wykonano 31 otworów w celu okonturo-

wania złoża i wykonania założeń do budowy przyszłej kopalni głębinowej. Otwory te rozmieszczono w nieregularnej siatce, dość przypadkowej i zgrupowano głównie w pobliżu torów kolejowych. Otwory te miały bardzo różną głębokość w zależności od postępu założonych prac, od 22,5 do 1316 m. W rezultacie tej akcji wiertniczej, stosunkowo dobrze rozpoznano południowo-wschodnią część wysadu dzięki temu, że dwoma otworami nawiercono na białą sól kamienną, w tym otworem H od głębokości 172,5 do 1316 m oraz 12 otworami czapę gipsową. Na podstawie tych wierceń podjęto decyzję o budowie kopalni z lokalizacją osi szybu nr I w odwierconym uprzednio otworze H.

Na podstawie tych prac obraz budowy geologicznej wysadu był bardzo fragmentaryczny. Sporządzone dwa przekroje geologiczne były bardzo proste, wprost prymitywne. Pierwszy przekrój z kwietnia 1912 roku przedstawiał tylko dwa profile otworów wiertniczych – C, H. Przekrój ten w późniejszym okresie został uzupełniony wykonanym szybem II. Został on sporządzony przez mierniczego Hanimera.

Późniejszy przekrój (lub równowiekowy) pt. „Profil nach linie A, B, C die Steinsalzmutang Monaenno in Wapno” przedstawia sytuację geologiczną na której próbuje się wykreślić podstawowe granice między uskokiem kenozoicznym a czapą gipsową oraz między czapą gipsową a solą kamienną. Ponadto litologicznie rozpoziomowane są utwory kenozoiczne. Na pierwszym przekroju nie przedstawiono przebiegu ścian bocznych wyrobisk. Przekrój ten wykonano przed zgłębieniem szybu Wapno II. Każdy z zaznaczonych otworów ma opis słowny napotkanych warstw. Na przekroju nie zaznaczono wyrobisk kopalni gipsu. Na przekroju nie podano daty ani kto jest jego autorem.

W 1911 roku rozpoczęto głębenie szybu Wapno I w osi otworu H. Szyb zgłębiono metodą zwykłą z wyprzedzającą cementacją. Na głębokości 42,5 m napotkano na gipsy. Już na głębokości 50m wystąpiły dwa przypiły wody. Na głębokości 100 m osiągnęły one wartość 4,5 m³/min. Zwierciadło wody dążyło do ustabilizowania się na głębokości 37 m poniżej powierzchni terenu to jest do głębokości zwierciadła wody stabilizującego się w sąsiedniej kopalni gipsu. Na głębokości 100 m próbowano przyhamować natężenie przypiły wody poprzez cementację, ale bez widocznego rezultatu. Głębienie szybu przerwano na głębokości 101 m po czym założono na dnie korek betonowy.

W 1913 roku przystąpiono do budowy szybu Wapno II w odległości 63 m na NE od szybu Wapno I. Głębiono go metodą zamrożenia górotworu, po wykonaniu całej korony otworów zamrażających w ilościach 47 sztuk i jednego w pobliżu osi szybu. Pięć otworów wiercono przy pomocy koronki wiertniczej – były to więc otwory badawcze. Wiercono je do głębokości 216 m z tym że dwa miały inną głębokość – 234 m i 192 m. Otwory mrozeniowe dowiercano w zasadzie do głębokości 216 m. Mniejsze głębokości osiągnano w tych otworach w których wystąpiły trudności techniczne lub nastąpiło zbyt duże zboczenie w kierunku osi szybu. Szyb Wapno II wykonano do głębokości 412 m w tym do głębokości 290,9 m w obudowie tubingowej, niżej w obudowie betonowej i rurowej. Budowę szybu zakończono w 1917 roku. W związku z działaniami wojennymi w czasie I wojny światowej **wydobycie soli kamiennej rozpoczęto dopiero w 1920 roku** poprzez rozcinkę złoza na poziomie IV. Na tym poziomie wykonano trzy chodniki transportowe i dwa wentylacyjne. Z chodników, tak głównych jak i wentylacyjnych wiercono poziome otwory wiertnicze, wyprzedzające jak i badawcze, których celem było nawiercenie granicy złoza. Pierwsze otwory z powodu braku rozeznania przebiegu granicy złoza oraz ograniczonym zasię-

giem wiertnicy zatrzymywano w soli wewnątrz granic złoza. Dalsze dowiercano do granicy i na ich podstawie wyrabiano sobie pogląd co do przebiegu granicy wysadu na pierwszym z zaplanowanych poziomów kopalnianych to jest na poziomie IV. Pierwszą geologiczną charakterystykę wysadu podał W. Friedberg, profesor Uniwersytetu Poznańskiego (Friedberg, 1921).

W 1923 roku na obszarze złoza solnego wykonano 25 krótkich profili sejsmicznych, pojedynczymi sejsmografami wahadłowymi. Były to prawdopodobnie pierwsze badania sejsmiczne wykonane w Polsce. Zostały one skoncentrowane głównie w rejonie brzegu doliny na jej wschodnim stoku. Wykreślona na podstawie tych badań granica zachodnia złoza zupełnie nie odpowiadała wykreślonej później, na podstawie wykonanych poziomych otworów wiertniczych dołowych.

W latach od 1926-1931 ponowiono próbę dalszego zgłębienia szybu Wapno I poniżej głębokości 101 m. Głębienie postanowiono wykonać metodą wyprzedzającego cementowania górotworu. W ciągu tych niespełna pięciu lat zgłębiono go tylko do głębokości 160,50m. Powodem tak małego postępu były silne przypiły wody. Głębienie wykonano tylko po uprzednim zacementowaniu niżej leżącego górotworu poprzez otwory wyprzedzające wiercone z dna szybu. Początkowo szyb głębeno bez specjalnych trudności. Jednakże od głębokości 156m rozpoczęły się silne przypiły wody, które poniżej zwiększały się coraz bardziej. Po wielokrotnym cementowaniu górotworu poprzez otwory wyprzedzające z założonych specjalnie korek cementowych, ługowaniu i cementowaniu w stropie soli kamiennej w celu zebrania utrudniającego wiązanie cementu utworów ilasto-mułkowo-piaszczystych. Dalszą pracę przy zgłębieniu musiano przerwać z powodu silnych przypiłów wody. W czasie głębenia szybu jak i po jego zakończeniu poziom wody w nim oraz w pobliskim gipsolomie stabilizował się na tym samym poziomie.

W 1934 roku wykonany został następny przekrój geologiczny wysadu, usytuowany poprzecznie do jego dłuższej osi poprzez otwory C, H, szyb Wapno II, I, D, M (Moszczenno) do otworu A. Na powyższym przekroju zaznaczono już przypuszczalną granicę wysadu a także granicę czapy gipsowej. Na każdym otworze zaznaczono opisowo rodzaje występujących warstw. Utwory kenozoiczne nie są rozpoziomowane. Nie zaznaczono sytuacji starej kopalni gipsu. Był to następny krok do lepszego poznania budowy geologicznej złoza.

W latach 1937-1939 na Niżu Polskim wykonano zdjęcia grawimetryczne pod kierownictwem prof. W. Janczewskiego. W badaniach tych wysad solny ze względu na jego bardzo małe wymiary oraz maskujący wpływ czapy gipsowej w ogóle nie zaznaczył się, nie dając najmniejszego zakłócenia spokojnego przebiegu.

Poziom IV eksploatowano do końca 1939 roku. Rozpoznano na nim przebieg granicy wysadu po stronie NE i SW. Nie rozpoznano natomiast granicy po stronie SE i NW. Jednym z otworów (nr 8) przebito płaszcz anhydrytowy i nawier-

cono otaczające złoża skały jurajskie oraz solankę o bardzo niskim stężeniu.

W latach 1943-1944 na arkuszu w skali 1:25000 wykonano szereg ciągów pomiarowych wagą skręceń, pokrywając teren wysadu w Wapnie dość licznymi punktami pomiarowymi. Z interpretacji badań wynikało, że na zachód od znanej granicy wysadu zalega jakaś lżejsza masa. Jak później okazało się była to prawdopodobnie lżejsza masa płytko zalegających utworów trzeciorzędowych.

Następnym poziomem który eksploatowano to poziom V. Eksploatację rozpoczęto w 1940 roku, ostatnie zaś komory eksploatowano w 1953 roku. Rozpoznano na nim granice we wszystkich kierunkach. Jednakże żadnym z nich nie przewiercono płaszczka anhydrytowego za którym znajdowały się utwory jurajskie.

W czerwcu 1941 niemiecki geolog Lotze wykonał następny przekrój na którym daje się zauważyć nowoczesne podejście do interpretacji danych geologicznych. Przekrój ma przebieg zupełnie podobny do wykonanych w uprzednich latach. Wyznaczono tu w sposób nie budzący wątpliwości granicę występowania soli kamiennej i czapy gipsowej. Wyraźnie zaznaczono tu występowanie płaszczka anhydrytowego. Czwartorzęd i trzeciorzęd jest w zasadzie nie rozdzielony. W przekroju tym uwzględniono wszystkie materiały geologiczne. Następne prace zmierzające do bliższego rozpoznania wysadu to akcja wiertnicza której celem była lokalizacja drugiego szybu, gdyż kopalnia mimo długotrwałego prowadzenia produkcji nie miała drugiego połączenia z powierzchnią.

W 1950 roku wykonano otwór „K” o głębokości 191 m w pobliżu zaniechanego szybu nr I. Sól nawiercono na głębokości 171,1 m. W otworze nawiercono kilka poziomów wodonośnych. Dlaczego w tym rejonie nie usytuowano szybu, nie wiadomo, ponieważ nie zachowały się odpowiednie dokumenty.

W 1947 i 1960 roku prof. J. Poborski opublikował następne przekroje (Poborski, 1947, 1960). Wniósł on nowe dane do przekroju w stosunku do wyżej opisanego.

Dalsze otwory wykonano w 1952 roku. Było ich w sumie 25 a 15 z nich dowiercono do utworów czapy gipsowej. Otwory zlokalizowane były głównie w rejonie NE granicy wysadu i jej centralnej części. Dzięki tej akcji dokładnie zbadano budowę przypowierzchniowej części nadkładu złoża.

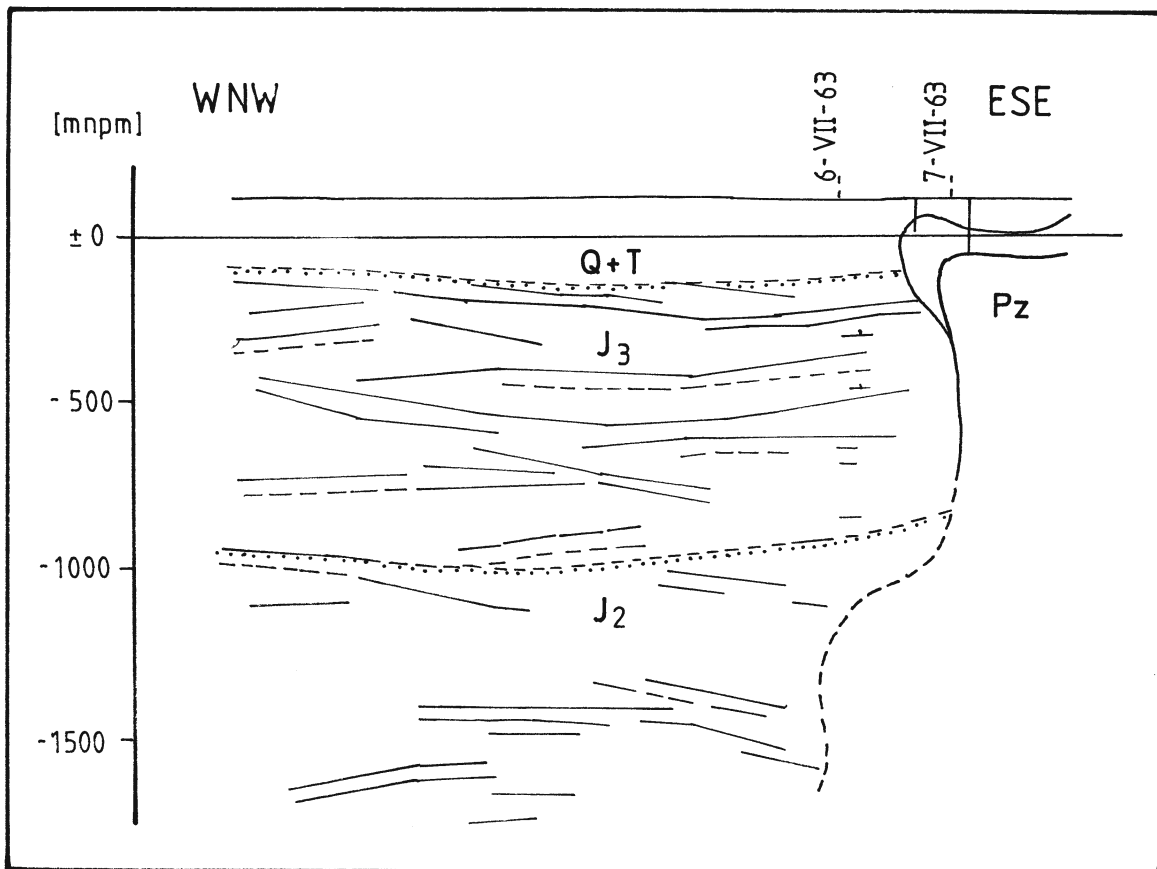
W 1953 roku zlokalizowano budowę szybu nr III. Na koronie mroźniowej wykonano trzy otwory badawcze z których najgłębszy osiągnął 240 m. Wszystkimi tymi otworami nawiercono czapę gipsową i sól kamienną. Rozpoczęto także wiercenie otworów mroźniowych. Wyniki prac, a szczególnie rozpoznana tektonika nadległych nad czapą gipsową utworów trzeciorzędowych (stwarzająca dla istnienia przyszłego szybu poważne niebezpieczeństwo) oraz próby cementacji górotworu, które nie dawały żadnego rezultatu, były przyczyną przerwania prac przygotowawczych przy budowie tego szybu.

W 1954 roku w rejonie wysadu i nad nim wykonano badania sejsmiczne metodą refrakcyjną i refleksyjną. Wykonano dwa profile, jeden wzdłuż dłuższej osi wysadu, drugi poprzeczny po stronie zachodniej. Interpretacja badań wskazywała na możliwość istnienia poza znanymi granicami złoża po jego NW stronie na głębokości większej od czynnych poziomów kopalnianych odnogi wysadu. Sprawa ta w ciągu następnego dziesięciolecia czekała na rozwiązanie.

W związku z rezygnacją z budowy szybu Wapno III powróciła koncepcja zgłębnienia zasypanego już szybu Wapno I. W celu uściślenia danych geologicznych w latach 1954-1956 wykonano trzy otwory wiertnicze badawcze, wszystkie o głębokości 250 m. Na koronie szybu wykonano krąg otworów mroźniowych. Wyniki badań pozwoliły na podjęcie decyzji o zgłębnieniu szybu. Uzyskane wyniki wskazywały istnienie w czapie gipsowej i w nadkładzie dużej zmienności warunków hydrogeologicznych, zmiennej porowatości i szczelinowości nadkładu a co za tym idzie prognozowane zmienne dopływy wody z górotworu do zgłębnionego szybu. Woda tak w utworach kenozoicznych jak i w czapie gipsowej stabilizowała się na mniej więcej jednym poziomie. To świadczyło o połączeniu wszystkich wód w utworach nadkładu. Stwierdzono, że czapa gipsowa jest utworem dość silnie pociętym szczelinami, szczególnie w rejonie szybu Wapno I. Szczelinowość ta jest zmienna w pionie i poziomie, a kierunek przebiegu szczelin jest także zmienny. Niektóre zespoły szczelin są izolowane. Woda w czapie do głębokości ok. 165 m była słabo zasolona, w granicach do 10 g/l. Później zasolenie silnie wzrastało i osiągnęło około 250 g/l lub nawet więcej. Istniejący wówczas na powierzchni zbiornik wody (zalana odkrywka gipsu) miał kontakt z wodami podziemnymi, co jest o tyle logiczne, że zbiornik ten powstał poprzez wybranie gipsów z czapy gipsowej. W miarę wzrostu głębokości dał się zauważyć wzrost wydajności poziomu wodonośnego, spowodowany nie tylko wzrostem ciśnienia, ale zwiększeniem szczelinowości i porowatości. Badania ponadto wykazały, że szczeliny wypełnione piaskiem winny znajdować się poniżej 180 m. Wnioski wyciągnięte z badań okazały się słuszne i sprawdziły się przy dalszych pracach przy zgłębnieniu szybu Wapno I oraz przy innych późniejszych pracach.

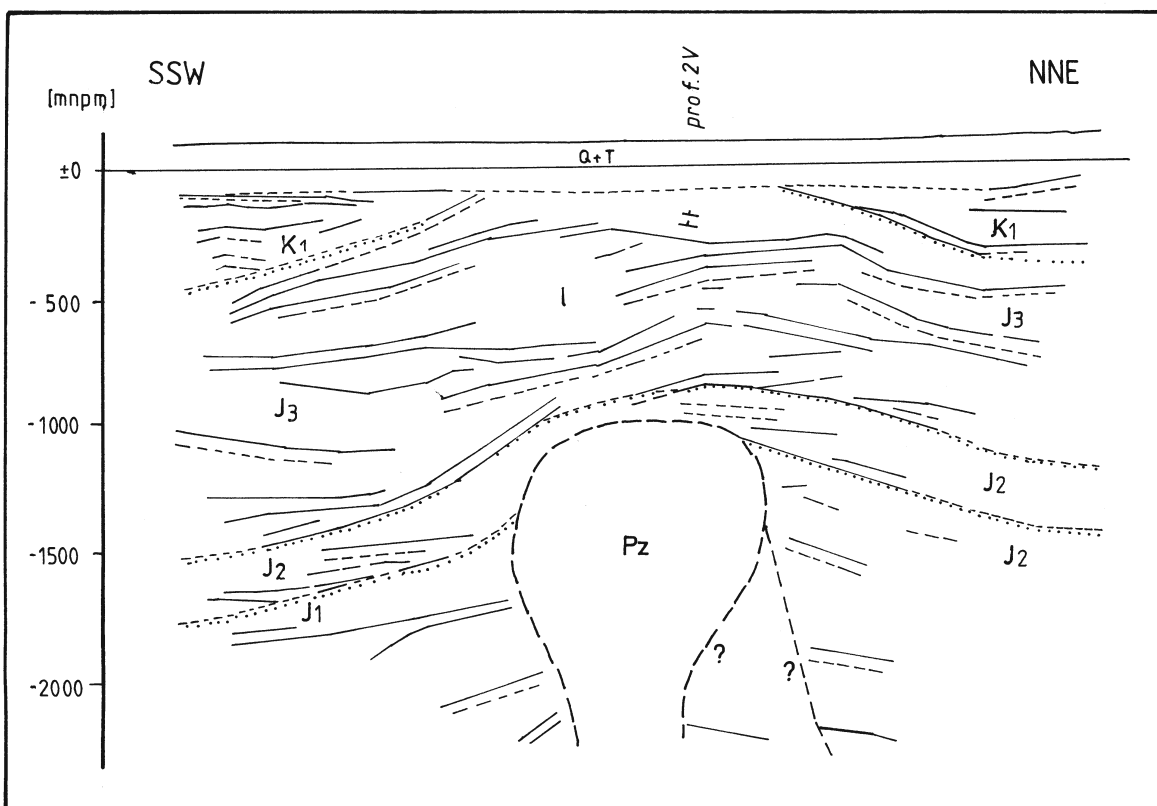
W czasie wiercenia otworów badawczych wykonano także otwory mroźniowe. Szyb miał być zgłębniony metodą uprzedniego mrożenia z cementacją wyprzedzającą. Do zgłębnienia przystąpiono w lutym 1960 roku, przy czym mrożenie trwało od grudnia 1959 roku. Górotwór mrożono do głębokości 215 m.

Gdy spąg szybu znajdował się na głębokości 170,75 m po stronie NW szybu na głębokości 166 m z warstwy gipsu szczelinowatego przewarstwionego mułkiem i cementem wypłynęła solanka, której dopływ bardzo silnie wzrastał, tak że szyb w ciągu kilku godzin został zalany. Było to 10 marca 1960 roku.



Ryc. 4. Głębokościowy profil sejsmiczny 2-VII-63 przez strukturę Wapna (Jaworski 1970).

Fig. 4. Depth seismic profile no 2-VII-63 by the Wapno salt structure (Jaworski 1970).



Ryc. 5. Głębokościowy profil sejsmiczny 6-VII-63 przez strukturę Wapna (Jaworski 1970).

Fig. 5. Depth seismic profile no 6-VII-63 by the Wapno salt structure (Jaworski 1970).

W szybie pod wodą, na pomoście, który awaryjnie zainstalowano założono korek betonowy o grubości około 30 m i z tegoż korka prowadzono różne prace w szybie. Z powierzchni wykonano kilka otworów cementacyjnych i mrożeniowych, poprzez które dodatkowo zacementowano górtwór a także dokonywano mrożenia. Dalsze głębenie szybu rozpoczęto w lutym 1961 roku. Niewiadomą i utrudnieniem w głębeniu szybu była uprzednio rozpoznana strefa soli szczelinowatej i jamistej występująca wg badań otworami od 217 do 223 m. Strefę tę także badano otworami wierconymi z dna szybu poprzez korki betonowe założone na głębokości 192 i 213,6 m. Wykonano próbę ciśnienia (50 atm) w celu zbadania czy nie nastąpi przerwanie wody ze szczelin w kierunku na zewnątrz ewentualnego zasięgu płaszcza mrożeniowego. Zjawisko takie nie nastąpiło i dalsze głębenie odbywało się już bez przeszkód.

W latach 1951-1972 eksploatowano poziom VI rozpoznając jego granicę złoża od strony SW i NE.

Równolegle z eksploatacją poziomu VI rozpoczęto eksploatację poziomu III. W latach 1952-1959 wyeksploatowano kilka komór w rejonie SE złoża, a dalszą eksploatację uzależniono od wyników otworu w rejonie NW złoża. Celem tego otworu, nazwanego później N, było stwierdzenie na jakiej głębokości występuje strop soli (zwierciadło solne) i czy nie przeszkodzi to dalszemu wydobywaniu z poziomu III. Warunkiem eksploatacji było zachowanie 200 m grubości filara stropowego. Po stwierdzeniu, że sól w tym rejonie zalega stosunkowo płytko bo na głębokości 155,30 m i będzie zachowana niezbędna grubość filara stropowego między wyrobiskami poziomu III a zwierciadłem soli i po uzyskaniu zgody Okręgowego Urzędu Górniczego, rozpoczęto eksploatację części NW złoża. Tę część eksploatowano od 1960 do 1968 roku. Na poziomie III rozpoznano granicę złoża po stronie NE, SW i NW.

Następnym poziomem który eksploatowano był poziom VII. Rozpoczęto go eksploatować w 1960 roku a zakończono w 1971. Granicę złoża rozpoznano po stronie NE, SW i NW.

W 1962 roku wykonane zostały przez geologa kopalni M. Kolonko nowe mapy poziomów kopalnianych oraz przekroje geologiczne wysadu, prostopadłe do dłuższej osi wysadu (Ryc. 1, 2), a w 1963 roku wzdłuż tejże osi. Wykonanie tych przekrojów było możliwe dzięki: zachowaniu się wszystkich podstawowych materiałów geologicznych, rozpoznaniu granic złoża na wielu poziomach kopalnianych oraz odwierceniu wielu nowych otworów wiertniczych w latach 1950-1953. Linie przekrojów były odcinkami prostymi na które ewentualnie rzutowano otwory nie leżące na tej linii. Dawało to lepsze wyobrażenie o rozmiarach i kształcie wysadu.

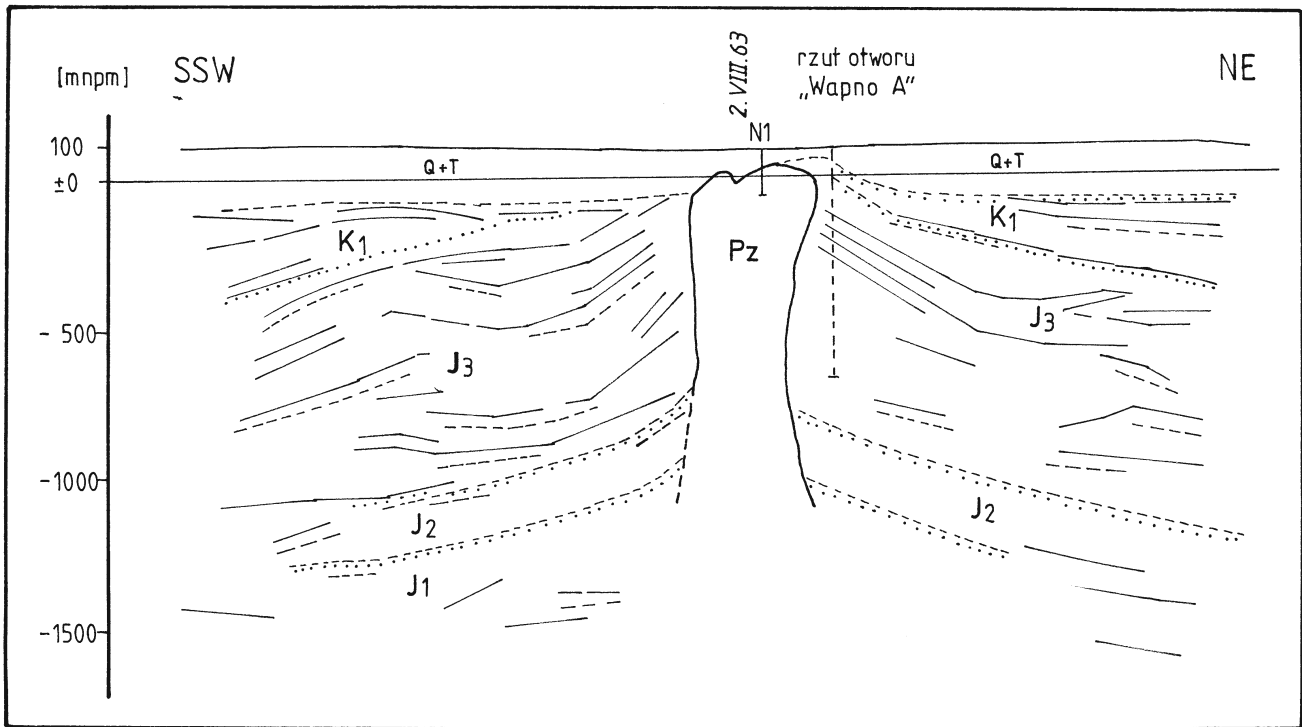
Z wykonanych przekrojów wynikało, że wysad solny wyraźnie się zwęża wraz z głębokością. Zmniejszanie się poziomów wraz z głębokością mogło mieć poważny wpływ na powierzchnię poziomów kopalnianych, a co za tym idzie, ich zasobów. Dlatego też sporządzono projekt prac geologicz-

nych (Kolonko, 1961) w celu wyjaśnienia jak zmieniają się granice wysadu, a w ślad za nimi i zasoby. Prognoza ta była konieczna do planowania odpowiednich prac inwestycyjnych. Jednocześnie projektem objęto problem stwierdzenia ewentualnego przedłużania się wysadu w kierunku NW. Zaprojektowano badania sejsmiczne (Ryc. 3), otwory wiertnicze skośne z poziomów kopalnianych w dół oraz otwory wiertnicze z powierzchni. W 1963 roku wykonano zaprojektowane badania sejsmiczne (Midura, Hałoń, 1963), a w latach 1965-1967 wykonano otwory wiertnicze z dołu kopalni tj. z VIII poziomu kopalnianego. W związku z uzyskanymi wynikami badań sejsmicznych zrezygnowano z wykonywania otworów wiertniczych z powierzchni.

Wyniki badań sejsmicznych przedstawiały się następująco (Jaworski 1964, 1970): poza znanymi granicami złoża soli po stronie NW, badaniami sejsmiki refleksyjnej (przekrój sejsmiczny 2-VII-63, Ryc. 4) nie stwierdzono wystąpienia odnoży lub przedłużenia wysadu. Badania wskazały na antyklinalne, schodkowe rozszerzanie się wysadu w kierunku WNW, gdzie skały solne zalegają na głębokości 1000–1500 m. Na przekroju sejsmicznym 6-VII-63 (Ryc. 5), wykonanym poza wysadem (kilka km na NW od znanej granicy wysadu), stwierdzono zaleganie skał solnych na głębokości około 1000 m. W części SE antykliny występuje potężna intruzja solna, która zaznacza się wyraźnie na przekroju 7-VII-63 (Ryc. 6). Na przekroju sejsmicznym 9 VII 63 (Ryc. 7) zaznacza się zwężanie strefy „ciszy sejsmicznej” wraz z głębokością, aż do zaniku pasa bezrefleksyjnego na głębokości 1000–1500 m. Obraz sejsmiczny sugeruje zatem istnienie nachylniej intruzji szczelinowej, rozszerzającej się ku powierzchni od głównego pnia wysadu w kierunku SE (Jaworski, 1970).

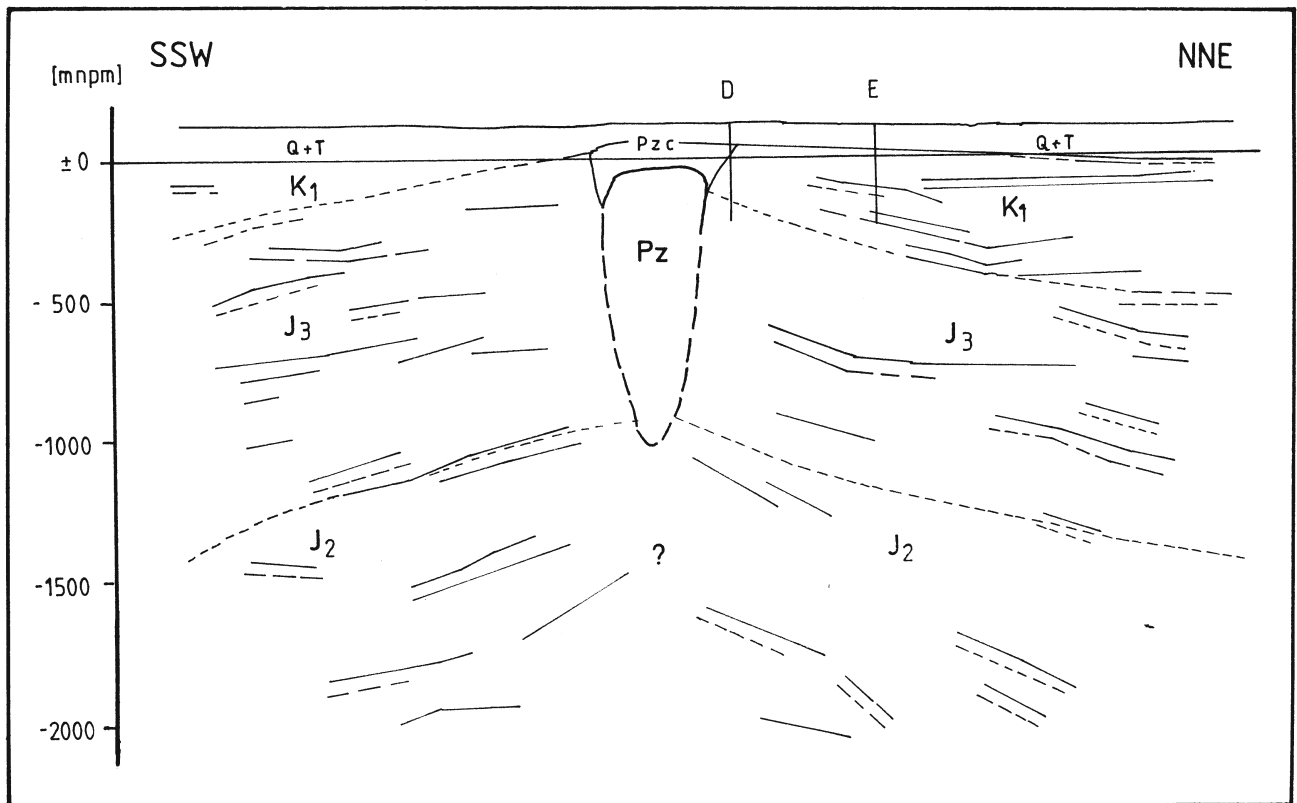
Otworami wiertniczymi – pionowymi i skośnymi z VIII poziomu kopalnianego stwierdzono, że wysad solny zmniejsza swoją powierzchnię, a więc wykazuje zwężenie do głębokości około 550 – 600m, odtąd w dół rozszerza się. Badania sejsmiczne nie potrafiły dać jednoznacznej odpowiedzi na przebieg granic wysadu. W późniejszym okresie stwierdzono, że wyznaczone na ich podstawie granice nie sprawdzają się w konfrontacji z otworami wiertniczymi.

Dość ważny i zasadniczy otwór wykonano w 1963 roku. Z VIII poziomu kopalnianego, po jego SW stronie poziomy otwór wiertniczy poza granicę wysadu w celu definitywnego zbadania grubości płaszcza anhydrytowego. Dotychczas poziome otwory wiertnicze kończono po nawierceniu anhydrytu, który nie zawsze musiał być płaszczem anhydrytowym. Poza jednym punktem na poziomie IV nie znano grubości płaszcza anhydrytowego. Otwór odwiercono około 50 m poza granicę wysadu. Okazało się, że płaszcz anhydrytowy jest bardzo cienki i w tym miejscu nie przekraczał 30 cm. Poza granicą wysadu występowały silnie zdolomityzowane otwory górnego kimerydu i dolnego tytonu reprezentowane przez



Ryc. 6. Głębokościowy profil sejsmiczny 7-VII-63 przez strukturę Wapna (Jaworski 1970).

Fig. 6. Depth seismic profile no 7-VII-63 by the Wapno salt structure (Jaworski 1970).



Ryc. 7. Głębokościowy profil sejsmiczny 9-VII-63 przez strukturę Wapna (Jaworski 1970).

Fig. 7. Depth seismic profile no 9-VII-63 by the Wapno salt structure (Jaworski 1970).

margle, ily wapniste i wapienie ilaste, czasem poprzecinane żyłą dolomityczną lub gipsową. Dolomityzacja utworów sięgała około 25 m poza granicę wysadu. W całym otworze nie stwierdzono objawów cieczy. Stwierdzenie grubości płaszczka anhydrytowego oraz warstw występujących poza nim, także braku większego zagrożenia wodnego, pozwoliło na podjęcie decyzji o dowiercaniu następnych otworów wiertniczych do utworów jurajskich znajdujących się poza płaszczem anhydrytowym. W taki sposób wiercono otwory wiertnicze na poziomach VIII, IX, X oraz niższych przygotowywanych do eksploatacji.

Stwierdzona tymi otworami miąższość płaszczka anhydrytowego wynosiła maksymalnie 11 m. Była to jednak miąższość wyjątkowa. Z reguły nie dochodziła do 1m, a praktycznie wynosiła 10–30 cm. W pewnych przypadkach stwierdzono brak płaszczka anhydrytowego. Zjawisko to występowało na granicy NE wysadu w jego SE części.

W czasie robót przygotowawczych, odbudowy górniczej komór eksploatacyjnych, a także w czasie wierceń kopalnianych dokonywano szeregu obserwacji, które pozwoliły na zrekonstruowanie budowy wewnętrznej złoża. Oprócz tego w latach 1948-1949 na poziomie V (Ryc. 2) Państwowy Instytut Geologiczny z Warszawy wykonał szereg wierceń w celu poszukiwania soli potasowej (Poborski i in., 1956). Wiercenia te wykonywano w NW części złoża. Jednocześnie różni geolodzy dokonywali pierwszych obserwacji, a od 1960 roku stałych prac kartograficznych złoża na wszystkich poziomach kopalnianych (Prochazka, 1962). Wyniki tych prac zostaną omówione na zakończenie niniejszego rozdziału.

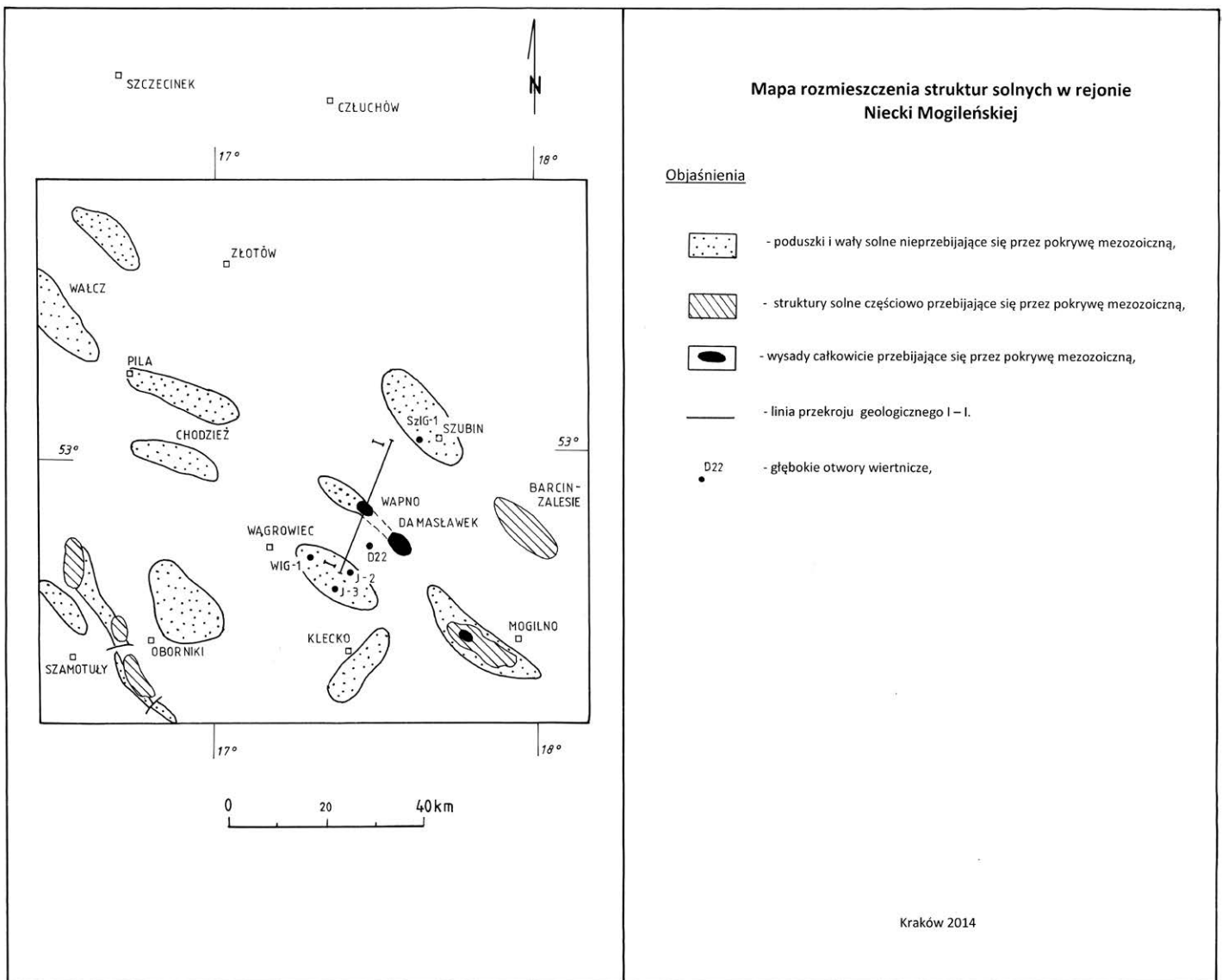
W czasie wykonywania wyrobisk górniczych na różnych poziomach ujawniły się wycieki kopalniane. Wycieki te były pilnie obserwowane przez powołane w tym celu służby, a wyniki obserwacji analizowane. W 1961 roku na poziomie III w chodniku nr 7 ujawnił się wyciek ługu potasowo – magnezowego, którego maksymalna wydajność wynosiła 2,4 l/min. Czyniono szereg prac koncepcyjnych zmierzających do likwidacji tego wycieku. W związku z wystąpieniem innych, groźniejszych wycieków na tym samym poziomie, do praktycznych prac likwidacyjnych na tym wycieku nigdy nie doszło.

Z powodu nie dość dokładnej znajomości hydrogeologii warstw nad złożem soli postanowiono odwiercić jeden otwór hydrogeologiczny pomiędzy zbiornikiem powierzchniowym (zbiornik po gipsolomie) oraz szybem nr II. Otwór ten wykonano w 1973 roku. Nawiercono trzy poziomy wodonośne z których dwa należą do utworów czwartorzędowych, a jeden do czapy gipsowej. W otworze założono rurki piezometryczne do każdego z tych poziomów wodonośnych i obserwowano ich zachowanie się. Okazało się, że wszystkie poziomy stabilizowały się mniej więcej na tym samym poziomie i wykazywały takie same zachowanie się w czasie. Tak samo zachowywał się poziom wody w zbiornikach nr 1 i 2. Świadczyło to o połączeniu wszystkich wód!

W 1972 roku w komórce nr 36 na poziomie III wystąpił nowy wyciek z rejonu soli szarej anhydrytowo – kizerytowej. Wyciek uznano za bardzo niebezpieczny i od samego początku czyniono starania w celu jego likwidacji. W początkowej fazie uznano, że wyciek ten jest związany z uprzednio odwierconym otworem z powierzchni N_1 , a szczególnie z jego nie dość dokładną likwidacją. W związku z tym postanowiono otwór zrekonstruować i zlikwidować od nowa. W latach 1974 – 1975 wykonano rekonstrukcję, a po stwierdzeniu, że między solą a czapą gipsową w szczelinie poziomej istnieje wydajny poziom wodonośny, postanowiono zlikwidować tą pustą strefę na kontakcie między solą i czapą gipsową medium uszczelniającym wtłoczonym poprzez otwór N_1 . Do tego celu zastosowano mieszaninę specjalnego środka chemicznego pod nazwą solakryl z żywicą mocznikową obciążoną solą kamienną. Środek ten został zastosowany dzięki współpracy kopalni z Instytutem Ciężkiej Syntezy Organicznej z Błachowni Śląskiej oraz z PBS z Bytomią. Iniekcję wykonano dwukrotnie w latach 1975 i 1976 jednakże wyniki były negatywne, nie przyniosły spodziewanych rezultatów. Na początku 1977 roku w rejonie otworu N_1 , nad wyciekiem na poziomie III w komórce nr 36 wykonano badania sejsmiczne metodą refrakcyjną oraz metodą prześwietlania sejsmicznego między wyrobiskiem na poziomie III, a powierzchnią. Badania te wykonywał Zakład Geofizyki i Przemysłu Naftowego w Krakowie. Wyniki badań można w skrócie przedstawić następująco: w rejonie otworu N_1 istnieje strefa gdzie występują utwory o małej prędkości. Może to wiązać się z prawdopodobnym istnieniem głębokiej niecki w nadkładzie czapy gipsowej, a może i w zwierciadle soli. Wykonane w tym czasie nowe przekroje geologiczne i mapy strukturalne stropu złoża przez zespół geologów zakładały istnienie głębokich i rozległych rynien w stropie soli kamiennej w tej części złoża i spływ wody do kopalni tymi rynnami.

W sierpniu 1976 roku rozpoczęto intensywne prace na poziomie III, których celem była **likwidacja wycieku w komórce 36**. Wyciek ten od lipca tegoż roku zaczął wybitnie podnosić swoje natężenie, a jednocześnie pogarszać swoje cechy fizykochemiczne. Wykonane badania izotopów naturalnych wykazywały połączenie cieczy wypływającej z wycieku z wodami zewnętrznymi, opadowymi. Zaś próby wtłaczania izotopów znaczonych lub barwników do otworu N dały negatywny wynik tj. nie stwierdzono bezpośredniego związku między otworem N a wyciekami w rejonie NW złoża.

Celem prac było zamknięcie przepływu wód z utworów nadkładu złoża przez utwory solne do wyrobisk górniczych na poziomie III. Z wyrobisk górniczych a głównie z chodnika transportowego z komory nr 37 oraz 35 wykonano otwory, które miały na celu nawiercenie strefy soli jamistej przewodzącej ług. Otwory te najprawdopodobniej natrafiały na nią ale dopływy były bardzo małe. Przypuszczano, że główną trudnością w nawierceniu strefy jest zbyt duży kąt, pod któ-



Ryc. 8. Rozmieszczenie struktur solnych w rejonie niecki mogileńskiej, wg (Garlicki, Szybist, 1986; Dadlez, Marek, 1998, zmodyfikowane i uproszczone przez: Wachowiak 2014).

Fig. 8. Distribution of salt structures in the in the area of the Mogilno basin (from Garlicki, Szybist, 1986; Dadlez, Marek, 1998, modified and simplified by Wachowiak 2014).

rym, są wiercone otwory w stosunku do pionowo stojącej strefy soli jamistej. Dlatego też aby można było nawiercić tę strefę poziomo – prostopadłe do jej przebiegu wykonano z poziomu III dowiercenie z chodnikiem położonym 30 m powyżej poziomu III. Z tego chodnika wykonano dwa otwory, z których jeden natrafił na strefę przepływu wody. Przeprowadzono cementację w wyniku której nastąpiło przerwanie dopływu cieczy do kopalni, jednakże po kilkunastu godzinach **zwiększony przyływ pojawił się w komorze nr 34.** Dalsze przybliżanie chodnika do domniemanej strefy soli jamistej spowodowało natrafienie na ukośne szczeliny, z których wypływała solanka. Natrafienie na szczeliny spowodowało pewną zmianę koncepcji poszukiwania stref przepływu solanki. W czasie dalszych prac wiertniczych z chodnika górnego na poziomie III, z komory nr 37 nawiercano na nowe szczeliny, które powiększały się w bardzo krótkim czasie. Przy końcu akcji ratowniczej wykonano także badania metodą termowi-

zyjną, którą starano się uchwycić drogę przepływu cieczy. Ustalono pewne anomalie temperatur, które mogły być prawdopodobnymi strefami przepływu cieczy. W końcowej fazie nawiercano coraz to większą ilość szczelin, których zasięg dochodził nawet do poziomu IV. W wyniku powiększającego się przekroju przepływu, wydatek cieczy wybitnie wzrastał co spowodowało **gwałtowne wdarcie się wody do kopalni. Było to w nocy z 4 na 5 sierpnia 1977 roku.**

W wyniku powyżej opisanych prac i badań stan wiedzy o budowie geologicznej i stosunkach hydrogeologicznych był duży. Ilość danych o budowie górnej części złoża i budowie nadkładu oraz jego otoczenia wzrosła wybitnie po awaryjnym wdarcie się wody do kopalni. Badania te wykonywano w trakcie zalewania kopalni i uzupełniania wody w nadkładzie złoża solnego oraz po jego zakończeniu. Do badań tych należały: otwory wiertnicze, badania geofizyczne oraz bada-

nia hydrogeologiczne. Z tych wszystkich rodzajów prac najmniejsze wyniki dały badania geofizyczne, które były wieloznaczne i nie prowadziły do żadnych konkretnych wniosków.

Na podstawie tych wyżej wymienionych badań oraz danych literaturowych stan rozpoznania budowy geologicznej przedstawia się następująco:

STRATYGRAFIA

Złoże soli kamiennej Wapno jest wysadem solonośnym utworów cechsztynu, które zostały wyciśnięte z dużej głębokości, poprzez przebite nadległe utwory triasu, jury i kredy. Wysad powstał w szczytowej partii antykliny Wapna (Ryc. 8) która znajduje się na pograniczu niecki mogileńskiej i paraantyklinorium pomorskiego. Rozmiary wysadu w planie poziomym są niewielkie i wynoszą, długość około 1000 m, szerokość ok. 350 m.

W przekroju prostopadłym do dłuższej osi wysadu ma on kształt słupa zwężonego na głębokości ok. 600 m i rozszerzającego się w dwóch kierunkach, ku górze i ku dołowi (Ryc. 2, 6). Strop złoża, czyli zwierciadło solne znajduje się na głębokości około 160-170 m od powierzchni ziemi. Nad złożem zalega eluwialna czapa gipsowa oraz wyżej utwory trzeciorzędowe i czwartorzędowe. Wokół ścian wysadu zalega płaszcz anhydrytowy a za nim od najniższego poziomu eksploatacyjnego ku powierzchni utwory mezozoiczne kimerydu górnego, tytonu oraz zerodowane utwory kredy dolnej. Wszystkie te nawiercone utwory dość dobrze korelują się z utworami malmu nawierconymi w rejonie Kcyni (Dembowska 1964) na skłonie paraantyklinorium pomorskiego. Do utworów solnych napotkanych w samym wysadzie należą utwory cechsztynu należące do piętra soli starszych (PZ2), soli młodszych (PZ3) i najmłodszych (PZ4).

Szczegółowa tabela stratygraficzna przedstawia się następująco:

Wiek	Piętro	Warstwa
Cechsztyln	Sole najmłodsze	Zuber czerwony Najmłodsza sól kamienna Anhydryt pegmatytowy
	Sole młodsze	Zuber brunatny Młodsza stropowa sól kamienna ----- ----- ----- Anhydryt główny Szary ił solny
	Sole starsze	Starsza sól potasowa Warstwy przejściowe Starsza sól kamienna

Czapa gipsowa oraz płaszcz anhydrytowy jako utwory eluwialne nie zostały ujęte w tej tabeli, gdyż jako takie nie są utworem cechsztyńskim. Jest to eluwium po rozpuszczeniu

soli kamiennej i odprowadzeniu jej przez płynące wody poza obręb wysadu. Na miejscu pozostały utwory nierozpuszczalne jak anhydryt, gips, ił. Do czapy ponadto dostały się utwory piaszczyste na skutek krążenia wód.

Charakterystyczną cechą czapy gipsowej jest odwrotne zaleganie jej utworów w zależności od ich wieku. Najmłodsze utwory zalegają najniżej, przy zwierciadle soli lub najbliższej utworów solnych w przypadku płaszczu anhydrytowego a najstarsze u samej góry. Jeżeli chodzi o czapę wysadu Wapno to jej wiek można ocenić na podstawie wykonanych profili sejsmicznych. Powstawała ona prawdopodobnie od liasu do czwartorzędu.

LITOLOGIA UTWORÓW CECHSZTYNU

1. Sole starsze

a) starsza sól kamienna – są to sole białe, czasem z odcieniem lekko szarym. Dzielą się wyraźnie na trzy człony: sól kamienną białą gruboziarnistą, sól kamienną białą średnioziarnistą oraz sól kamienną białą drobnoziarnistą (Ryc. 1, 2).

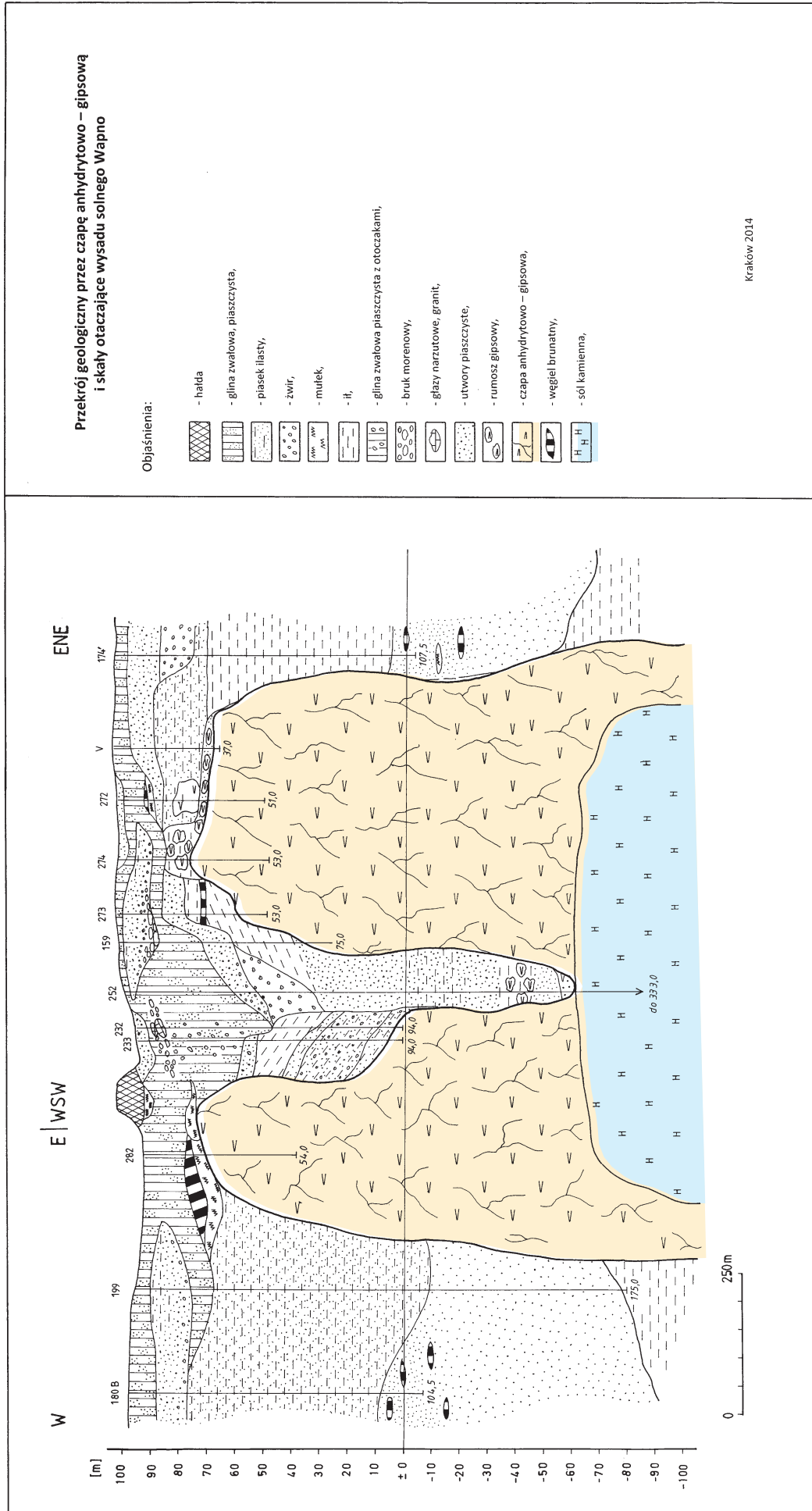
Sól kamienna biała gruboziarnista jest to sól biała i białoszara, wyraźnie pasmowana w odstępach 3 do 10 cm solą lekko szarą lub szarą o większej zawartości anhydrytu. Posiada ziarna grube powyżej 5 mm z nieznaczną ilością ziaren średnich. Czasem pasiastość jest słabo widoczna na skutek zaburzeń tektonicznych. Jest to sól zwięzła o przełamie zadziorowatym. Niektóre ziarna wykształcone są idiomorficznie. Główne zanieczyszczenie tej soli to przede wszystkim anhydryt, czasem ze śladami iłu. Sól ta zajmuje rdzeniową część pola wysadu i jest najprawdopodobniej najstarszym utworem napotkanym w wysadzie.

Sól kamienna biała średnioziarnista jest to sól przede wszystkim biała z ziarnami średnimi od 2 do 5 mm. Sporadycznie zdarzają się ziarna grube i drobne. Pasiastość zaznacza się słabo. W przypadku pojawienia się pasiastości, pasy występują w odstępach 1 do 5 cm. Jest to sól na ogół słabo zwięzła, krucha, często zlustrowana. Zanieczyszczona jest anhydrytem podobnie jak sól gruboziarnista. Znajduje się na zewnątrz soli gruboziarnistej otulając ją całkowicie.

Sól kamienna biała drobnoziarnista jest to sól zwięzła, zbita, o ziarnach poniżej 2 mm z przełamem zadziorowatym. Pasiastość występuje dość rzadko, ale przy tym nieregularnie. Zajmuje partię zewnętrzną wysadu. Jej przynależność stratygraficzna jest wątpliwa, ale brak wyraźnych dowodów aby ją zaliczyć do soli młodszych.

b) warstwy przejściowe – są to sole przede wszystkim szare z dość dużą zawartością ziaren anhydrytu i kizerytu oraz sole różowo szare z anhydrytem i kizerytem lub różowo miodowe z kizerytem. Są wyraźnie pasmowane w odstępach 1-2 cm kizerytem lub anhydrytem. Występują w warstwach o miąższości dochodzącej do 1m.

c) sole kryształowe – występują wśród wszystkich soli białych, kamiennych lub w bardzo niewielkiej ilości wśród



Ryc. 9. Przekrój geologiczny (II-II') przez czapę gipsową i skały otaczające wysadu solnego Wapno (wg Ratajczak 2000, zmodyfikowany: Wachowiak 2014).
Fig. 9. Geological section (II-II') by a cap rock and surrounding rocks of Wapno salt diapir (from Ratajczak 2000, modified by Wachowiak 2014).

innych soli. Są to sole epigenetyczne o dobrze wykształconych kryształach, przejrzystych, zanieczyszczonych ziarnami anhydrytu i banieczkami gazu. W banieczkach gazu występuje siarkowodór. Czasem ta sól jest pasmowana, przy czym pasiastosc jest jak gdyby rozmazana, słabiej widoczna niż w soli gruboziarnistej.

d) sole starsze potasowe – są to w zasadzie sole karnalito-wo – kizerytowe z halitem który jest zanieczyszczony anhydrytem. Wśród tej soli występują soczewki lub warstwy soli twardej szaro – czerwonej.

2. Sole młodsze.

a) szary ił solny – występuje tylko w towarzystwie bloków anhydrytu głównego w postaci ciemnych, rozciągniętych smug lub bardzo wąskich warstewek. Jest ciemny, bezwapni-ty czasem anhydrytowy.

b) anhydryt główny – występuje tylko w postaci odosobnionych bloków w towarzystwie soli starszych, a szczególnie warstw przejściowych, szary i ciemnoszary, wyraźnie uławicony ciemną substancją ilastą. Czasem wśród anhydrytu występują utwory epigenetyczne jak karnalit, polihalit i sól kryształowa. Porwaki anhydrytu są bardzo różnej wielkości, od wymiarów 1-2 cm do kilkudziesięciu metrów.

Utwory cechsztynu dotychczas opisane znajdują się w zasięgu pola działalności górniczej, na różnych poziomach kopalnianych. Nie wykluczonym jest jednak, że pewna część soli kamiennych jak np. sól biała drobnoziarnista, a także sól potasowa karnalito-wo – kizerytowa występująca w silnie zredukowanych tektonicznie warstwach przynależą do oddzia-łu niższego soli młodszych. Wyższe wydzielenia soli młod-szych, a także sole najmłodsze stwierdzono jedynie otworami wiertniczymi do granic złoża.

c) sole młodsze – stropowe – są to sole ciemnoszare, drobnoziarniste, przewarstwione solą białą, drobnoziarnistą oraz anhydrytem białym lub szaro-popielatym o odcieniu lekko miodowym. Anhydryt jest bardzo zbity, drobnoziarnisty.

d) zuber brunatny – jest to sól miodoworóżowa i brunatnoczerwona, zailona iłem siwym i szaropopielatym. Czasem jest to sól ilasta. Całość jest splekana drobną siecią szczelin, wypełnionych białą solą żylną.

3. Sole najmłodsze.

a) anhydryt pegmatytowy – jest to anhydryt szaropopielaty o odcieniu lekko miodowym, zbity, bardzo drobnoziarnisty,

b) najmłodsza sól kamienna – jest to sól różowa, bladorożowa i pomarańczowa, bardzo czysta, średnioziarnista i drobnoziarnista,

c) zuber czerwony – jest to sól różowa i biała z iłem siwym, popielatym i brunatnym z niezbyt gęstą siecią białej soli żyłnej epigenetycznej.

LITOLOGIA CZAPY GIPSOWEJ I PŁASZCZA ANHYDRYTOWEGO

Czapa gipsowa wysadu Wapno (Ryc. 9) jest tworem w skład którego wchodzi zmienne ilości gipsu, anhydrytu, iłu, czasem piasku. Udział ich jest zależny od rodzaju rozpuszczonej soli przed powstaniem utworów czapy oraz od migracji wody wewnątrz niej. Na ogół największe ilości gipsu występują w stropowej części czapy, zaś anhydrytu przy jej spągu, w pobliżu soli kamiennej. Udział iłu jest stosunkowo niewielki. Zazwyczaj występuje on jako domieszka w gipsie w postaci małej miąższości warstw lub wypełnienie pustek między odrębnymi okruchami gipsu. Ił w czapie powstał w wyniku rozpuszczenia soli ilastych. Piasek występuje w postaci warstw i jest prawdopodobnie tworem, który został wprowadzony do czapy przez wody krążące w niej. Anhydryt występuje raczej w postaci odosobnionych ziaren w pobliżu spągu czapy gipsowej, a w wyjątkowych wypadkach w postaci niewielkiej miąższości warstw. Anhydryt jest drobnoziarnisty natomiast gips średnioziarnisty, gruboziarnisty. Barwa gipsu od białego do szarego, często występuje żółty, epigenetyczny a w szczelinach przejrzysty, krystaliczny. Cały utwór czapowy jest na ogół szczelinowaty, z tym w górnej części aż do głębokości około 140-150 m występują szczeliny na ogół cienkie i bardzo cienkie. Miąższość szczelin nad samym zwierciadłem soli wyraźnie wzrasta, występują także kawerny, szczególnie pomiędzy solą a czapą gipsową.

Płaszcz anhydrytowy – jest to skała anhydrytowa, w przeważającej części ciemna i ciemnoszara, czasem o zabarwieniu białoszarym i białym, popielatym lub szaroróżowym, drobnokrystaliczna, niekiedy średniokrystaliczna przetykana iłem ciemnym, bezwapnistym. W przypadku występowania większej ilości iłu można wyróżnić szereg odrębnych okruchów anhydrytu silnie zcementowanych przerastających je iłem.

LITOLOGIA UTWORÓW JURY, KREDY

Utwory jurajskie otaczające wysad na poziomie byłej kopalni to przede wszystkim wapienie, wapienie ilaste, margle, iły wapniste, a sporadycznie piaskowce. Przy brzegach wysadu wapienie, margle i iły wapniste są zdolomityzowane. Strefa dolomityzacji sięga ok. 25 m od granic wysadu. W strefie tej spotyka się wtórne wypełnienia anhydrytem lub gipsem.

Utwory kredy prawdopodobnie reprezentowane są przez słabo związane piaskowce leżące na powierzchni pod trzeciorzędem.

LITOLOGIA UTWORÓW TRZECIORZĘDOWYCH I CZWARTORZĘDOWYCH

Do utworów trzeciorzędowych należą utwory miocenu i pliocenu. Do utworów mioceńskich należą głównie piaski burowęglowe, na ogół drobnoziarniste, pylaste o barwie

brunatnej z przerostami węgla brunatnych i mułków. W części spągowej miąższość tych utworów wynosi około 100 m. Nad samym wysadem miąższość utworów miocenu jest bardzo zmienna, choć charakter utworów jest podobny jak poza wysadem. Utwory plioceńskie to przede wszystkim pstry ility poznańskie. Są to ility plastyczne, zbite, siwe lub popielate, lub o pстрыm zabarwieniu. W pobliżu spągu tych utworów występuje przerost piasku drobnziarnistego i średnioziarnistego a czasem węgiel brunatny, jednak zasięg tych przerostów jest lokalny. Miąższość tych utworów wynosi około 50 m. Na wysadzie ility plioceńskie występują w postaci płatów lub warstw o bardzo zmiennej miąższości.

LITOLOGIA UTWORÓW CZWARTORZĘDU

Utwory czwartorzędu dzielą się na holocen i plejstocen.

Utwory holocenięskie reprezentowane są przez piaski, namuły, torfy i kredę jeziorną. Utwory te można spotkać w dolinie cieku powierzchniowego.

Jednakże główną rolę odgrywają utwory plejstocenięskie. Są to utwory pochodzenia lodowcowego składające się z glin zwałowych o różnym stopniu zapiaszczenia z glazami oraz z piasków o różnym uziarnieniu i żwirów pochodzenia wodno – lodowcowego. Utwory te na ogół zalegają na całym terenie mniej więcej zwartymi warstwami. Tylko w niektórych wypadkach tworzą soczewki lub pojawiają się „okna”. Dzieje się to głównie na terenie wysadu solnego.

TEKTONIKA

Wysad solny Wapno powstał w szczytowej partii antykliny Wapna, która formowała się najprawdopodobniej od początku jury, na co wskazują wyniki badań sejsmicznych. Powstanie antykliny Wapna jest związane prawdopodobnie z wgłębnią dyslokacją w podłożu. Po osadzeniu się utworów cechsztynu na skutek odnowienia się dyslokacji, następowało ich płynięcie z powodu powstałych naprężeń między podłożem a nadkładem. W szczytowej partii antykliny dzięki powstałym różnicom w ciężarze nadkładu między szczytową partią antykliny, a jej skrzydłami ujawniły się ruchy halokinetyczne powodujące podniesienie i rozchylenie warstw nadkładu i wypłynięcie soli w pobliże powierzchni ziemi. W trakcie przebijania się utworów solnych ku górze, na ścianach wysadu następowało rozpuszczanie soli przez wody wgłębne w wyniku czego powstał płaszcz anhidrytowy. Utwory otaczające wysad zostały dodatkowo podniesione ku górze i rozdzielone na bloki uskokami. Strop utworów solnych po osiągnięciu wód gruntowych był ługowany. Na miejscu powstały utwory nierozpuszczalne i trudno rozpuszczalne, tworząc po wtórnych procesach czapę gipsową. Czapą prócz tego była formowana poprzez wyciskaną ku górze sól, która w pewnych okresach powodowała wypychanie czapy ku górze i rozpychanie jej na zewnątrz.

Osadzone nad czapą gipsową utwory trzeciorzędu zostały podniesione przez wyciskaną ku górze czapę gipsową. Proces ten trwał jeszcze w czasie czwartorzędu, nawet po zlodowaczeniu środkowo-polskim, a uprzednia działalność (eksploatacja gipsu) nie pozwala na stwierdzenie czy proces ten trwał jeszcze po ostatnim zlodowaczeniu.

Wewnętrzna budowa złoża była uzależniona od plastyczności poszczególnych utworów solnych. Utwory bardziej plastyczne, głównie sole potasowo-magnezowe zostały silnie sprasowane i wyciśnięte ku górze. Część z nich pozostała w niższych partiach wysadu. Stosunkowo plastyczne białe sole kamienne w wyniku ich dość dużej miąższości i pofałdowania, zajęły przeważającą część pola wysadu. W zdecydowany sposób przeważają one nad innymi warstwami utworów solnych cechsztynu. Anhidryt główny został porozrywany na bryły różnej wielkości, rozwleczony wśród masy soli kamiennej.

Utwory solne cyklotemów młodszych, które w wyniku „płynięcia” mas solnych ku górze znalazły się w pobliżu brzegu wysadu, zostały silnie zredukowane tektonicznie; ponadto uległy częściowemu rozługowaniu przez wody wgłębne. Utwory te zostały porozrywane na odrębne płyty.

Upady warstw w wysadzie są zbliżone do 90°. Można stwierdzić, że w wyniku daleko zaawansowanej tektoniki nastąpiło swego rodzaju wzbogacenie wysadu w białą sól kamienną w wyniku czego zajmuje ona zdecydowaną większość pola wysadu (około 95%). Strop wysadu (zwierciadło solne) znajduje się średnio na głębokości 160-170 m od powierzchni. W jednym z otworów stwierdzono obniżenie się stropu złoża do głębokości 224 m.

Czapą gipsową ma zmienną miąższość. Nad centralną partią wysadu sięga do powierzchni ziemi gdzie osiąga miąższość 160 m, a nad brzeżnymi partiami jej miąższość wynosi od 80 do 120 m. Czapą gipsową w planie poziomym zajmuje dużo większą powierzchnię od powierzchni złoża. Występuje tu zjawisko przelewania się utworów czapowych poza granice złoża (Ryc. 9).

Utwory trzeciorzędowe nad czapą gipsową zmniejszają swoją miąższość w stosunku do otoczenia wysadu. Im wyżej zalega strop czapy gipsowej tym miąższość ich jest także mniejsza. Nad centralną partią złoża w rejonie wychodni czapy gipsowej znajdują się także wychodnie utworów trzeciorzędowych, które zalegają tu prawie pionowo, gdyż zostały podniesione przez dźwigającą się ku górze czapę. Miąższość utworów trzeciorzędowych nad wysadem wynosi od 50 do 60 m. Poza polem wysadu gdzie miąższość trzeciorzędu osiąga średnio około 150 m, zaś w wyjątkowych przypadkach nawet 200 m utwory te zalegają w zasadzie poziomo, z lekkim wzniosem w kierunku wysadu solnego.

Utwory czwartorzędowe także mają mniejszą miąższość nad wysadem solnym, tym mniejszą im wyżej zalega czapą

gipsowa i wynoszą od 0 do 25 m. Wyjątkiem jest strefa gdzie zerodowana została czapa gipsowa przy pomocy wód lodowcowych w środkowej partii wysadu, gdzie osiąga miąższość 60m. Poza polem wysadu czwartorzęd osiąga miąższość od 30 do 40m.

WARUNKI HYDROGEOLOGICZNE

Budowa geologiczna jak i tektonika wysadu mają zasadniczy wpływ na warunki hydrogeologiczne złoża. Nad utworami solnymi zalega czapa gipsowa powstała w wyniku erozyjnego działania wód. Jest ona szczelinowata, kawernista, szczególnie w pobliżu oraz na kontakcie z utworami solnymi. Należy zaznaczyć, że tak w planie poziomym jak i profilu pionowym istnieją zróżnicowane warunki filtracji wody spowodowane różnym wykształceniem litologicznym czapy, wkładkami ilu i mułku oraz piasku. Wydaje się że przepuszczalność czapy gipsowej w warunkach pierwotnych nie była tak duża jak na to wskazują wyniki gwałtownych wdarć wody do szybu Wapno I jak i do kopalni (poprzez szyby). Zasadniczą rolę odegrała tu prawdopodobnie działalność górnicza i wiertnicza. Czapa gipsowa była eksploatowana odkrywkowo i podziemnie. Spowodowało to połączenie wód przypowierzchniowych z głębokimi partiami czapy gipsowej. Dodatkowym elementem, który spowodował udrożnienie górotworu był ruch wody wywołany pompowaniem w celu obniżenia poziomu wody w kopalni gipsu. Otwory badawcze, a w szczególności mrożeniowe powodowały powstanie dróg łączności między wszystkimi poziomami wodonośnymi. Prócz tego istniał pierwotny system szczelin którymi mogły kontaktować się poszczególne poziomy wodonośne. Lokalnie w czapie gipsowej mogą istnieć izolowane strefy wodne lub takie gdzie kontakt ze stałymi wodami w czapie gipsowej jest bardzo utrudniony. Utwory piaszczyste trzeciorzędu i czwartorzędu nad czapą gipsową są także zerodowane i tworzą jeden poziom wodonośny w czapie gipsowej. W utworach tych zalegają wody o objętości od 1,5 do 1,6 milionów m³ a swobodny poziom przed zalaniem kopalni stabilizował się na wysokości ok. 84 m n.p.m.

W utworach trzeciorzędowych poza czapą gipsową znajduje się jeden poziom wodonośny, głównie w drobnoziarnistych piaskach burawęglowych. Stabilizuje się on na głębokości około 80-81m n.p.m. W utworach czwartorzędowych istnieją poziomy wodonośne których stabilizacja jest bardzo zależna od hipsometrii terenu i waha się w granicach od około 91 do 109m n.p.m. Różnica więc tu wynosi około 18m. Jak więc widać między rejonem złoża solnego a jego otoczeniem wody wgłębne stabilizują się zupełnie inaczej i są od siebie zupełnie lub prawie całkowicie odizolowane.

PODZIĘKOWANIA

Krótko po katastrofie w Wapnie, z inicjatywy dr. hab. inż. Grzegorza Kortasa, geolog górniczy Kopalni inż. Marian Ko-

lonko sporządził – celem przygotowania przyszłej publikacji – opis okoliczności wdarcia wody do wyrobisk. Po śmierci Mariana Kolonki, mgr inż. J. Kos w ramach studiów doktoranckich związanych z hydrogeologią kopalń soli, zapisał tekst na nośniku elektronicznym. W 2012 r. Grzegorz Kortas, będący wtedy redaktorem Przeglądu Solnego, przekazał tekst Piotrowi Kolonce – synowi Mariana w celu jego przygotowania do opublikowania.

Autorzy artykułu składają podziękowania Grzegorzowi Kortasowi za udostępnienie materiałów i możliwość przygotowania publikacji.

W publikacji wykorzystano materiały opracowane w ramach projektu pt. „Poprawa efektywności badań sejsmicznych w poszukiwaniach i rozpoznawaniu złóż gazu ziemnego w utworach formacji czerwonego spągowca”. Projekt realizowany przez AGH, nr umowy: POIG.01.01.02-00-122/09-06. Umowa z dnia 30.12.2009 r. – NCBiR.

LITERATURA / REFERENCES

- DADLEZ R., MAREK S., POKORSKI J. (red.), 1998. Atlas paleogeograficzny epikontynentalnego permu i mezozoiku w Polsce w skali 1:2 500 000. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- DEMBOWSKA J., 1964. Opracowanie stratygraficzne czterech wierceń w okolicy Kcyni. *Biul. Inst. Geol.*, 175.
- DODAJ D., KUSKA E., 1977. Mapy geologiczne. W: Dokumentacja geologiczna złoża soli kamiennej „Wapno”. OBRGSCchem. Chemkop, Kraków.
- FRIEDBERG W., 1921. Kopalnia Soli w Wapnie koło Kcyni. *Kosmos*, 46.
- GARLICKI A., SZYBIST A., 1986. Osady salinarne polskiego cechsztynu z solami potasowo-magnezowymi. *Gospodarka Surowcami Mineralnymi*, 2: 391-404.
- JAWORSKI A., 1970. Budowa geologiczna antykliny Wapna na tle wyników badań sejsmicznych. *Prz. Geol.* 2: 90-95.
- KOLONKO M., 1961. Projekt prac geologicznych dla kopalni soli w Wapnie. Arch. ZKSCH.
- KOLONKO M., 1962. mapy geologiczne poziomów kopalnianych kopalni „Wapno”. Arch. Kopalniane, Urząd Gminy Wapno.
- MIDURA A., HAŁOŃ B., 1963. Opracowanie badań sejsmicznych w rejonie kopalni Wapno.
- POBORSKI J., 1947. Nowsze materiały do geologii złóż solnych w Wielkopolsce. *Biul. PIG*, 36.
- POBORSKI J., 1960. Cechsztyńskie zagłębienie solne Europy Środkowej na ziemiach Polski. *Prace Inst. Geol.* nr 30 (2).
- POBORSKI J., PROCHAZKA K., WALA A., 1956. Sole potasowo-magnezowe w złożach Inowrocławia i Wapna. *Acta Geol. Pol.*, 6.
- PROCHAZKA K., 1962. Przyczynek do znajomości złoża solnego w Wapnie. *Roczn. PTG*, 22 (4).
- RATAJCZAK R., 2000. Budowa geologiczna i problemy ochrony środowiska wysadu solnego Wapna w Wielkopolsce. Rozprawa dokt. Arch. IG UAM, Poznań.
- WACHOWIAK J. 2014. Przekroje geologiczne przez kompleks permu-mezozoiczny w rejonie wysadu Wapno. W: „Poprawa efektywności badań sejsmicznych w poszukiwaniach i rozpoznawaniu złóż gazu ziemnego w utworach czerwonego spągowca”. Archiwum Wyd. GGiOŚ AGH.