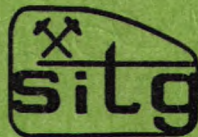
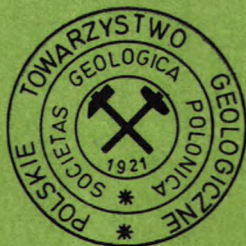


UNIwersytet Marii Curie-Skłodowskiej
Instytut Nauk o Ziemi
Polskie Towarzystwo Geologiczne
Oddział Lubelski
Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Górnictwa
Oddział w Lublinie

GEOLOGIA STOSOWANA
W BADANIACH
LUBELSKIEGO ZAGŁĘBIA
WĘGLOWEGO



LUBLIN 1988

UNIwersYTET MARII CURIE-SKOŁODOWSKIEJ
INSTYTUT NAUK O ZIEMI
POLSKIE TOWARZYSTWO GEOLOGICZNE
ODDZIAŁ LUBELSKI
STOWARZYSZENIE INŻYNIERÓW I TECHNIKÓW GÓRNICTWA
ODDZIAŁ W LUBLINIE

**GEOLOGIA STOSOWANA
W BADANIACH
LUBELSKIEGO ZAGŁĘBIA
WĘGLOWEGO**

*Tom niniejszy
dedykujemy uczestnikom 56 Zjazdu PTGeol.
Lublin 6–8 września 1984*

50-224

LI



10009186

Recenzent

Doc. dr hab. Jerzy Liszkowski

423239

Redakcja naukowa

Marian Harasimiuk, Janusz Stochlak

Opracowanie redakcyjne

Irena Pielak

Korekta

Barbara Chojna

Biblioteka
UMCE
Lublin

ISBN 83-227-0163-2

ch. 2.5

D 1220/29/37

Spis treści

Słowo wstępne	5
Zbigniew Wójcik	
Badania geologiczne Jana Samsonowicza na Lubelszczyźnie	7
Janusz Stochlak	
Lubelskie Zagłębie Węglowe - granice, podziały, termi- nologia	16
Zdzisław Gola	
Zagospodarowanie górnicze Lubelskiego Zagłębia Węglowego	38
Łucja Musiał, Maria Tabor	
Podział stratygraficzny karbonu górnego SW części LZW na podstawie makrofauny	46
Halina Kmiecik	
Palinostratygrafia utworów górnego namuru i dolnego westfalu regionu Grabowca w LZW	66
Wacław Marian Kowalski	
Charakterystyka piaskowców warstw lubelskich LZW	78
Stanisław Knafel, Albin Zdanowski	
Skład petrograficzny i jakość węgla LZW	96
Jan Kaczyński	
Złoże ropy naftowej w okolicy Lublina	103
Rena Kosmulska	
Stan rozpoznania geologicznego bazy surowców skalnych województwa lubelskiego	111
Zdzisław Michalczyk, Stefan Przemyski	
Anizotropia kredowego piętra wodnego w rejonie Turki koło Lublina	128
Zdzisław Michalczyk, Zofia Sawicka-Ner	
Ujęcie wody w Prawiednikach	137
Piotr Herbich	
Struktura zasobów eksploatacyjnych ujęć wód podziem- nych Chełma i Rejowca	148
Kazimierz Zarębski	
Model hydrogeologiczny utworów mezozoicznych obszaru kopalń K-1 i K-2 w CRW-LZW w aspekcie stosowania różnych metod badawczych	159

Aleksander Zwierzchowski	
Przestrzenne zróżnicowanie zwierciadła piezometrycznego piętra wodonośnego albu w LZW	183
Ryszard Szydeł, Aleksander Zwierzchowski	
Przestrzenne zróżnicowanie zwierciadła piezometrycznego jury na obszarze LZW w świetle analizy matematycznej ..	195
Ryszard Szydeł	
Kontakty hydrauliczne w obrębie rynien dolnojurajskich w aspekcie rozwoju leja depresji wokół szybów głównych kopalni K-1	205
Wojciech Glik	
Badanie wyciągów wodnych ze skał w kopalni K-1 w LZW ..	212
Anna Majka-Smuszkiewicz	
Chemizm wód podziemnych kopalni węgla kamiennego K-1 w Bogdanie	219
Aleksander Błaszczak	
Warunki geotermiczne Centralnego Rejonu Węglowego w LZW	233
Stanisław Stałęga	
Wpływ składu mineralnego i cech petrograficznych na własności geomechaniczne mułowców westfalu A-B Lubelskiego Zagłębia Węglowego	246
Andrzej Czapliński, Janusz Kownacki, Jan Zawiślak	
Badania wypiętrzania spągów wyrobisk korytarzowych pierwszej kopalni LZW	255

Słowo wstępne

56 Zjazd Polskiego Towarzystwa Geologicznego w Lublinie stał się okazją do zaprezentowania szerszemu gronu geologów z całego kraju problematyki Lubelskiego Zagłębia Węglowego. W programie sesji plenarnej znalazły się referaty syntetyczne przygotowane głównie przez pracowników Instytutu Geologicznego oraz UMCS. Bardziej szczegółowe zagadnienia prezentowane są w programie konferencji terenowych. Okazało się jednak, że ograniczone możliwości czasowe tych konferencji i niewielka objętość Przewodnika Zjazdowego uniemożliwiają pokazanie wielu zagadnień z zakresu geologii stosowanej, a w szczególności hydrogeologii, opracowywanych aktualnie przez geologów pracujących na terenie LZW.

Dyrekcja Instytutu Nauk o Ziemi UMCS podjęła więc inicjatywę wydania przez uniwersytet zbioru prac wykonanych głównie przez geologów lubelskich. Inicjatywę tę poparły Zarząd Oddziału Lubelskiego PTG i Zarząd Oddziału Lubelskiego SIT Górnictwa. W rezultacie prezentujemy okazjonalny tom zawierający 22 prace, obejmujące szeroki wachlarz zagadnień dotyczących Lubelskiego Zagłębia Węglowego. Mamy nadzieję, że przybliży on uczestnikom Zjazdu specyficzne problemy Lubelskiego Zagłębia Węglowego. W tomie tym 16 prac opracowanych zostało przez geologów lubelskich, co dobitnie świadczy o tworzeniu się w Lublinie nowego ośrodka badań geologicznych.

BADANIA GEOLOGICZNE JANA SAMSONOWICZA NA LUBELSZCZYZNIE

Geologiczny dorobek naukowy J. Samsonowicza /1889-1959/ dotyczy głównie wschodniej części Gór Świętokrzyskich oraz Wołynia. Między tymi regionami znajduje się Wyżyna Lubelska, która w pierwszej połowie XX w. nie była intensywnie badana. Wpłynęły na to różne okoliczności, w tym: pewna monotoność odsłoneń /głównie osady kredy i czwartorzędu lepiej odsłonięte w dolinie Wisły/, mała liczba wierceń /choć w tym głębokie w Lublinie z jurą i kredą; Z. Sujkowski 1931, J. Lewiński 1933/, a przede wszystkim stosunkowo mała aktywność naukowa przyrodników zamieszkających w regionie /pracownicy Instytutu w Puławach interesowali się głównie glebami/.

W okresie międzywojennym najwięcej uwagi zagadnieniom Wyżyny Lubelskiej poświęcili pracownicy warszawskiej instytucji - Państwowego Instytutu Geologicznego, a wśród nich: A. Mazurek, Z. Sujkowski, J. Samsonowicz i W. Pożaryski. Z pracowników różnych uczelni, badających na tym obszarze, wymienić trzeba głównie J. Lewińskiego i R. Kongiela. Prace wymienionych geologów wiązały się na ogół z potrzebami praktycznymi regionu /woda pitna, kamienie dla potrzeb budownictwa, surowce mineralne itp./. Wyniki, czasem nawet doraźnych prac, doprowadzały niejednokrotnie do poważnych odkryć, jak np. stwierdzenia przez J. Samsonowicza /1924/ jury w południowo-zachodniej części Wyżyny Lubelskiej.

Szkic niniejszy, zgodnie z tytułem, poświęcony jest działalności J. Samsonowicza. Ocena jego osiągnięć wymaga jednak kilku zdań wprowadzających.

J. Samsonowicz rozpoczął działalność naukową w 1909 r. jako uczeń Szkoły Handlowej w Kielcach. Maturę /klasyczną, tzn. z łaciną/ zdał eksternistycznie w Petersburgu, gdzie w 1911 r. wstąpił na tamtejszy uniwersytet. Podjął studia nietypowo, gdyż większość Polaków interesujących się geologią wstępowała do Instytutu Górniczego. Także nietypowa, jak na studenta uniwersytetu była jego dalsza działalność.

Uczył się pilnie i dobrze. Zarabiał jednak na życie nie korepetycjami - jak większość studentów - tylko ekspertyzami geologicznymi. Początkowo miały one skromny zasięg, a zarobione pieniądze wystarczały mu na bilety na galerię w ulubionej operze. Później stać go było już na kupowanie biletów do łoży. Praktyki wakacyjne starał się wybierać w terenach geologicznie atrakcyjnych. Jedną z nich prowadził w dolinie Jenisieju między Krasnojarskiem i Jenisiejskiem. Inne spędzał w Kongresówce, gdzie - wspólnie z J. Czarnockim - prowadził badania w Górach Świętokrzyskich. Pomagał im wówczas słynny paleontolog rosyjski - W. Amalicki, który u siebie w Pracowni Geologicznej Instytutu Politechnicznego im. Mikołaja II dał młodym geologom miejsce do opracowania okazów.

W 1914 r. Samsonowicz ukończył studia z dyplomem I stopnia - po nostryfikacji w 1925 r. uzyskał tytuł doktora filozofii /odpowiednik naszego doktoratu/. O swojej późniejszej działalności w ankiecie personalnej pisał m.in.: "asystent przy katedrze geologii Uniw. Warsz., 1915-1919; geolog od 1919 i naczelnik Wydziału Wydawniczo-Kartograficznego Państw. Instytutu Geologicznego od 1923; docent geologii i paleontologii oraz prow. wykł. zlec. geologii Polski Uniw. Warsz. od 1925" A. Peretiatkowicz, M. Sobeski 1932, s. 222/. Dalej wymieniono ważniejsze prace od 1916 r., a w tym "Szkic geologiczny okolic Rachowa nad Wisłą oraz transgresje albu i cenomanu w bruzdzie północno-europejskiej" z 1925 r.

W 1935 r. J. Samsonowicz został profesorem paleontologii na Uniwersytecie Jana Kazimierza we Lwowie. Współpracował nadal z PIG, zwłaszcza w zakresie badań na Wołyniu. W 1939 r. objął kierownictwo katedry geologii na Uniwersytecie Warszawskim /po J. Lewińskim/. Podczas okupacji prowadził tajne nauczanie. Po wojnie odbudował zrujnowany Zakład Geologii UW, a później - jako członek PAN - zorganizował pracownię Geologiczną PAN /dziś Instytut Nauk Geologicznych PAN/. W ostatnich latach życia zajmował się zagadnieniami stratygraficznymi najstarszego paleozoiku Gór Świętokrzyskich, problemami hydrogeologicznymi, złożonymi.

Był przede wszystkim znawcą paleozoiku, co zresztą znalazło wyraz w trzech kolejnych wydaniach "Zarysu geologii Polski", opublikowanych w latach 1952-1965. Ale, jak niewie-

lu geologów, z pasją zajmował się zagadnieniami rzeczoznawstwa /doświadczenie z Petersburga!/. Jakże typowa jest notatka J. Morozewicza z jednego ze sprawozdań PIG: "Geolog Jan Samsonowicz udzielił informacji co do studni, mającej się kopać na st. kolejowej w Zamościu i studni artezyjskiej w m. Lublinie, czyniąc zadość prośbie przedsiębiorstwa wiertniczego w pierwszym przypadku, magistratu zaś grodu trybunalskiego - w drugim" /J. Morozewicz 1927, s. XXIX/.

Przedstawione informacje dają ogólne tło działalności naukowej Samsonowicza w latach 1909-1959. Od 1922 r. były to badania prowadzone także na Wołyniu i na Wyżynie Lubelskiej. Ich najbardziej spektakularnym rezultatem było odkrycie karbonu produktywnego nad Bugiem. Pierwsze warstwy z węglem kamiennym nawiercono w 1938 r. Znacznie wcześniej J. Samsonowicz przewidywał jednak istnienie karbonu także na terenie Lubelszczyzny.

Ze zrozumiałych względów podaję jedynie najważniejsze dane o badaniach J. Samsonowicza, mających bezpośredni związek z Lubelszczyzną. Jak wynika z zachowanej dokumentacji J. Samsonowicz w pierwszej połowie 1923 r. na podstawie porozumienia dyrekcji PIG z Dyrekcją Robót Publicznych w Lublinie rozpoczął badania piaskowców do budowy dróg na terenie Chmiele, Rejowca, Chełma i Rachowa nad Wisłą /J. Morozewicz 1924/. Szczególnie wiele uwagi poświęcił badaniom ostatniej miejscowości, gdzie odkrył kimeryd /po raz pierwszy na Lubelszczyźnie/ oraz udokumentował alb, wrakon, cenoman i turon. Piszząc o tektonice antykliny rachowskiej nie omieszczał dodać, że "pod Frampolem istnieje [...] maksimum depresji wielkiego rowu podkarpackiego, stanowiącego przedłużenie rowu wołyńskiego" /J. Samsonowicz 1924d, s. 7/. W artykule tym także nadmienił o istnieniu bardzo "[...] intensywnych ruchów wznoszących /do 25-30 m/ krawędź Rostocza, które miały miejsce już po maksimum zlodowacenia w Polsce" /J. Samsonowicz 1924d, s. 8/.

Okolice Rachowa stanowiły przedmiot kilku rozpraw J. Samsonowicza. Niektóre z nich z lat 1924-1928 dotyczyły możliwości podjęcia eksploatacji występujących tam fosforytów /J. Samsonowicz 1924b, 1928/, inne - lessów /J. Samsonowicz 1924a/, nagromadzeń krzemienia "szarego biało nakrapianego" /J. Samso-

nowicz 1924c/ itp. Wszystkie te prace miały większy związek z problemami mezozoiku regionu świętokrzyskiego niż kredą i jurą centralnej i wschodniej części Lubelszczyzny. Tym terenem J. Samsonowicz zajął się później, gdy interesował się paleozoikiem i mezozoikiem zachodniego Wołynia.

Dla jasności sprawy należy dodać, że w okresie międzywojennym odkryto jurę pod kredą także w głębokim wierceniu w Lublinie /Z. Sujkowski 1931/ oraz w Brześciu nad Bugiem /J. Samsonowicz 1931/. Na tej podstawie J. Samsonowicz /1932/ wyznaczył oś niecki lubelskiej /ciągnącą się od Lwowa po Lublin/ oraz wschodnią krawędź tej jednostki, biegnącą od Małaszewicz na W od Brześcia /Lubelszczyzna/ przez okolice Włodzimierza i Stojanowa /Wołyń/. Górny Bug płynie wschodnim skrzydłem niecki lubelskiej. Za tą krawędzią, na zachodnim zboczu krystalicznego masywu wołyńskiego w dorzeczu Styru znane były wychodnie dewonu, pokrytego cenomanem. W zlepieniu podstawowym kredy J. Samsonowicz stwierdził krzemienie wieku karbońskiego. Ich kształt zdawał się wskazywać na istnienie karbonu na zachód od dorzecza Styru. Po badaniach letnich w 1931 r. zdołał już napisać, biorąc pod uwagę charakter otoczków karbońskich w spągu kredy nad Horyniem i w okolicy Pełczy, a także wyniki wiercenia w Małaszewiczach, że w interesującym nas regionie niecki lubelskiej "[...] w spągu kredy zjawiać się będą już utwory jurajskie, karbon zaś może istnieć dopiero w podłożu głębokim" /J. Samsonowicz 1931, s. 42/. Tezę tę szerzej uzasadnił w pracy wydanej w roku następnym, gdzie zresztą wskazywał na pilną potrzebę podjęcia głębokich wierceń.

Historię odkrycia Zagłębia Nadbużańskiego w 1962 r. opisał H. Makowski /jeden z odkrywców - obok J. Samsonowicza i Z. Pazdry - karbonu produktywnego między dorzeczem Styru i Bugiem/. Warto tylko dodać, że odkrycie to zostało dokonane niejako zbiorowym wysiłkiem: "Wspólnoty Interesów Górniczo-Hutniczych" w Katowicach, Państwowego Instytutu Geologicznego w Warszawie oraz Wołyńskiego Towarzystwa Przyjaciół Nauk /por. J. Samsonowicz 1938/. Samsonowicz był konsultantem pierwszej z tych instytucji i współpracownikiem drugiej, a Z. Pazdro głównym geologiem "Wspólnoty Interesów". WTPN

miało zaś własny sprzęt geofizyczny i - podobnie jak FIG - niezbędne fundusze na badania.

Po wielu próbach, nie zawsze udanych, w jednym ze sprawozdań J. Samsonowicz napisał: "Wiercenie w Haliczanach na NW od Beresteczka stwierdziło karbon w głęb. 123 m". /J. Samsonowicz 1939a, s. 20/. Było to w końcu II 1938 r. /H. Makowski 1962/. W Tartakowie /15 km na W od Haliczan/, tuż przy samej wschodniej krawędzi niecki lubelskiej, na głębokości 239 m w dniu 12 V 1938 r. nawiercono karbon z cienkimi smugami węgla. Z wykonanych w latach 1938-1939 wierceń w Stojanowie i Sokalu, tylko w Sokalu napotkano warstewki węgla od 20-30 cm miąższości.

Przed wybuchem II wojny światowej J. Samsonowicz zdołał tylko zasygnalizować odkrycie produktywnego karbonu. W sprawozdaniach z posiedzeń PAU, w dniu 3 IV 1939 r. podał: "Wiercenia wykonane w ostatnich czasach kosztem Wspólnoty Interesów Górniczo-Hutniczych pozwoliły stwierdzić obecność karbonu w Haliczanach, Stojanowie, Chołojowie, Busku, Kozłowie, Tartakowie i Zawiszni pod Sokalem. W sześciu otworach jest on produktywny. Leży pod kredą, grubiejącą ku zachodowi od 111 m w Haliczanach do 287 m w Zawiszni. Prowizoryczne oznaczenie fauny, zaledwie częściowo wypreparowanej, pozwala wnosić, że karbon Haliczan należy do dinantu. Utwory Stojanowa, Chołojowa, Buska i Kozłowa, z dużą zawartością wapieni są namurem, utwory Tartakowa, słabo wapniste, ze znacznym odsetkiem piaskowców, przypadają na pogranicze namuru i westfalu. Do westfalu należy karbon Zawiszni. Obszar pokryty tymi wierceniami wynosi 1300 km², karbonu odwiercono dotychczas 1430 mb".

Przedstawiony wówczas referat zawierał mapkę /J. Samsonowicz 1946/, na której zaznaczono karbon także po zachodniej stronie doliny Bugu, tzn. częściowo także w dzisiejszych granicach Polski.

Obszerniejsze sprawozdanie z prac w języku niemieckim zostało złożone do druku w 1939 r., ale ukazało się dopiero w 1946 r. Dwa lata wcześniej geolog wrocławski M. Schwarzbach /1944/ opisał wyniki wiercenia dokonanego podczas wojny w Strzyżowie koło Hrubieszowa. Autor ten podkreślając ogromne znaczenie poznawcze fauny morskiej odkrytej w kar-

bonie nad Bugiem nie omieszkał uwypuklić pierwszeństwa J. Samsonowicza /"Wie bereits Samsonowicz 1939 erkannte", s. 101/.

Z tego, co wyżej przedstawiono, wynika, że innymi zagadnieniami zajmował się J. Samsonowicz w zachodniej i we wschodniej części Lubelszczyzny. Badania nad jurą i kredą, prowadzone najwcześniej, miały jednak istotne znaczenie podczas opracowywania planu głębokich wierceń w obszarze niecki lubelskiej po ostatniej wojnie. Prac podjętych przed wojną nie można było przerwać. Istnienie karbonu w Górach Świętokrzyskich, odkrytego przez J. Czarnockiego w 1916 r., rokowało nadzieje na odkrycie bogatych serii produktywnych w centralnej części niecki lubelskiej.

Odkrycie karbonu nadbużańskiego, w sensie praktycznym, jest największym dziełem J. Samsonowicza. Choćby dlatego warto przytoczyć sądy odkrywcy na podstawie tekstów zawartych w dwóch wydaniach "Zarysu geologii Polski" /z 1953 r. - ostatni za życia autora oraz z 1965 r. - pośmiertne, ale zmodyfikowane za życia autora/. Rzecz zrozumiała, że dotyczy to już niemal wyłącznie niecki lubelskiej.

W 1953 r. J. Samsonowicz pisał na interesujący nas temat odnośnie do dolnego karbonu: "Na zachodnim przedpolu masywu wołyńskiego, nad górnym Bugiem po okolice Sokala /Zawisznia/ i Hrubieszowa /Strzyżów/, na prawym brzegu tej rzeki z wierceń są znane utwory dinanckie, leżące zgodnie na wapieniach piętra struńskiego. Turniejskie są wapienie przechodzące ku dołowi w mocno przekrystalizowane dolomity. Do wizeny należą wapienie koralowe, krynoidowe i brachiopodowe w pewnych poziomach silnie przerośnięte krzemieniami. Są przekładane łupkami czasem z cienkimi pokładami węgla, a rzadziej piaszczakami" /M. Książkiewicz, J. Samsonowicz 1953, s. 70/. Następnie podkreślił istnienie wkładek wulkanicznych, podał listę ważniejszych skamieniałości oraz ogólne informacje o warunkach powstawania: zatoka o zanurzającym się dnie. Osady mają charakter cykliczny, przy czym zespoły faunistyczne wiążą je bardziej z Zagłębiem Górnośląskim, a pewne cechy sedymentacyjne - z Zagłębiem Donieckim.

W cytowanej rozprawie odnośnie do karbonu Lubelszczyzny J. Samsonowicz podał na podstawie danych z wierceń /m. in. w Zawiszni i Strzyżowie/, że na dinancie leży zgodnie

namur. "Są to głównie łupki z florą z ławicami piaskowców i cienkimi, ku górze wkładkami wapieni. Zawierają one kilka zupełnie ciemnych warstewek węgla" /M. Książkiewicz, J. Samsonowicz 1953, s. 72/. Osady te powstały w wysładzającym się zbiorniku, który miał połączenie z górnośląskim i donieckim. Nadmienię, iż obecność westfalu nie została ustalona, choć jego istnienie przewidywał w depresji nad Bugiem Środkowym.

Był to materiał nader skromny. Należy jednak pamiętać, że w tym czasie, gdy drukowało się wspomniane wydanie "Zarysu", J. Samsonowicz pracował już nad projektem wiercenia "Chełm IG-1". Wiercono od 24 X 1954 r. do 1 X 1955 r. osięgając do głębokości 1610 m: kredę, jurę i paleozoik /E. Witwicka 1958/. Dlatego w 1965 r. można było już napisać /M. Książkiewicz, J. Samsonowicz, E. Rühle 1965/, że w Chełmie napotkano karbon na głębokości 400 m, a w Bystrzycy koło Lublina - 1037 m. Wizen napotkano m.in. w Chełmie wprost na sylurze. Ponadto w wierceniu tym stwierdzono namur i dolny westwał o grubości 627 m, a miąższość tylko górnego karbonu dochodzi do 500 m.

W dalszym programie badań Lubelskiego Zagłębia Węglowego J. Samsonowicz uczestniczył już dorywczo. Wiercenia i ich dokumentację prowadził głównie zespół pracowników Oddziału Górnośląskiego Instytutu Geologicznego. Prace te wymagały wielkiego wysiłku i młodzieńczej energii. J. Samsonowicz zaś, obciążony pracą dydaktyczną na uniwersytecie oraz organizacyjną i redakcyjną w Polskiej Akademii Nauk, a przede wszystkim prześladowany przez choroby, nie mógł już bezpośrednio kontynuować badań nad karbonem w bardziej centralnej części niecki lubelskiej. Dlatego tym bardziej zasługuje na podkreślenie fakt umieszczenia przez Komitet Nagród Państwowych nazwiska J. Samsonowicza na liście odkrywców Lubelskiego Zagłębia Węglowego /w zespole: J. Porzycki, K. Bojkowski, S. Cebulak, Z. Dembowski, Z. Grabowski, A. Jachowicz, A. Różkowski/. W ten sposób uwypuklono dorobek i poświęcenie poprzedników. Ich myśl stanowiła cenny wkład do poznania paleozoiku Lubelszczyzny. Oczywiście, że wyróżnienie J. Samsonowicza miało już tylko znaczenie symboliczne, podobnie jak nazwanie jego imieniem jednego z szybów w kopalni w Bogdan-
ce.

Literatura

- Czarnocki J. 1916: Materiały do geologii Gór Świętokrzyskich. Kilka słów o odkryciu utworów karbońskich w Górach Świętokrzyskich. Spraw. TNW 9, s. 953-975.
- Książkiewicz M., Samsonowicz J. 1953: Zarys geologii Polski. Warszawa 1953, 224
- Książkiewicz M., Samsonowicz J., Rühle E. 1965: Zarys geologii Polski. Warszawa 1965, 380
- Lewiński J. 1933: Jura w głębokim wierceniu w Lublinie. Posiedz. nauk. PIG 35, s. 36-38.
- Makowski H. 1962: Historia odkrycia Zagłębia Nadbużańskiego /W trzylecie śmierci J. Samsonowicza/. Prz. Geol. R. 10 s. 579-582.
- Morozewicz J. 1924: Badania terenowe wykonane w lecie roku 1923. Spraw. PIG, T. 2 z. 3-4, s. 551-561.
- Morozewicz J. 1927: Kronika Instytutu za r. 1926. Spraw. PIG T. 4, z. 1-2, s. XXII-XXXII.
- Peretiatkowicz A., Sobeski M. 1932: Współczesna kultura polska. Nauka - literatura - sztuka. Życiorysy uczonych, literatów i artystów z wyszczególnieniem ich prac. Poznań 1932, 319
- Samsonowicz J. 1924a: O loessie wschodniej części Gór Świętokrzyskich. Wiad. Archeol. 9, s. 1-18.
- Samsonowicz J. 1924b: O złożu fosforytów w Rachowie nad Wisłą. Prz. Górn.-Hutn. 16, s. 785-786.
- Samsonowicz J. 1924c: Odkrycie pierwotnych złóż krzemienia szarego biało nakrapianego". Wiad. Archeol. 9, s. 99-101.
- Samsonowicz J. 1924d: Sprawozdanie z badań geologicznych w okolicach Rachowa nad Wisłą. Posiedz. nauk. PIG 7, s. 6-8.
- Samsonowicz J. 1925: Szkic geologiczny okolic Rachowa nad Wisłą oraz transgresje albu i cenomanu w bruździe północno-europejskiej. Spraw. PIG T. 3 z. 1/2, s. 45-118.
- Samsonowicz J. 1928: Warunki występowania i zasoby fosforytów w Rachowie nad Wisłą. Prz. Górn.-Hutn. 20, s. 363-367.

- Samsonowicz J. 1931: O przypuszczalnym występowaniu karbonu w zachodniej części Wołynia. Spraw. PAU nr 9, s. 41-42.
- Samsonowicz J. 1932: Über das wahrscheinliche Vorkommen von Karbon im westlichen Teil Wolhyniens. Bull. intern. Acad. Pol. A, s. 173-182.
- Samsonowicz J. 1938: Sprawozdanie z badań terenowych, geologicznych i geofizycznych na Wołyniu oraz z badań laboratoryjnych, petrograficzno-chemicznych, skał wołyńskich, z załączeniem spisu publikacji, dotyczących się tych badań. W: Sprawozdanie z działalności Wołyńskiego Towarzystwa Przyjaciół Nauk za lata 1935-1937. Luck s. 27-34.
- Samsonowicz J. 1939a: Badania geologiczno-wiertnicze w roku 1937/8 na Wołyniu. Biul. FIG 9, s. 18-20.
- Samsonowicz J. 1939b: O karbonie nad górnym Bugiem. Spraw. PAU nr 4, s. 140.
- Samsonowicz J. 1946: Über das karbon am Oberen Bug. Bull. intern. Acad. Pol. A 1939, druk: 1946, s. 294-298.
- Schwarzbach M. 1944: Zur Eingliederung des Bug-Karbons. Z. Dtsch. Geol. Ges. 96, a. 101-103.
- Sujkowski Z. 1931: Petrografia kredy Polski. Kreda z głębokiego wiercenia w Lublinie w porównaniu z kredą niektórych innych obszarów Polski, Spraw. FIG T. 6: z. 3, s. 484-628.
- Witwicka E. 1958: Stratygrafia mikropaleontologiczna kredy górnej wiercenia w Chełmie. Biul. IG 121, s. 177-267.

Janusz S t o c h l a k

LUBELSKIE ZAGŁĘBIE WĘGLOWE - GRANICE, PODZIAŁY, TERMINOLOGIA

Wstęp

Lubelskie Zagłębie Węglowe /LZW/^x jest nowym, rozległym obszarem występowania złóż węgla kamiennych w Polsce środkowo-wschodniej. Termin LZW został wprowadzony do literatury geologicznej przez Z. Dembowskiego i J. Porzyckiego w 1967 r. Początkowo mianem LZW określano uawnie ten fragment /północno-wschodni/ lubelskiego basenu karbońskiego, w którym miąższość nadkładu nie przekraczała 750 m. W tak wydzielonym obszarze za najbardziej węglonośny i tym samym najbardziej perspektywiczny dla górnictwa uznano region między Chełmem i Parczewem - i w tej części skoncentrowano wykonywane badania geologiczne. W ich ramach starano się również określić naturalne granice LZW i wydzielonych w jego obrębie rejonów, ale do dzisiaj sprawa ta jest otwarta.

Od początku lat siedemdziesiątych, kiedy wykonano pierwszą dla tego obszaru dokumentację geologiczną w kat. C₂ złoża "Łączna", a Prezydium Rządu podjęło decyzję nr 144/71 z dnia 20 października 1971 r. w sprawie podjęcia prac przygotowawczych do kompleksowego zagospodarowania LZW rozpoczęła się wielka "kariera" nowego zagłębia.

Wśród problematyki badawczej poczesne miejsce, obok szeroko pojętych badań geologicznych, zajęły studia planistyczne, badania nad wpływem skutków eksploatacji węgla na

x/ Do realizacji zadań inwestycyjnych w LZW z dniem 1 stycznia 1975 r. powołano /Zarz. Nr 4- Min. Górn. i En. z 17 I 1975/ Przedsiębiorstwo Państwowe pod nazwą Kopalnie Lubelskiego Zagłębia Węglowego w budowie /KLZW/. W miejsce KLZW z dniem 24 września 1984 powołano /Zarz. nr 15/O/Org Min. Górn. i Energ./ z dnia 24 IX 1984/ wielozakładowe przedsiębiorstwo państwowe pod nazwą Lubelsko-Chełmskie Gwarectwo Węglowe w budowie /w skrócie LChGW/.

środowisko naturalne, problematyka społeczno-gospodarcza czy też projekty zagospodarowania górniczego. Wielowątkowość badań wymagała m.in. dokonania różnych podziałów, pojawiły się nowe terminy, cały czas trwa uściślanie granic naturalnych LZW i nowych rejonów czy okręgów. Są to główne przyczyny powodujące, że w obiegu znajduje się równolegle kilka pojęć, często niejednoznacznie rozumianych.

Bardzo często LZW traktowane jest jako synonim nowego zagłębia kamiennego w Polsce, bez precyzowania granic. Równie często LZW występuje jako obszar planistyczny /pojawilo się określenie Aglomeracja Lubelskiego Zagłębia Węglowego, obszar oddziaływania LZW czy CRW-LZW/, spotyka się także takie określenia, jak "duże CRW", "małe CRW", LOG, LOW, COW itp. Nazwa LZW trafiła do rozpraw naukowych, monografii surowcowych, części podręczników szkolnych i akademickich, a obraz graficzny zagłębia pojawił się w mapach przeglądowych, ogólnych czy atlasach. Najprawdopodobniej pierwsze kartograficzne rozmieszczenie złóż węgla kamiennego w byłym woj. lubelskim jeszcze schematyczne, ale dostępne szerszemu ogółowi czytelników, podał R. Osika /1965/ na "Mapie mineralogicznej Polski". Mimo pozorów wprowadzenie tej nazwy do literatury nie odbywa się z jednakową szybkością. Hasła LZW nie znajdujemy w encyklopediach aż do r. 1980. Po raz pierwszy hasło LZW pojawia się w "Encyklopedii popularnej" PWN /wyd. z r. 1980/.

Tak się złożyło, że pierwszym szerokim forum, na którym prezentowano wyniki badań LZW był 42 Zjazd Polskiego Towarzystwa Geologicznego we wrześniu 1970 r. w Lublinie. Teraz, kiedy upłynęło 14 lat poświęconych na intensywne kompleksowe badania i odbędzie się 56 Zjazd PTGeol. jest dobra okazja, ku temu, aby w świetle aktualnego rozpoznania wrócić do podstawowego tematu, jakim są granice, podział i stosowana terminologia w obrębie LZW.

Granice i podziały geologiczne LZW

Sam termin LZW został po raz pierwszy użyty w opracowaniu archiwalnym z listopada 1966 r. /J. Porzycki, Z. Dembowski 1966/, a do literatury geologicznej wprowadzony został

w pracy "Wyniki prac geologiczno-poszukiwawczych prowadzonych w nowo odkrytym Lubelskim Zagłębiu Węglowym" /Z. Dembowski, J. Porzycki 1967/. Prezentowany tam po raz pierwszy, dzisiaj już historyczny, szkic LZW /ryc. 1/ zawierał przypuszczalne granice LZW, a w ich obrębie obszar z bilansowymi pokładami węgla, a także obszar najbardziej zasobny w węgiel. Za taki uznano północny, położony mniej więcej na NW od Chełma, a jego szacunkowe zasoby geologiczne oceniono na ok. 17-20 mld t. Pod pojęciem LZW rozumiano wówczas wschodnią część byłego województwa lubelskiego położoną między Bugiem a Wieprzem w granicach, której zdecydowana większość serii karbońskiej jest produktywna, zawierająca od kilku do kilkudziesięciu wkładów i pokładów węgla kamiennego.

Pod względem geologicznym LZW traktowano jako jednostkę sztucznie wydzieloną, ograniczoną umownie od NE i E granicą występowania serii węglonośnej, natomiast od W - wzdłuż izolacji grubości nadkładu karbonu 750 m. W takich granicach LZW tworzy podłużny obszar o kierunku NW-SE rozciągający się od Radzyna i Parczewa na NW do Hrubieszowa i Dołhobyczowa, przy granicy państwowej na SE. W podobny sposób granice i obszar LZW przedstawiali J. Porzycki /1967/ i Z. Dembowski /1970/. Ten ostatni określił m.in. powierzchnię LZW na ok. 4000 km².

Początkowo LZW wiązano najpierw tylko z północną /J. Porzycki 1967/, a następnie północno-wschodnią i wschodnią /J. Porzycki 1970/ częścią wielkiego zbiornika - lubelskiego basenu karbońskiego. Posiada on znacznie szersze /daleko poza linię Wisły na zachodzie/ i zajmuje prawie w całości byłe woj. lubelskie. Wielkość tego basenu oceniano na ok. 14 000 km² /J. Porzycki 1978 b/ czy 12 000 km² /J. Porzycki 1980/, a ostatnio określono /J. Paździora 1983/, że badania geologiczne doprowadziły ostatecznie do określenia obszaru o powierzchni ok. 8 000 km², charakteryzującego się korzystnymi warunkami złożowymi.

W wyniku systematycznie prowadzonych prac geologicznych i geofizycznych na obszarze lubelskiego basenu karbońskiego istniała zrozumiała tendencja do ustalenia naturalnych granic geologicznych. Obszar granic LZW jako jednostki geologicznej ulegał kolejnym modyfikacjom, co znalazło wyraz

w licznych pracach, przy czym można mówić o co najmniej dwóch, jeśli nie trzech, uściśleniach granic geologicznych LZW.

Pierwsze określenie naturalnych granic geologicznych podał J. Porzycki /1970/ w podstawowej pracy o LZW opublikowanej w Przewodniku XLII Zjazdu PTGeol., który odbył się we wrześniu 1970 r. w Lublinie. J. Porzycki podaje wówczas [...] "ta pierwotnie sztucznie wydzielona jednostka ma naturalne granice geologiczne. Od południowego zachodu ograniczona jest elewacją Kock - Łęczna, występującą w formie antykliny obciętej z obu stron uskokami. Również na odcinku Kumów - Tyszowce jej granicę należy przyjmować na deformacji tektonicznej typu uskoku. Zaznaczyć jednak należy, że tak sprecyzowana granica niewiele odbiega od izopachyty 750 m nadkładu. Od strony północno-wschodniej granicę Lubelskiego Zagłębia Węglowego wyznaczają wychodnie spągu serii węglonośnej pod osadami jury. W tak określonych granicach Lubelskie Zagłębie Węglowe tworzy przebiegający ze SE na NW wydłużony płat o długości 180 km i zmiennej szerokości 18-37 km, którego powierzchnia osiąga ok. 4000 km²". /J. Porzycki 1970/.

Inaczej to tzw. tradycyjne ujęcie granic LZW można przedstawić następująco: od północnego wschodu i wschodu biegną one wzdłuż podjurajskich wychodni spągu warstw lubelskich, a w strefie Hrubieszów-Chełm wzdłuż przypuszczalnej izolacji węglonośności 2 m, zaś od południowego zachodu wzdłuż antykliny Kocka, a od południowego wschodu wzdłuż izopachyty 750 m nadkładu karbonu. Opisane granice wyznaczają obszar LZW o powierzchni 4630 km² /J. Porzycki 1978 b/. Pod względem tektonicznym tak rozumiane LZW w całości położone jest w obrębie podniesienia łukowsko-hrubieszowskiego.

Kolejne, drugie już uściślenie granic geologicznych znajdujemy w pracach J. Porzyckiego /1978 a, b, 1980/, przy czym najpełniejszy wyraz znalazło ono - tak pod względem opisu, jak i obrazu graficznego - w "Atlasie geologicznym LZW 1 : 200 000" /J. Porzycki 1978 b/, w którym uwzględniono stan prac wiertniczych do 31 XII 1977 r.

Nowe ujęcie granic zagłębia, uwzględniające kryteria geologiczno-złożowe oraz metamorfizm węgla, określa granice LZW wzdłuż wychodni /pod nadkład karbonu/ spągu warstw bużańskich, tj. ogniwa, w obrębie którego występują pier-

wsze, idąc od dołu profilu karbonu, bilansowe pokłady węgla kamiennego. Obejmuje więc w jego obrębie wszystkie, zawierające bilansowe pokłady węgla bgniwa karbonu, niezależnie od miąższości osadów pokrywających karbonu czy też głębokości ogniw produktywnych. Podobna zasada jest stosowana przy wyznaczaniu granic zagłębi węglowych Europy Zachodniej czy europejskich części ZSRR. W układzie jednostek tektonicznych Lubelszczyzny /A. M. Żelichowski, 1972/ LZW znajduje się głównie w zasięgu platformy prekambryjskiej, a południowo-wschodnim fragmentem wkracza w obręb platformy paleozoicznej.

Równolegle obok charakterystyki granic i dokumentowania geologiczno-złożonych parametrów LZW pojawia się temat, wywołany potrzebami intensywnej budowy nowego zagłębia, tj. kierunków dalszych prac geologicznych, a w szczególności wskazania obszarów perspektywicznych w LZW /J. Porzycki 1978 a,b, 1982, A. Zdanowski 1980/. Temat ten, o podstawowym znaczeniu dla prac zagospodarowania przestrzennego /i górniczego/, przedstawił szerzej J. Porzycki /1978 a/ wyróżniając 7 obszarów perspektywicznych w LZW o łącznej powierzchni 5850 km^2 . Były to obszary: Chełm-Rejowiec /o powierzchni ok. 700 km^2 /, Milejów-Dęblin /ok. 1400 km^2 /, Orzechów-Sawin /ok. 600 km^2 /, Parczew-Orzechów /ok. 400 km^2 /, Radzyń-Kock-Łuków /ok. 1200 km^2 /, Grabowiec-Kumów /ok. 850 km^2 / i Hrubieszów-Korczmin /ok. 700 km^2 /. Ocenę złożoną i orientacyjne perspektywy zasobowe obszarów przedstawili J. Porzycki /1978 a/ i A. Zdanowski /1980/, który dodatkowo wskazał obszar południowo-zachodni /ok. 900 km^2 /. Granice wymienionych obszarów, przedstawione /na rycinach/ w pracach J. Porzyckiego /1978 a i 1982/, wykazują różnice, przy czym uściślenie ich przebiegu nawiązuje do wyników nowych badań, w szczególności realizacji projektu badań karbonu produktywnego rowu lubelskiego w strefie Dęblin-Krasnystaw /lata 1979-1986/.

Trzecią wersję granic nowego zagłębia zaproponowało ostatnio Główne Biuro Studiów i Projektów Górniczych w Katowicach w ramach kompleksowego opracowania zagadnień geologicznych i górniczych LZW /J. Rosielski i in 1983/. Przyjęto w nim jako umowne /podkreślono także, że przy obecnym, koniec 1983 r., stanie rozpoznania LZW nie można ściśle określić naturalnych granic /granice zagłębia: a/ izolinie grubości

nadkładu karbonu 1000 m, b/ izolinię sumarycznej grubości pokładów bilansowych 2 m /ryc. 3/. Założono przy tym, że złoża zawarte w tak określonych granicach w obecnych warunkach techniczno-ekonomicznych może być przedmiotem rozważań pod kątem zagospodarowania górniczego.

Dla tak ustalonego obszaru zaproponowano podział LZW na 9 rejonów geologicznych /ryc. 3/, dla których według wybranych parametrów geologiczno-złożonych /węglizasobności, głębokości zalegania, budowy tektonicznej/ ustalono następującą kolejność:

1. Centralny Rejon Węglowy /CRW/
2. Północny Rejon Węglowy
3. Rejon Orzechów-Sawin
4. Rejon Radzyń
5. Rejon Milejów
6. Rejon Chełm-Rejowiec
7. Rejon Kumów-Grabowiec
8. Rejon Hrubieszów-Korczmin
9. Rejon Lubartów

W takim ujęciu powierzchnia Lubelskiego Zagłębia Węglowego wynosi ok. 4730 km², przy czym największy jego rejon Hrubieszów-Korczmin /ok. 882 km²/, a najmniejszy rejon Milejów /ok. 258 km²/. CRW jako obszar udokumentowanych w kat. C₁ terenów kopalń K-1 i K-2, K-3, K-4 i K-5, K-6 i K-7, K-8 oraz K-9 zajmuje powierzchnię 263 km², co stanowi jedynie 5,6 % obszaru LZW.

Podział LZW dla potrzeb projektowania górniczego

Dla potrzeb zagospodarowania przestrzennego oraz prac projektowych o charakterze studialno-badawczym nad górniczym zagospodarowaniem złóż nowego zagłębia niezbędne było wytypowanie obszarów najbardziej zasobnych w złoża bilansowe. Podstawą ich wydzielenia były wyniki badań geologicznych. Opracowania tych badań, prowadzonych przez Instytut Geologiczny Oddział Górnośląski w Sosnowcu, a wykonanych na terenie LZW w latach 1964-1969, pozwoliły na rozpoczęcie projektowania górniczego.

Formalną podstawę do rozpoczęcia prac projektowych nad górnictwem zagospodarowaniem LZW była pierwsza w historii tego zagłębia dokumentacja geologiczna złoża węgla kamiennego /J. Porzycki, T. Mazak, A. Śliwa, A. Stańczyk 1971/ ukończona w lipcu 1971 r., a pozytywnie zaopiniowana przez Komisję Zasobów Kopalin CUG 7 września 1971 r. Na podstawie tej dokumentacji, wcześniejszych opracowań /m.in. J. Porzycki, Z. Dembowski 1966, X. Derdzińska, A. Różkowski 1966, J. Porzycki 1967, G. N. Kotlicka 1967 praca zbiorowa/ oraz prac studialno-badawczych prowadzonych od 1970 r. /w Głównym Biurze Studiów i Projektów Górniczych w Katowicach/ wyznaczono /wrzesień 1971/ w Lubelskim Zagłębiu Węglowym obszar o powierzchni ok. 1000 km² /ryc. 4/, charakteryzujący się najkorzystniejszymi parametrami złożowymi. J. Porzycki /1967/ podaje, że w obrębie północnej części LZW na obszarze ok. 2800 km² występują bilansowe pokłady, których zasoby prognostyczne przekraczają 31 mln ton. Z tego dużego obszaru największe znaczenie ma jego południowo-zachodnia część o powierzchni 1072 km² i zasobach ponad 20,5 mln ton.

Obszar ten, położony na wschód od struktury Kocka, najlepiej rozpoznany geologicznie, charakteryzujący się znaczną węglozasobnością /10 do przeszło 20 m/, ze względu na jego położenie geograficzne nazwano Lubelskim Okręgiem Węglowym - LOW /M. Głanowski 1982, J. Paździora 1982/ czy Lubelskim Okręgiem Górniczym - LOG /S. Kozłowski 1983, 1984/. Obie nazwy w praktyce nie przyjęły się i są rzadko stosowane. Jak podają M. Głanowski /1982/ i J. Paździora /1982/ powszechnie używane jest określenie mało precyzyjne i mylące w tym przypadku - Lubelskie Zagłębie Węglowe.

W dobie obecnego rozpoznania, a szczególnie nowej propozycji podziału LZW na rejony geologiczne, wydzielanie nie-nazwanego od razu /w 1971 r./ obszaru nie jest może istotne. Niemniej jednak z uwagi na fakt, iż zdecydowana większość opracowań, artykułów, informacji o LZW zawiera ten moment z historii Zagłębia /niejednokrotnie z mylnymi danymi liczbowymi/, nazwanie wspomnianego /blisko 1000 km²/ obszaru - dla odróżnienia go od całego Zagłębia - np. Lubelskim Okręgiem Węglowym wydaje się celowe.

W zasięgu LOW, położonego w całości na prawym brzegu Wieprza, kierując się ogólną oceną rozpoznania geologicznego /makrotektoniką, węgl zasobnością/ i cechami fizjograficznymi terenu wydzielono trzy okręgi /ryc. 4/: Centralny Okręg Węglowy /COW/ ok. 230 km², Północny Okręg Węglowy ok. 450 km², Południowy Okręg Węglowy ok. 320 km² /powierzchnia wg GBS i PG 1976/.

Do zagospodarowania górniczego w pierwszej kolejności wyznaczono Centralny Okręg Węglowy.

Analiza literatury, opracowań archiwalnych i różnego typu opracowań okazjonalnych /sprawozdania, informacje/, w tym również firmowanych przez GBS i PG, wykazuje rozbieżności dotyczące wielkości poszczególnych okręgów oraz zmianę nawzajemnictwa trójęczłonowego podziału z 1971 r.

Warianty wielkości powierzchni wydzielonych okręgów /a nie rejonów/ najczęściej spotykane zawierały następujące liczby: 230; 330; 270 km² /R. Bromowicz i in. 1972/, 290; 430; 250 km² /Plan przestrzennego ... 1974, J. Paździora 1979/ czy 240; 450; 310 km² /M. Głanowski 1982/. Przyczyna tych różnic wydaje się oczywista: inna w każdym z przytoczonych wariantów była powierzchnia wydzielonego LOW i wynosiła kolejno 830 km², 970 km², 1000 km².

W nowszych publikacjach, wspominając dokonane wówczas wydzielenie LOW, stosuje się niesłusznie zamiast nazw okręgów węglowych termin rejon. W szczególności odnosi się do Centralnego Okręgu Węglowego; nazwę tę zarzucono na korzyść Centralnego Rejonu Węglowego /CRW/. Nazwa ta po raz pierwszy oficjalnie najprawdopodobniej pojawiła się w uchwale nr 58/77 RM z dnia 15 kwietnia 1977 r. w sprawie budowy kopalni pilotująco-wydobywczej w Lubelskim Zagłębiu Węglowym.

Centralny /Okręg/ Rejon Węglowy i jego pozycja w obszarze LZW

Najbardziej perspektywiczny dla rozwoju górnictwa Centralny Okręg Węglowy udokumentowany pierwotnie w kat. C₂ pod nazwą "Łęczna" /lipiec 1971/ stał się przedmiotem szczególnego zainteresowania biur projektowych i ośrodków naukowych.

W marcu 1974 r. Kolegium Ministerstwa Górnictwa i Energetyki zatwierdziło projekt kompleksowego zagospodarowania COW akceptując wybór COW do zagospodarowania górniczego w pierwszej kolejności oraz podjęło decyzję budowy pierwszej w tym okręgu kopalni w Bogdanie, którą oznaczono jako "pilotującą" ze względu na charakter badawczy, jaki jej wyznaczono. W styczniu 1975 r. podjęto uchwałę Rady Ministrów nr 15/75 z dnia 17 I 1975 r. w sprawie I etapu budowy kopalni pilotująco-wydobywczej w LZW; w maju 1975 r. utworzono górniczy obszar "Puchaczów" dla tej kopalni, a w listopadzie tego roku rozpoczęto drążenie pierwszego szybu S-1.1 kopalni K-1 nazwanego później "im. Samsonowicza".

Wspomniana wyżej pierwotna koncepcja zagospodarowania COW przewidywała podział tego rejonu na osiem, a następnie w wyniku dalszych prac studialno-badawczych na siedem zespołów produkcyjnych /ZP-1 do 7/ nazywanych często /nieprecyzyjnie/ obszarami kopalń K-1 do K-7 /ryc. 5/. Należy dodać, że dokumentowanie geologiczne pierwszego okręgu węglowego na terenie LZW prowadzono dla tzw. obszarów, których pełna nazwa brzmi: geologiczne obszary perspektywiczne. Na powierzchni CRW do połowy r. 1982 wykonano w kat. C₁ dokumentację geologiczną /oraz traktowane jako integralną części dokumentację hydrogeologiczno-gazową i geologiczno-inżynierską/ dla następujących sześciu obszarów: K-1 i K-2 /grudzień 1972/, K-3 /wrzesień 1974/, K-4 i K-5 /wrzesień 1975/, K-6 i K-7 /grudzień 1976/, K-8 /grudzień 1978/, K-9 /kwiecień 1982/.

Fakt ten jest o tyle istotny, że aktualnie po 20 latach kompleksowych badań geologicznych i geofizycznych za granice CRW przyjmuje się, mówiąc z pewnym uproszczeniem, po prostu obszar zawarty pomiędzy skrajnymi otworami, co w szczególności odnosi się do granicy północnej i wschodniej. Takie podejście prezentowane jest również w ostatnio opracowanych syntezach zarówno dotyczących LZW /J. Rosielski i in. 1983/, jak /ryc. 6/ CRW /E. Ptak 1984/. Wydaje się słuszne, aby jak najszybciej zaniechać tak wyznaczonych granic i podawać je według elementów tektonicznych względnie parametrów górniczych, np. odpowiedniej węglozasobności.

Aby CRW stanowiło jednostkę geologiczną o naturalnych granicach charakteryzujących się jednakowym stylem budowy tektonicznej, winno być zawarte pomiędzy: strefą rozłomową Hanny /wzdłuż pierwszego licząc od S uskoku o zrzucie ok. 180 m/ na północy, strefą uskoku Święcicy na południu, od zachodu brzeżnym uskokiem struktury Kock oraz uskokiem o kierunku NW-SE oddzielającym obszar CRW od Orzechowa-Sawina. Podobne sugestie wysuwał wcześniej J. Porzycki /1978 a, b/.

Aktualnie obszar CRW zajmuje mniejszą powierzchnię /w kat. C₁ udokumentowano 263 km²/, a granice jego przyjmuje się częściowo wzdłuż granic naturalnych /od zachodu wzdłuż struktury Kocka oraz od południowego wschodu strefa uskoku Święcicy/, a częściowo sztucznych - wzdłuż skrajnych złożonych otworów badawczych wykonanych w ramach rozpoznania w kat. C₁ /granica północno-wschodnia oraz wschodnia poczynając od BL-133 poprzez BL-71, BL-77 ... BL-89, BL-92 ... do BL-112/. Podobną jak ta powierzchnię oraz zbliżony przebieg granic posiadają dwa, utworzone na terenie CRW, obszary górnicze: OG Puchaczów I i OG Ludwinów.

Z CRW związane są również, będące od pewnego czasu w użyciu, określenia typu "duże CRW" i "małe CRW". Odnoszą się one do zakresu kompleksowego programu inwestycyjnego tego rejonu w określonych warunkach społeczno-ekonomicznych kraju.

Tzw. "dużemu CRW" odpowiadał opracowany w maju 1980 r. przez resort górnictwa, w oparciu o uchwałę nr 34/79 RM, "Kompleksowy program zagospodarowania CRW w LZW". Obejmował on lata 1981-1985 i przewidywał szybki rozwój zagłębia przy pełnym zaangażowaniu gospodarki narodowej. Zakładał m.in.: budowę 7 kopalń w CRW o wydobyciu docelowym 12 tys. ton/dobę netto każda /w r. 1985 - wydobycie 6,5 mln ton, w r. 1995 - 24,6 mln ton/, centralizację usług przemysłowych /budowa Górniczej Dzielnicy Przemysłowej CRW w Zawadowie obejmującej m.in. przeróbkę mechaniczną węgla, gospodarkę kamieniem i odpadami, gospodarkę remontowo-warsztatową oraz remontowo-budowlaną/, rozwój infrastruktury społecznej i technicznej, działania na rzecz ochrony środowiska /ryc. 5/. Cytowany program przewidywał obok

kontynuacji budowy kopalń K-1 i K-2 rozpoczęcie budowy K-3 do r. 1985.

Utrudnienia w realizacji budowy kopalni pilotująco-wydobywczej /K-1/, stwierdzone znacznie trudniejsze warunki geotechniczne budowy szybów wyrobisk poziomych oraz ograniczenia inwestycyjne związane z kryzysem gospodarki spowodowały wyraźne ograniczenia założonego rozwoju CRW-LZW. Przyjęto, że pod koniec lat dziewięćdziesiątych będą tam funkcjonowały 3 kopalnie i średniej wielkości elektrownia /aktualnie budowa jej jest w ogóle dyskusyjna/. Z tak zarysowanym programem rozwoju wiąże się "małe CRW". Szczegóły dotyczące treści programów dla CRW-LZW w ostatnim okresie podano w opracowaniu IKS Warszawa /B. Kubicz i in. 1983/.

Podział hydrogeologiczny LZW

Rozpoznanie warunków hydrogeologicznych LZW rozpoczęte równoległe z badaniami budowy geologicznej zagłębia od października 1964 r. dostarczyło bogatych materiałów. Źródłowe dane zawierają: opracowania, poczynając od pierwszego etapu rozpoznania zagłębia /X. Derdzińska, A. Rózkowski 1966/ dokumentacje hydrogeologiczne kolejnych obszarów złóż węgla kamiennego /pierwsza autorstwa A. Rózkowski, T. Rudzińska 1971/, w tym dokumentacje hydrogeologiczno-gazowe otworów /A. Rózkowski 1970/, a od 1975 r. otworów podszybowych /H. Lamparski 1975/, sprawozdania z pomiarów w piezometrach /A. Frajnt 1981/, jak również opracowania związane z określeniem źródeł zagrożeń wodnych wyrobisk górniczych /głównie prace GIG/. Pewną część badań zebrano przy okazji opracowań wykonanych przez zespoły rzeczoznawców SNT NOT.

Mimo licznych badań próby podziału LZW pod względem hydrogeologicznym były sporadyczne. Położenie LZW, a właściwie lubelskiego basenu węglowego pod względem hydrogeologicznym podaje B. Paczyński /1977/ w swej regionalizacji ogólnej wód podziemnych Polski. Według niego lubelski basen węglowy należy do dwóch jednostek: stanowi część artezyjskiego basenu nazwanego lubelsko-wołyńskim oraz południowo-zachodnią część łukowskiego cokołu hydrogeologicznego.

Z kolei według regionalizacji zwykłych wód podziemnych Polski B. Paczyńskiego /1976 z uzupełnieniami 1978/ Lubelskie Zagłębie Węglowe położone jest niemal w całości w prowincji południowo-mezozoicznej /B/, makroregionie lubelsko-radomskim /B₄/, regionie kredy lubelskiej /XXIV/ i podregionie centralnym /XXIVa/.

Pierwszy i praktycznie jedyny dotąd podział obszaru samego LZW pod względem hydrogeologicznym podali X. Derdzińska, A. Rózkowski /1966, opublikowany w 1969 r./. Podział Lubelskiego Zagłębia Węglowego na podstawowe dwa regiony hydrogeologiczne /ryc. 6/ przeprowadzono tam umownie przyjmując jako kryteria: przepuszczalność serii produktywnej karbonu oraz występowanie w jej stropie utworów o różnej miąższości i wodoności.

Pierwszy z regionów /I/ obejmuje południowo-wschodnią część zagłębia /ryc. 6/. W południowej jego części bezpośrednio w stropie karbonu występują praktycznie nieprzepuszczalne utwory kredy. W centralnej i północnej części regionu nad utworami karbonu produktywnego leżą dobrze przepuszczalne utwory jury o miąższościach nie przekraczających 60 m. Seria złożona karbonu jest reprezentowana przez utwory namuru zawierające wkładki przepuszczalnych piaskowców.

W skład drugiego regionu /II/ wchodzi pozostała część zagłębia. Utwory karbonu przykryte są grubym, stukilkudzieściometrowej miąższości kompleksem dobrze przepuszczalnych i silnie wodonośnych utworów jurajskich. Nad nimi występują praktycznie nieprzepuszczalne utwory kredy, z warstwą dobrze przepuszczalnych piaskowców i piasków albu w spągu. Wodoność przepuszczalnych utworów karbonu produktywnego, z wyjątkiem westfalu, jest wysoka.

Wodoność utworów karbonu i nadkładu jest wyższa w regionie II niż w regionie I /A. Rózkowski i in. 1984/. Podział powyższy został powtórzony w syntetycznym opracowaniu kompleksowych badań geologicznych i górniczych LZW /J. Rościelski i in. 1983/ z uzupełnieniami nawiązującymi do obecnego stanu rozpoznania hydrogeologicznego i wydzielonych tamże dziewięciu rejonów geologicznych zagłębia oraz w referacie generalnym z hydrogeologii, został zaprezentowanym na LVI Zjeździe PTGeol. we wrześniu 1984 r. w Lublinie /A. Rózkowski i in. 1984/.

Wyróżnione wyżej w obrębie LZW dwa podstawowe regiony hydrogeologiczne będą odznaczać się zasadniczo różną wodonością górotworu. Położenie i ogólna charakterystyka tych regionów /według A. Rózkowskiego i in. 1984/ przedstawiała się następująco: pierwszy z regionów obejmuje południowo-wschodnią część zagłębia i pokrywa się z zasięgiem wyróżnionego rejonu geologiczno-złożonego Hrubieszów-Korczmin. Na obszarze tym w bezpośrednim stropie warstw kumowskich i bużańskich występują praktycznie niewodonośne w dolnych swych ogniwach utwory kredy górnej. W świetle doświadczeń hydrogeologów radzieckich /W. A. Kuszniruk 1968/ z pobliskiego Zagłębia Lwowsko-Wołyńskiego należy przypuszczać, że niewielkie dopływy do kopalń /rzędu $2-4 \text{ m}^3/\text{min}$ / pochodzić będą z osuszania słabowodonośnych skał karbońskich oraz z nikłego przesączania się wód z kredy górnej.

W drugim regionie hydrogeologicznym, obejmującym pozostałą część zagłębia, stosunkowo wysokie zawodnienie kopalń uzależnione będzie przede wszystkim od drenażu silnie wodonośnego kompleksu albsko-jurajskiego, podrzędnie skał karbońskich.

W cytowanych ostatnio pracach zawarta jest również szczegółowa charakterystyka hydrogeologiczna /wodoprzewodność, zasoby statyczne, współczynniki filtracji, odsączalność/ oraz źródła zagrożeń wodnych wydzielonych dziewięciu rejonów geologiczno-złożowych.

Podział LZW dla celów planistycznych

Równolegle z badaniami geologicznymi prowadzono studia planistyczne dla racjonalnego i kompleksowego zagospodarowania Lubelskiego Zagłębia Węglowego.

Pierwszym opracowaniem podejmującym problematykę LZW było studium: "Wstępna koncepcja prognostyczna zagospodarowania Lubelskiego Zagłębia Węglowego" ukończona przez Wojewódzką Pracownię Planów Regionalnych w Lublinie w lutym 1970 r. Zawarto w nim obok propozycji programu społeczno-gospodarczego próbę uzasadnienia celowości społeczno-ekonomicznej podjęcia eksploatacji lubelskich złóż węgla.

Pierwszym opracowaniem z zakresu planowania przestrzennego obszaru LZW była praca zbiorowa wykonana przez zespół Wojewódzkiej Pracowni Urbanistycznej w Lublinie pod kierunkiem prof. Z. Skibniewskiego w ramach podyplomowego studium urbanistycznego na Politechnice Warszawskiej /S. Król i zespół 1973/. Przedstawiono w niej koncepcję układu osadniczego dla tworzącego się pierwszego okręgu węglowego w LZW. Problematykę tę podjęto na pierwszej ogólnokrajowej konferencji naukowej poświęconej LZW, zorganizowanej w Lublinie 1972 r. przez TUP. W latach 1973-1974 opracowania studialno-planistyczne dla potrzeb planu krajowego, regionalnego woj. lubelskiego, uwzględniające zagadnienia LZW, prowadziły Wojewódzka Pracownia Urbanistyczna i Wojewódzka Pracownia Planów Regionalnych w Lublinie.

W 1974 r. do prac związanych z zagospodarowaniem aglomeracji Lublina i Zagłębia Węglowego, w wyniku podpisanego porozumienia pomiędzy wojewodą lubelskim i ministrem Gospodarki Terenowej i Ochrony Środowiska, włączony został Instytut Kształcenia Środowiska. W prace te zaangażowane zostały zakłady w Warszawie /powołano m.in. Pracownię ALZW/ oraz powołana w maju 1974 r. Samodzielna Pracownia Kształtowania Środowiska w Lublinie.

Studia planistyczne dla potrzeb LZW rozpoczęte w IKŚ w 1974 r. prowadzono od września 1974 do marca 1976 r./ w ramach problemu resortowego IV.2 "Kompleksowe studium zagospodarowania przestrzennego Aglomeracji Lubelskiego Zagłębia Węglowego" i kontynuowano /1976-1980/ w ramach problemu węglowego Ol.6 "Kompleksowe zagospodarowanie Lubelskiego Zagłębia Węglowego", którego koordynatorem stopnia I było GBSiPG w Katowicach.

Podsumowanie prac prowadzonych przez IKŚ dla użytku władz wojewódzkich, służb planowania przestrzennego i społeczno-gospodarczego oraz resortów zaangażowanych w procesie planowania rozwoju i zagospodarowania obszaru LZW zawarto w syntetycznym opracowaniu: "Wstępne założenia rozwoju Aglomeracji Lubelskiego Zagłębia Węglowego" /K. Olszewski i in. 1975/ wykonanym przez zespół Generalnego Projektanta ALZW pod kierunkiem mgr inż. arch. Krystyna Olszewskiego przy współpracy WPU w Lublinie. Zawiera ono również bibliogra-

fię /88 pozycji/ materiałów źródłowych opracowań planistycznych i studialnych oraz aneks /17 pozycji/ obejmujący zestawienie opracowań planistycznych dotyczących LZW wykonanych w Lublinie w latach 1969-1973.

Planowanie rozwoju i zagospodarowania obszaru LZW należy rozważać w ścisłym powiązaniu z problemami rozwoju innych elementów gospodarki o znaczeniu krajowym, makroregionalnym, które występują w silnych związkach przestrzenno-funkcjonalnych. Stąd też powstała konieczność kompleksowego rozwiązania problemów budowy i rozwoju LZW na znacznie większym obszarze stanowiącym region funkcjonalny /nie wojewódzki/. Dla tak uwarunkowanego planistycznego obszaru przyjęto nazwę "Aglomeracja Lubelskiego Zagłębia Węglowego - ALZW" /K. Olszewski i in. 1975/.

Pojawia się pojęcie obszar planistyczny ALZW /K. Olszewski i in. 1975/, którego czynnikami delimitującymi są: spodziewany zasięg nasilenia procesów urbanizacji, maksymalna izochrona dojazdu do pracy w poszczególnych okręgach węglowych przyjętą na 1 godzinę, zasięg ciążen do centrów aglomeracji, jakimi są wojewódzkie ośrodki miejskie Lublina i Chełma określonej izochroną 45 min., zakres podstawowych związków gospodarczych i przyrodniczych.

Obszar planistyczny ALZW /ryc. 8/ wyznaczony według granic gmin wchodzi w skład 3 województw: lubelskiego, chełmskiego i białskopodlaskiego. Obejmuje on powierzchnię 4524 km^2 , co stanowi 1,4 % powierzchni kraju. Zawiera 9 miast /Lublin, Świdnik, Lubartów, Parczew, Ostrów Lubelski, Łęczna, Chełm, Rejowiec, Krasnystaw/ i 34 gminy o łącznym zaludnieniu 623 tys. W obrębie poszczególnych województw powierzchnia, jej udział w całości obszaru ALZW, liczba miast i gmin kształtują się następująco: woj. lubelskie - 5 miast, 9 gmin - 1959 km^2 /43,3%/, woj. chełmskie - 3 miasta, 12 gmin - 1933 km^2 /42,7%/, woj. białskopodlaskie - 1 miasto, 3 gminy - 632 km^2 /14,0%/.

Charakterystyka tego obszaru zawarta jest w "Raporcie o poziomie rozwoju społeczno-gospodarczego i zagospodarowaniu przestrzennym ALZW" opracowanym w Samodzielnej Pracowni Kształtowania Środowiska w Lublinie przy współpracy Wojewódzkiej i Miejskiej Pracowni Urbanistycznej oraz Wojewódz-

kiej Pracowni Planów Regionalnych w Lublinie w czerwcu 1975r. /Plan przestrzennego zagospodarowania 1974/.

Obszary studiów i badań naukowych na rzecz kompleksowego rozwoju niektórych dziedzin ALZW wykraczają poza obszar planistyczny. Odnosi się to m.in. do analizy warunków przyrodniczych, a w szczególności do problematyki gospodarki wodnej, czy warunków klimatycznych. IKŚ zaproponował aby dla charakterystyki warunków przyrodniczych strefy oddziaływania LZW studiami objąć obszar całej środkowej części międzyrzecza Wisły i Bugu /o powierzchni ok. 15000 km²/. Przykładem takiego opracowania jest historyczne już dzisiaj "Studium wybranych elementów środowiska przyrodniczego dla potrzeb planowania ALZW" opracowane przez UMCS w Lublinie w 1975 r. na zlecenie IKŚ Warszawa.

Wśród licznych opracowań wykonanych w ramach problemu węzłowego Ol.6 szczególnie często przedmiotem zainteresowania był Centralny Rejon Węglowy /CRW/. Obszar ten rozpatrywany był w granicach administracyjnych, a niekiedy nazywany był i jest obszarem planistycznym CRW LZW. Granice tak rozumianego CRW wyznaczone pierwotnie w uchwale nr 58/77 RM z dnia 15 kwietnia 1977 zostały uzupełnione w uchwale nr 34/77 RM z dnia 23 lutego 1979 r. Zgodnie z pierwszą uchwałą CRW LZW obejmował swym zasięgiem miasto Łęczna i 5 gmin /Milejów, Puchaczów, Ludwin, Spiczyn, Łęczna/ na terenie woj. lubelskiego oraz 4 gminy /Cyców, Siedliszcze, Urszulin, Wierzbice/ w woj. chełmskim /ryc. 8/, łącznie obszar o powierzchni 1104,5 km² /wg stanu na dzień 31 XII 1977 r./. Uchwała nr 34/79 RM włączyła w obszar CRW miasto i gminę Chełm powiększając obszar administracyjny CRW do 1139,0 km² /ryc. 8/.

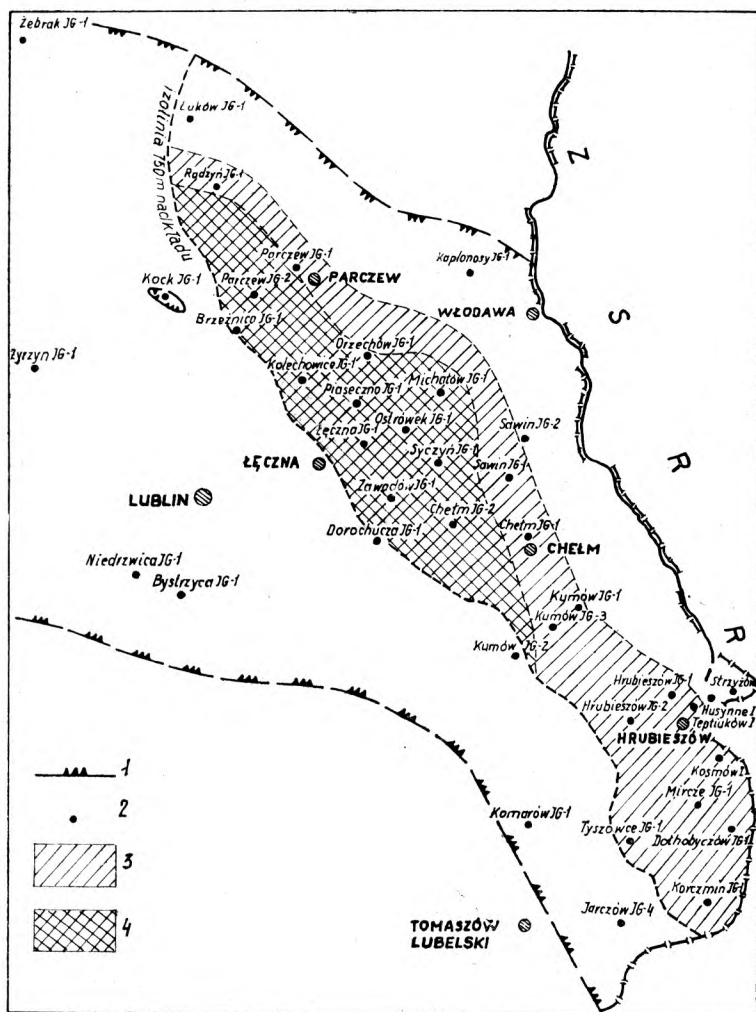
Podsumowaniem koncepcji planistycznych zagospodarowania przestrzennego CRW LZW jest projekt planu zagospodarowania przestrzennego CRW LZW w skali 1 : 50 000 opracowany przez zespół Biura Planowania Przestrzennego w Lublinie we wrześniu 1979 r. Projekt ten - opracowany m.in. w oparciu o materiały studialne i projektowe wykonane przez różne instytucje, a w szczególności na podstawie materiałów z seminarium planistycznego "Koncepcje przestrzennego zagospodarowania LZW" /Puławy, 22-25 stycznia 1979/ - proponuje roz-

wój zespołu miejskiego Łęczna-Białka, będącego odcinkiem pasma Lublin-Turka-Łuszczów-Łęczna-Białka, oraz budowę zespołu Chełm-wierzbica. Projekt planu został zaakceptowany przez ówczesne Ministerstwo Administracji Gospodarki Tere- nowej i Ochronę Środowiska i uznany za podstawę do dalszych opracowań planistycznych i projektu zespołu miejskiego Łęcznej.

Należy dodać, iż wobec faktu, że granice LZW nie są jednoznacznie zdelimitowane, plany zagospodarowania tego obszaru są opracowywane dla różnych jego części. Aktualnie opracowywany jest plan ogólny i plany szczegółowe zagospodarowania przestrzennego miasta Łęcznej. W związku ze zmianą po r. 1981 założeń programowych CRW przystąpiono do weryfikacji wspomnianego wcześniej projektu planu zagospodarowania przestrzennego CRW-LZW w skali 1:50 000 przez generalnego projektanta CRW /powołanego w marcu 1984 r./ m.in. przez zespół IKS w Warszawie i Lublinie.

Literatura

- Bromowicz R. i in. 1972: Ustalenie obszaru inwentaryzacji przyrodniczej i zainwestowania powierzchni w Lubelskim Zagłębiu Węglowym. Część górnicza - etap I. Wyższy Urząd Górniczy Komisja d/s Ochrony Powierzchni przed Szkodami Górniczymi. Arch. WUG Katowice.
- Dembowski Z. 1970: Lubelskie Zagłębie Węglowe. W: Geologia i surowce mineralne Polski. Praca zbiorowa pod red. nauk. R. Osiki. Biul. Inst. Geol. 231. Wyd. Geol. Warszawa.
- Dembowski Z., Porzycki J. 1967: Wyniki prac geologiczno-poszukiwawczych prowadzonych w nowo odkrytym Lubelskim Zagłębiu Węglowym. Prz. Geol. 1.
- Derdzińska X., Rózkowski A. 1966: Charakterystyka hydrogeologiczno-gazowa złóż węgla kamiennych w rejonie lubelskim. Maszynopis. Arch. Inst. Geol. Sosnowiec.
- Derdzińska X., Rózkowski A. 1969: Warunki hydrogeologiczno-gazowe Lubelskiego Zagłębia Węglowego. Inst. Geol. Pr. Hydrogeol. Seria specjalna, Z. 1. Warszawa.



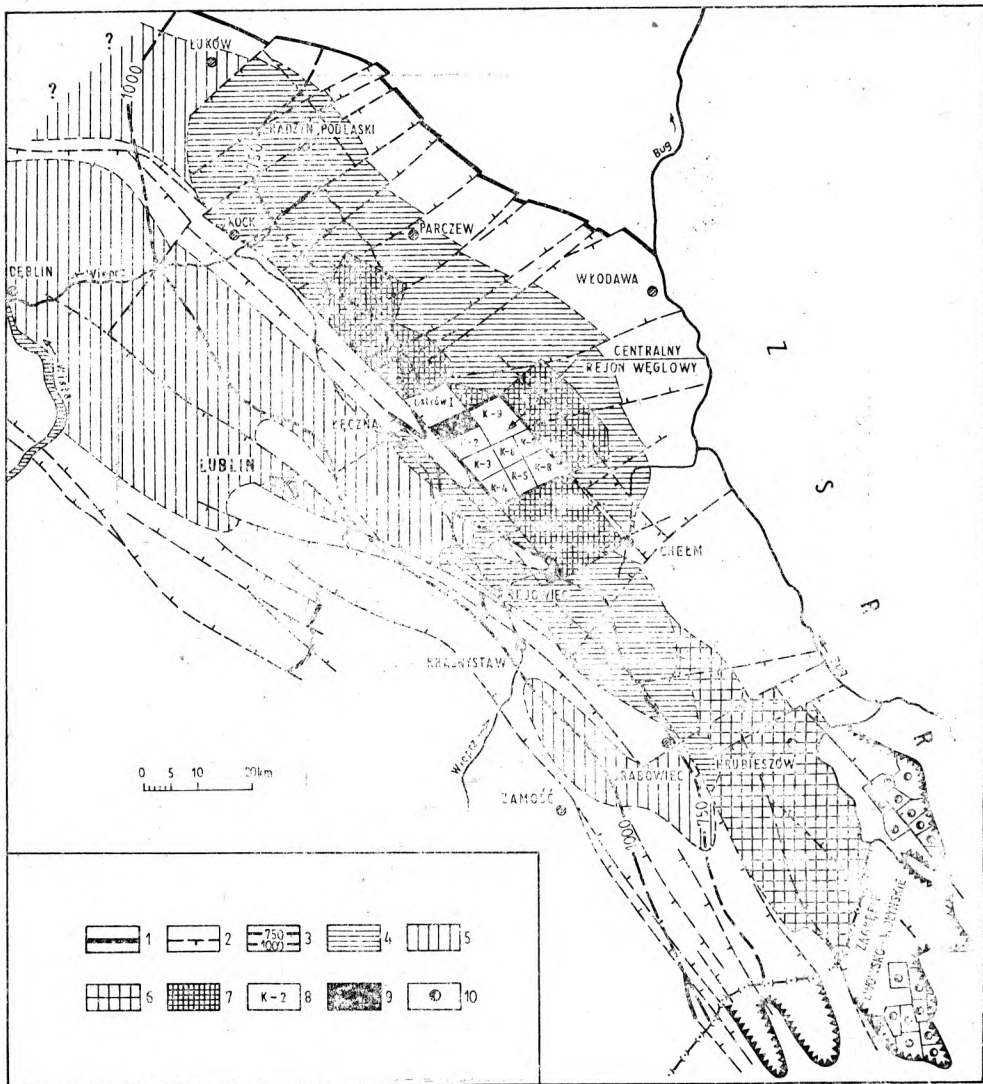
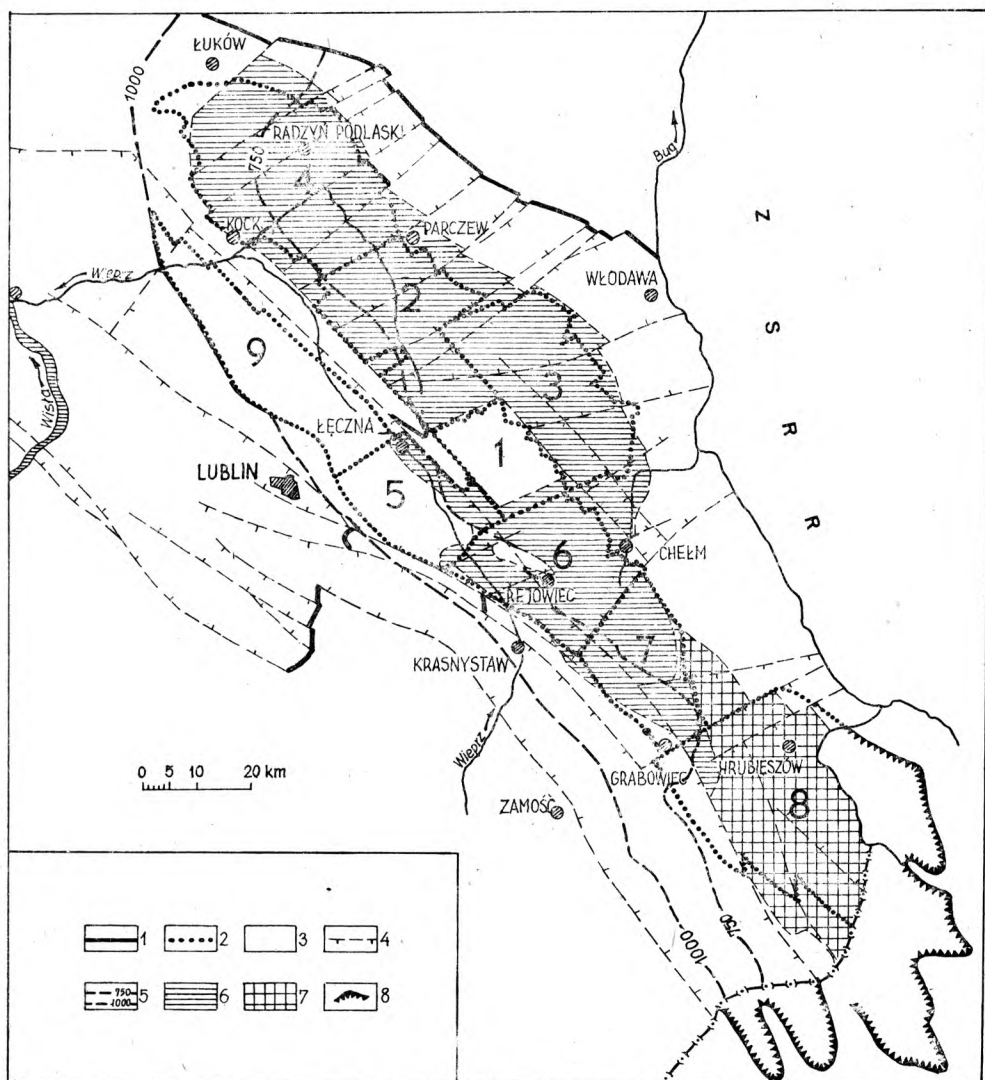
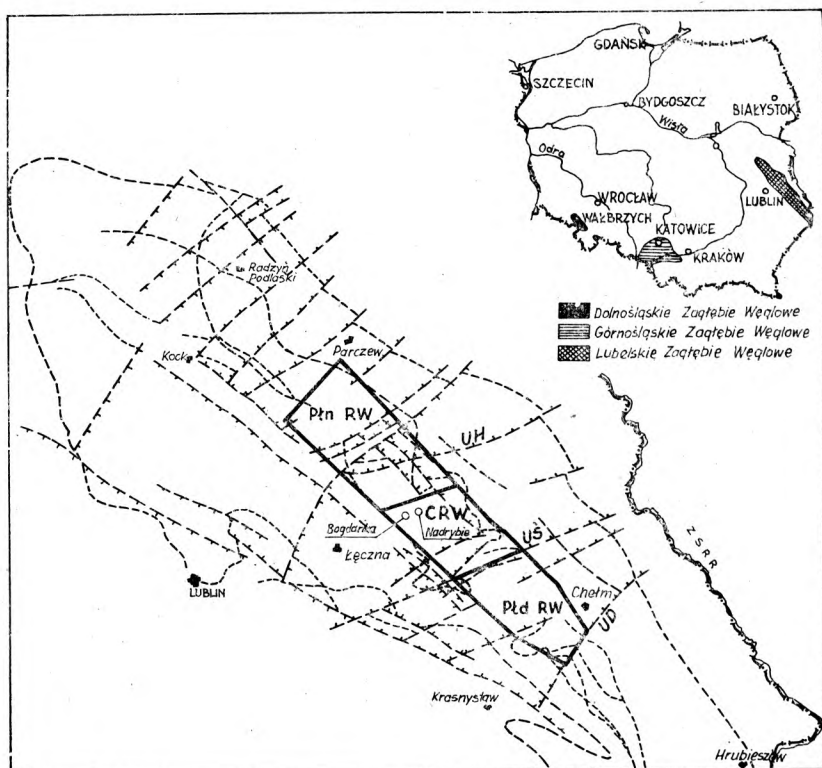


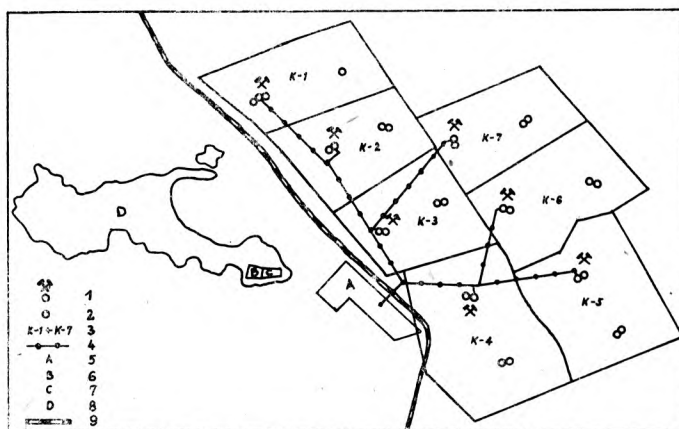
Рис. 2



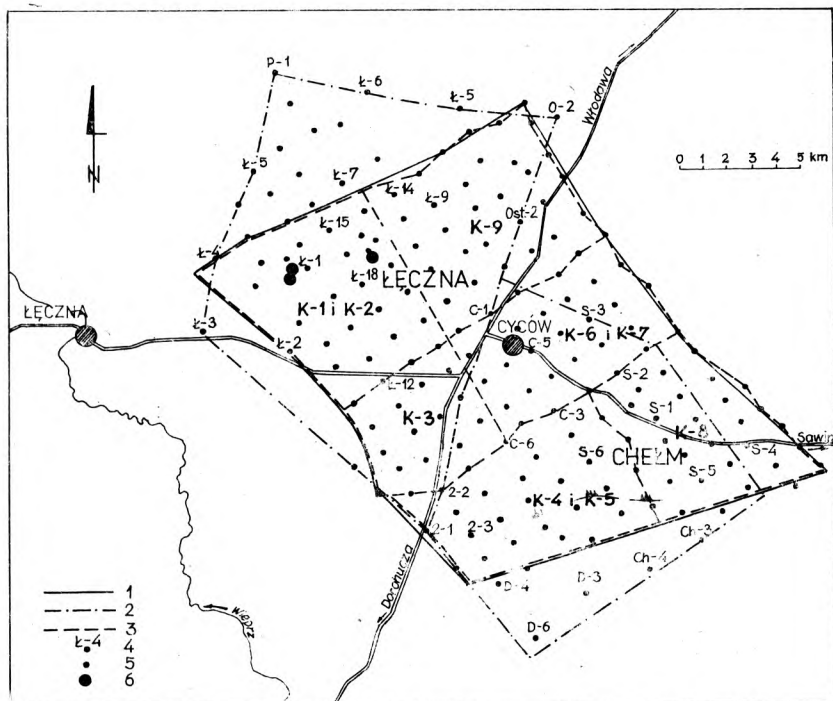
Ryc. 3



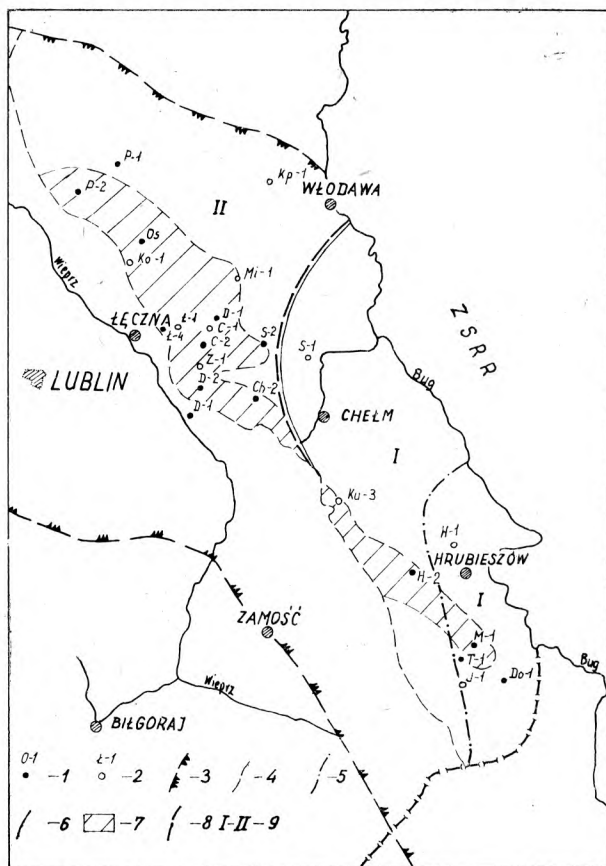
Ryc. 4



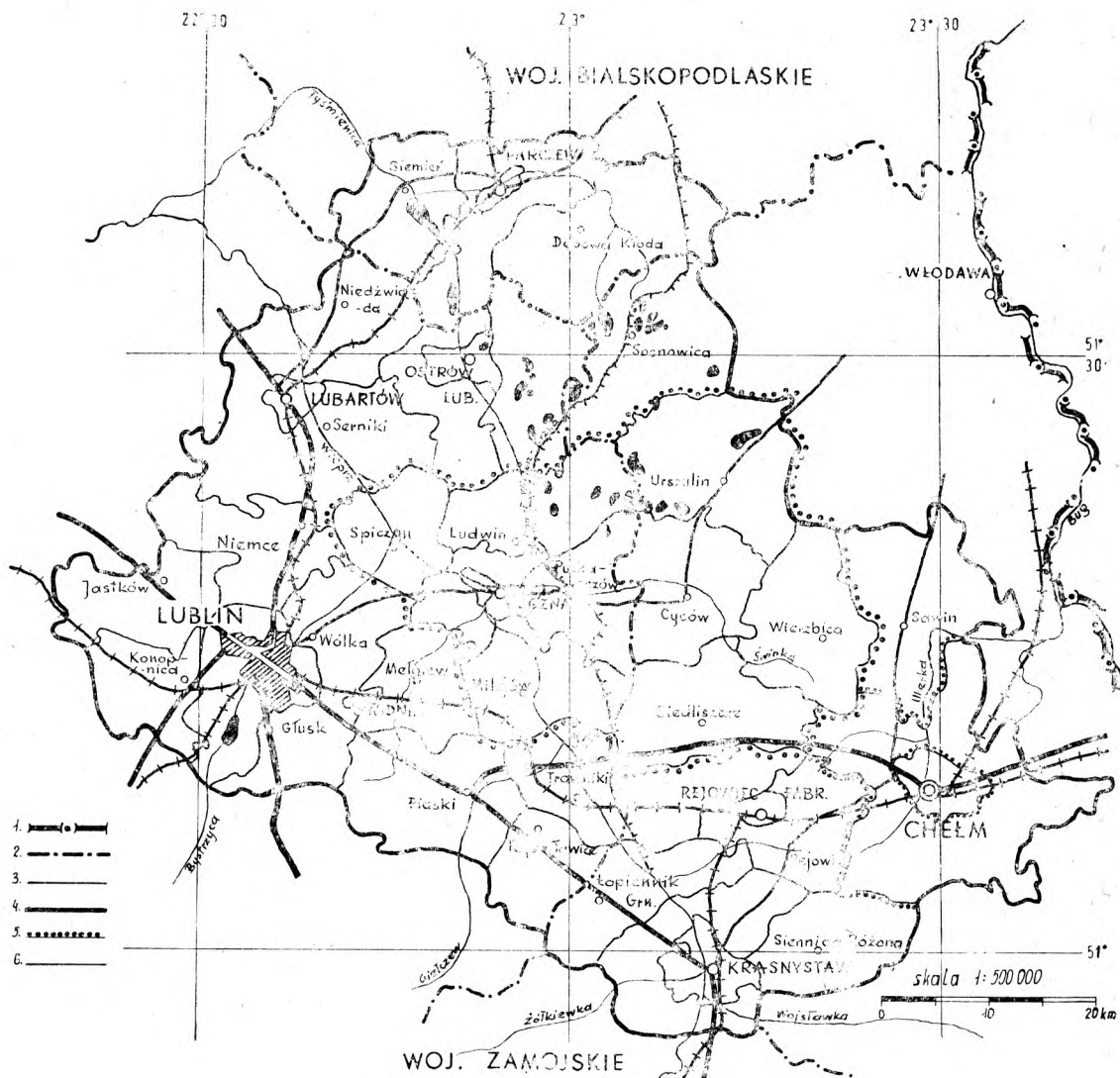
Ryc. 5



Ryc. 6



Ryc. 7



- Frajnt A. 1981: Sprawozdanie z pomiarów w otworach obserwacyjnych wykonanych w Centralnym Rejonie Węglowym LZW. ZP i DG Oddział Lublin, kwiecień 1981. Maszynopis. Arch. PG Warszawa Zakład w Lublinie.
- Glanowski M. 1982: Zagospodarowanie złoża węgla kamiennego w środkowo-wschodnim makroregionie Polski. Budownictwo Węglowe Projekty - problemy 9 /303/. Główne Biuro Studiów i Projektów Górniczych, 1976: Koncepcja modelu górniczego zagospodarowania i eksploatacji złoża LZW. Katowice, grudzień 1976. Maszynopis.
- Kotlicka G. N. 1967: Stosunki wodno-gazowe północnej części Lubelskiego Zagłębia Węglowego. Maszynopis. Arch. Inst. Geol. Sosnowiec.
- Kozłowski S. 1983: Konsekwencje ekologiczne budowy Lubelskiego Zagłębia Węglowego. W: Zagrożenie Pojezierza Żeczynsko-Włodawskiego na skutek eksploatacji węgla kamiennego w Lubelskim Zagłębiu Węglowym. PAN Kom. Przestrz. Zagospod. Kraju i Wojewoda Lubelski. GIG Katowice.
- Kozłowski S. 1984: Okręgi górnicze na tle podziału fizjograficznego makroregionu środkowo-wschodniego. W: Surowce mineralne Środkowo-wschodniej Polski. Wyd. Geol. Warszawa.
- Kubicz B. i in., 1983: Chronologia zagospodarowania I fazy LZW 120.05.02.01 IKŚ Warszawa, czerwiec 1983, Maszynopis.
- Kuszniruk W., A. 1968: Geologiczno-złożowa charakterystyka Łwowsko-Wołyńskiego Zagłębia Węglowego. Prz. Górn. 10
- Lamparski H. 1975: Dokumentacja hydrogeologiczna i geologiczno-inżynierska pod szyby I i II jednostki pilotującej zespołu produkcyjnego w Lubelskim Zagłębiu Węglowym /odrębne części dla trzech odcinków/. PBSz Bytom styczeń-marzec 1975. Maszynopis. Arch. PG Warszawa Zakład w Lublinie.
- Osika R. 1965: Mapa mineralogiczna Polski. Kwart. Geol. t. 9 nr 3 Warszawa.
- Paczyński B. 1976: Część opisowa Atlasu zasobów zwykłych wód podziemnych i ich wykorzystanie w Polsce. cz. 1. Zasoby zwykłych wód podziemnych. Inst. Geol. Wyd. Geol. Warszawa.

- Paczyński B. 1977: Regionalizacja ogólna wód podziemnych Polski. Kwart. Geol. t. 21, nr 4, Warszawa.
- Paczyński B. 1978: Podział regionalny i głębokość występowania zwykłych wód podziemnych Polski. W: Rozpoznawanie wód podziemnych dla potrzeb gospodarki narodowej. Wyd. Geol. Warszawa.
- Paździora J. 1979: Koncepcja modelu górniczego zagospodarowania i eksploatacji złoża Lubelskiego Zagłębia Węglowego, z uwzględnieniem ochrony i kształtowania środowiska. W: Ochrona i kształtowanie środowiska na tle planów społecznego rozwoju oraz przestrzennego zagospodarowania w makroregionie środkowo-wschodnim. Zamość.
- Paździora J. 1982: Kompleksowe zagospodarowanie Centralnego Rejonu Węglowego w Lubelskim Zagłębiu Węglowym. Budownictwo węglowe. Projekty - Problemy, 9/303/.
- Paździora J. 1983: Górnicze zagospodarowanie Lubelskiego Zagłębia Węglowego. W: Zagrożenie Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego na skutek eksploatacji węgla kamiennego w Lubelskim Zagłębiu Węglowym. PAN Kom. Przestrz. Zagosp. Kraju i Wojewoda Lubelski. GIG Katowice.
- Porzycki J. 1966: Wyniki dotychczasowego rozpoznania geologicznego karbonu lubelskiego. Kwart. Geol. t. 10, nr 2. Warszawa.
- Porzycki J. 1967: Zarys budowy geologicznej i prognostyczne zasoby węgla północnej części Lubelskiego Zagłębia Węglowego. Maszynopis. Inst. Geol. Sosnowiec.
- Porzycki J. 1970: Lubelskie Zagłębie Węglowe. Przewodnik 42 Zjazdu PTGeol. Lublin. Wyd. Geol. Warszawa.
- Porzycki J. 1976: Budowa geologiczna Centralnego Okręgu Węglowego w Lubelskim Zagłębiu Węglowym. Prz. Geol., 7.
- Porzycki J. 1978 a: Obecny stan rozpoznania Lubelskiego Zagłębia Węglowego i perspektywy dalszych poszukiwań złóż węgla kamiennych. Prz. Geol. 9.
- Porzycki J. 1978 b: Atlas geologiczny Lubelskiego Zagłębia Węglowego 1 : 200 000. Inst. Geol. Warszawa. Wyd. Geologiczne.
- Porzycki J. 1980: Baza surowcowa i prognozy wydobywania węgla kamiennego w LZW do 2000 roku. W: Ochrona złóż kopalin energetycznych i walorów środowiska w związku z dzia-

- ialnością górnictwa i przetwórstwa Prezydium PAN "Człowiek i Środowisko". Komisja 2-Ochrony i Racjonalnego Gospodarowania Zasobami Przyrody. Warszawa.
- Porzycki J. 1982: Stan rozpoznania geologicznego złóż węgla kamiennych w Lubelskim Zagłębiu Węglowym. Prz. Geol. 10.
- Porzycki J., Dembowski Z. 1966: Wyniki prac geologiczno-poszukiwawczych w Lubelskim Zagłębiu Węglowym. Maszynopis. Arch. Inst. Geol. Sosnowiec.
- Porzycki J., Mazak T., Śliwa A., Stańczyk A. 1971: Dokumentacja geologiczna złoża węgla kamiennego. Łączna. Cz. I i II. Maszynopis. Inst. Geol. Sosnowiec.
- Plan przestrzennego zagospodarowania kraju do roku 1990. Praca zbiorowa. Biuletyn KPZK PAN z 85. PWN Warszawa 1974.
- Ptak B. 1984: Stan rozpoznania budowy geologicznej złoża węgla kamiennego CRW. Prz. Geol. 6.
- Rosielski J. i in. 1983: Analiza i ocena warunków geologicznych, górnictwo-technicznych i powierzchniowych LZW w aspekcie dotychczasowego i przyszłościowego zagospodarowania górnictwa. Zespół Rzeczoznawców SITGórnictwa, Katowice, listopad 1983. Maszynopis.
- Różkowski A. 1970: Dokumentacja hydrogeologiczno-gazowa otworu "Łączna IG-9" Maszynopis Inst. Geol. Sosnowiec.
- Różkowski A. i in. 1984: Warunki hydrogeologiczne i prognozy zawodnienia kopalń w Lubelskim Zagłębiu Węglowym. Przewodnik 56 Zjazdu PTGeol. Lublin. Wyd. Geol. Warszawa.
- Zdanowski A. 1980: Aktualny stan rozpoznania złóż węgla kamiennych w Lubelskim Zagłębiu Węglowym. Ol.6.02. Maszynopis. Arch. IKS Warszawa.
- Zelichowski A.M. 1972: Rozwój budowy geologicznej obszaru między Górami Świętokrzyskimi a Bugiem. Biul. Inst. Geol. 263. Warszawa. Uchwała nr 15/75 Rady Ministrów z dnia 17 stycznia 1975 r. w sprawie I-ego etapu budowy kopalni pilotująco-wydobywczej w Lubelskim Zagłębiu Węglowym.

Decyzja MG i E z dnia 13 maja 1975 r. o utworzeniu obszaru górniczego "Puchaczów" dla kopalni pilotująco-wydobywczej LZW.

Uchwała nr 58/77 Rady Ministrów z dnia 15 kwietnia 1977 r. w sprawie budowy kopalni pilotująco-wydobywczej w Lubelskim Zagłębiu Węglowym.

Uchwała nr 34/79 Rady Ministrów z dnia 23 lutego 1979 r. w sprawie kompleksowego zagospodarowania Centralnego Regionu Węglowego w Lubelskim Zagłębiu Węglowym.

Decyzja Min. Górnictwa z dnia 14 listopada 1979 r. o utworzeniu obszaru Górniczego Puchaczów I i OG Ludwinów.

Spis rycin

- Ryc.1. Szkic geologiczny Lubelskiego Zagłębia Węglowego /wg Z. Dembowskiego, J. Porzyckiego 1967/; 1 - przypuszczalne granice Lubelskiego Zagłębia Węglowego, 2 - otwory wiertnicze, 3 - obszar, na którym występują bilansowe pokłady węgla, 4 - obszar najbardziej węgloszobny.
- Ryc.2. Mapa rejonizacji złóżowej Lubelskiego Zagłębia Węglowego /wg. J. Porzyckiego 1982/; 1 - zasięg występowania karbonu, 2 - ważniejsze uskoki, 3 - izopachyty 750 m i 1000 m nadkładu karbonu, 4 - obszary perspektywiczne złóż węgla wieku westfalskiego /w-wy lubelskie/, korzystne pod względem głębokości występowania złóż i grubości nadkładu, 5 - jw., niekorzystne pod względem głębokości występowania złóż i grubości nadkładu, 6 - obszary perspektywiczne złóż węgla wieku namurskiego /w-wy bużańskie/ o korzystnych parametrach głębokości i grubości nadkładu, 7 - obszary rozpoznawane i rozpoznawane wstępnie /kategoria C₂/, 8 - obszary rozpoznawane szczegółowo /kategoria C₁/, 9 - obszar kopalni pilotująco-wydobywczej w Bogdance, 10 - kopalnie czynne w Zagłębiu Lwowsko-Wołyńskim.
- Ryc.3. Podział LZW na regiony geologiczne wg GBSiPG /za J. Rosielskim i in. 1983/; 1 - zasięg występowania karbonu, 2 - regiony geologiczne LZW, 3 - numer regionu

opisany w tekście, 4, 5, 6, 7 patrz obj. ryc. 2, 8 - wychodnie warstw bużańskich.

Ryc.4. Położenie Lubelskiego Okręgu Węglowego /LW/ w jego podział na tle obszaru występowania karbonu w Polsce środkowo-wschodniej /za M. Głanowskim 1982/. Zakreskowana część Centralnego Rejonu Węglowego to obszar Kopalni pilotująco-wydobywczej w Bogdanie. UH - uskok Hanny, UŚ - uskok Święcicy: UD - uskok Udału.

Ryc.5. Podział Centralnego Okręgu /Rejonu/ Węglowego w Lubelskim Zagłębiu Węglowym na obszary górnicze zespołów produkcyjnych K-1 - K-7 wraz z pierwotną koncepcją układu zagospodarowania przestrzennego /za J. Paździorą 1982/; 1 - szyby wydobywcze, 2 - szyby inne, 3 - zespoły produkcyjne, 4 - taśmociągi, 5 - górnicza dzielnica przemysłowa, 6 - zespół centrum górniczego, 7 - zespół służby zdrowia, 8 - zespół miejski, 9 - kolej.

Ryc.6. Szkic sytuacyjny Centralnego Rejonu Węglowego w LZW /wg E. Ptak 1984/; 1 - granica CRW, 2 - granice obszarów Łączna i Chełm, 3 - granica obszarów K-1, K-2, ... K-9, 4 - otwór wiertniczy odwiercony na etapie rozpoznania do kat. C₂, 5 - otwór wiertniczy odwiercony na etapie rozpoznania do kat. C₁, 6 - szyby.

Ryc.7. Szkic hydrogeologiczny Lubelskiego Zagłębia Węglowego 1 : 1000 000 /wg X. Derdzińskiej, A. Rózkowskiego 1969/; 1 - otwór wiertniczy z bezpośrednimi badaniami hydrogeologicznymi, 2 - otwór wiertniczy, 3 - przypuszczalna granica występowania karbonu produktywnego /wg J. Porzyckiego 1967/, 4 - izolinia miąższości nadkładu karbonu /750 m/ wg J. Porzyckiego 1967, 5 - północna granica występowania utworów kredowych bezpośrednio na utworach karbońskich, 6 - północna granica występowania utworów o miąższości do 60 m, 7 - obszar najbardziej węglozasobny wg J. Porzyckiego 1967, 8 - granice regionów hydrogeologicznych, 9 - regiony hydrogeologiczne.

Ryc.8. Obszar Aglomeracji Lubelskiego Zagłębia Węglowego /ALZW/ i planistyczny obszar Centralnego Rejonu Węglowego; 1 - granica państwa, 2 - granice województw, 3 - granice gmin, 4 - granice ALZW, 5 - granice planistycznego obszaru Centralnego Rejonu Węglowego /PO CRW/, 5 - kanał Wieprz - Krzna.

Zdzisław G o l a

ZAGOSPODAROWANIE GÓRNICZE LUBELSKIEGO ZAGŁĘBIA WĘGLOWEGO

Lubelski basen karboński, o powierzchni ok. 14000 km², znajduje się między rzekami Bugiem i Wisłą na terenie województw: lubelskiego, chełmskiego, zamojskiego i białkopodlaskiego. Badania karbonu na wschód od doliny Bugu rozpoczęte przez prof. Jana Samsonowicza w r. 1922 i kontynuowane po wojnie przez Instytut Geologiczny na obszarze Wyżyny Lubelskiej i Południowego Polesia doprowadziły ostatecznie do określenia obszaru będącego naturalną, ograniczoną liniami tektonicznymi i erozyjnymi, jednostką geologiczną, któremu nadano nazwę Lubelskie Zagłębie Węglowe.

Podstawowe ogniwo produktywne karbonu w LZW stanowi obszar o powierzchni ok. 4730 km², którego oś o długości ok. 180 km przebiega wzdłuż linii Radzyń Podlaski-Hrubieszów, szerokość waha się w granicach od 18 do 37 km, a granice tworzą: od NW i W - izopachyta 1000 m nadkładu, a w pozostałej części izolinia 2,0 m węglozasobności. W granicach tego obszaru wydzielono szereg rejonów geologicznych. Aktualny stan rozpoznania geologicznego tych rejonów przedstawia się następująco:

Rejon Radzyń: rozpoznanie wstępne /otwory pilotujące/,
 Rejon Lubartów: rozpoznanie wstępne,
 Północny Rejon Węglowy /PRW/: w większości w kat. C₂,
 Centralny Rejon Węglowy /CRW/: w całości w kat. C₁,
 Rejon Milejów: rozpoznanie wstępne,
 Rejon Orzechów-Sawin: w trakcie badań do kat. C₂,
 Rejon Chełm-Rejowiec: w większości w kat. C₂,
 Rejon Kunów-Grabowiec: rozpoznanie wstępne,
 Rejon Hrubieszów-Korczmin: rozpoznanie wstępne.

Stan rozpoznania i udokumentowania rejonów geologicznych jest - jak widać - bardzo zróżnicowany. Aktualnie w kat. C₁+C₂ udokumentowano w LZW obszar o powierzchni 818,0 km², w tym 263 km² w CRW, 380,5 km² w PRW oraz 174,5 km² w

Rejonie Chełm-Rejowiec, z tego w kat. C_1 udokumentowano obszary geologiczne od K-1 do K-9 w CRW o łącznej powierzchni $263,0 \text{ km}^2$.

Według aktualnych obliczeń zasoby bilansowe węgla w granicach wymienionych rejonów wynoszą 38180,4 mln ton, 47% zasobów występuje w pokładach o grubości do 1,0 m, w pokładach o grubości 1,0-1,5 m występuje 39% zasobów, a w pokładach o grubości powyżej 1,5 m - 14 % zasobów.

Na podstawie wyników realizowanego od 1964 roku wieloetapowego programu prac wiertniczo-badawczych i dokumentacyjnych oraz prac studialno-badawczych wyznaczono w Lubelskim Zagłębiu Węglowym obszar o powierzchni 1000 km^2 , charakteryzujący się najkorzystniejszymi parametrami złożowymi, który nazwano Lubelskim Okręgiem Węglowym. Nazwa ta jest rzadko stosowana: powszechnie używane jest mało precyzyjne określenie - Lubelskie Zagłębie Węglowe.

W ramach Lubelskiego Okręgu Węglowego, kierując się ogólną oceną rozpoznania geologicznego, wydzielono trzy rejon-y węglowe, przeznaczone w pierwszej kolejności do zagospodarowania przemysłowo-górniczego: Centralny o powierzchni 240 km^2 , Północny - 450 km^2 i Południowy - 310 km^2 /ryc. 1/. Granice rejonów węglowych nie pokrywają się, mimo jednakowych nazw, z granicami rejonów geologicznych, o których była mowa wcześniej.

Wyznaczona przez Główne Biuro Studiów i Projektów Górniczych powierzchnia CRW / 240 km^2 / odbiega od powierzchni CRW w ujęciu geologicznym, na którą składają się powierzchnie obszarów geologicznych od K-1 do K-9, udokumentowane w kategorii C_1 , tj. $263,0 \text{ km}^2$.

Wydaje się, że najwłaściwsze będzie przyjęcie powierzchni CRW jako sumy powierzchni - zatwierdzonych przez Ministerstwo Górnictwa i Energetyki - obszarów górniczych "Puchaczów I" i "Ludwin", wynoszącej $262,4 \text{ km}^2$.

Na podstawie decyzji rządu nr 144 z 1971 r. w sprawie podjęcia prac przygotowawczych do kompleksowego zagospodarowania LZW wykonano w różnych jednostkach naukowo-badawczych i projektowych szereg prac podstawowych i przedprojektowych koordynowanych przez GBSiPG, w wyniku których wyznaczono do zagospodarowania górniczego w pierwszej kolejności

Centralny Rejon Węglowy. Uzasadniając wybór tego rejonu jako pierwszego do kompleksowego zagospodarowania kierowano się najlepszym w tym rejonie rozpoznaniem geologicznym złoża, korzystną węglizacją, stosunkowo łatwym nawiązaniem do infrastruktury rejonu oraz możliwością dalszego rozwoju zagospodarowania górniczego w rejonach Północnym i Południowym.

Pierwotna koncepcja zagospodarowania CRW przewidywała podział tego rejonu na osiem obszarów górniczych. W wyniku dalszych prac studialno-badawczych CRW podzielono na siedem obszarów górniczych, projektując jego kompleksowe, scentralizowane zagospodarowanie /ryc. 2/. Tych obszarów górniczych, nazwanych K-1, K-2, ... do K-7, nie należy identyfikować z obszarami geologicznymi udokumentowanymi w CRW w kategorii rozpoznania złoża C_1 , których jest dziewięć i posiadają również nazwy K-1, K-2, itd.

Centralny Rejon Węglowy miał być zintegrowaną jednostką produkcyjno-gospodarczą, łącznie ze wzbogaceniem i zbytem węgla, usługami przemysłowymi, socjalnymi i zarządzaniem.

Modułem zagospodarowania górniczego miała być jednostka podstawowa o wydobywaniu ok. 6000 t na dobę i obszarze ok. 10 km². Dwie jednostki podstawowe stanowiłyby zespół produkcyjny /kopalnię/ o wydobywaniu 12000 t na dobę, mający cztery szyby: dwa materiałowo-zjazdowe, szyb wentylacyjny wydechowy i szyb wydobywczy.

Projektowano wybieranie pokładów systemem ścianowym na zawał. Ściany o długości 200 m i wybiegach do 2000 m dawałyby wydobywanie 2000-4000 ton na dobę w zależności od grubości pokładu.

Koncepcja projektu kompleksowego zagospodarowania CRW została zatwierdzona w marcu 1974 r. przez Kolegium MGİE, które podjęło decyzję o budowie jednostki "pilotującej" w Bogdanie.

Przedstawiona przez GBSiPG w styczniu 1974 r. i zatwierdzona w marcu tegoż roku przez wspomniane Kolegium MGİE koncepcja pod nazwą "Propozycja zagospodarowania Lubelskiego Zagłębia Węglowego" przewidywała dla jednostki "pilotującej" wykonanie dwóch szybów o głębokości 1070 i 920 m oraz 12 km wyrobisk korytarzowych. Miały być one fragmentem planowych wyrobisk udostępniających i przygotowawczych, w pier-

wszym etapie zaś miały służyć zbadaniu warunków geologiczno-górnich i hydrogeologicznych w górotworze w trzech lub czterech pokładach węgla.

Uchwałą Rady Ministrów nr 15 z 17 stycznia 1975 r. został zatwierdzony I etap budowy kopalni w Bogdanie z ograniczonym do 3000 m zakresem robót korytarzowych oraz wyznaczono jej zadanie kopalni "pilotująco-wydobywczej".

W styczniu 1975 r. utworzono przedsiębiorstwo pod nazwą "Kopalnie Lubelskiego Zagłębia Węglowego w budowie"^x, którego zadaniem jest realizacja przedsięwzięć związanych z budową kopalń węgla w Lubelskim Zagłębiu Węglowym. W 1975 r. rozpoczęto budowę kopalni w Bogdanie. Na generalnego wykonawcę robót górniczych wyznaczono Przedsiębiorstwo Robót Górniczych w Mysłowicach, a w r. 1979 powołano Kombinat Budownictwa Górniczego "Wschód" w Łęcznej, przekształcony w 1982 r. w PRG-Łęczna.^{xx}

W 1976 r. opracowano założenia techniczno-ekonomiczne dla kopalni pilotująco-wydobywczej w Bogdanie, o wydobyciu docelowym 12000 ton na dobę, traktując to jako kontynuację budowy rozpoczętej w r. 1975. Założenia te zostały przyjęte do realizacji uchwałą Rady Ministrów nr 58 w 1977 r.

Trudności gospodarcze, których pierwsze symptomy zaczęto już odczuwać z początkiem drugiej połowy lat siedemdziesiątych, a także trudności techniczno-technologiczne, które wystąpiły przy budowie kopalni pilotująco-wydobywczej w Bogdanie i spowodowały znaczne opóźnienie w realizacji tej inwestycji, były głównym powodem rewizji dotychczasowego programu zamierzeń inwestycyjnych w Centralnym Rejonie Węglowym. Skutkiem tego była rezygnacja ze scentralizowanego zagospodarowania tego rejonu. Poszczególne kopalnie budowane będą stopniowo jako samodzielne jednostki produkcyjne i organizacyjne, z własnymi zakładami przeróbki mechanicznej węgla, warsztatami, magazynami i obiektami socjalno-usługowymi.

x Od 1 X 1984 r. przedsiębiorstwo to nosi nazwę Lubelsko-Chełmskie Gwarectwo Węglowe /Red./.

xx Od 1 X 1984 r. Zakład Robót Górniczych Łęczna /Red./.

Effektem tego było opracowanie nowego modelu górnictwa kopalni pilotująco-wydobywczej w Bogdance, dostosowanego do /stwierdzonych przy pomocy robót górnictwowych/ warunków geologiczno-górnictwowych i hydrogeologicznych oraz stanu realizowanych robót górnictwowych. To nowe rozwiązanie projektowe, zatwierdzone przez resort górnictwa w kwietniu 1981 r., obejmuje dwa etapy realizacji kopalni w Bogdance. I etap budowy został zakończony dnia 30 listopada 1982 r. uruchomieniem 100-metrowej ściany wydobywczej i powołaniem do życia jednostki wydobywczej o nazwie "Zakład Wydobywczy Węgla Kamiennego Bogdanka", II etap, którego efektem będzie osiągnięcie przez ZWWK Bogdanka docelowego wydobycia 12000 ton na dobę ma być ukończony w 1991 r.

Według stanu na dzień 1 05 1984 r. w Zakładzie Wydobywczym Węgla Kamiennego Bogdanka wykonano łącznie 15942 mb wyrobisk górnictwowych, w tym 9100 mb. wyrobisk w węglu. Ściana badawcza o długości 100 mb. została wyeksploatowana na odcinku 448,5 m. Dobowe wydobycie węgla, wynoszące 800 ton, warunkowane jest przepustowością jedynej w Bogdance czynnego szybu 1.2. Ściana badawcza jest kompleksowo zmechanizowana i wybierana na zawal. Wspomniany szyb 1.2 zlokalizowany na powierzchni głównej ZWWK w Bogdance na głębokość 995,0 m /powierzchnia korka/ wyposażony jest w urządzenie klatkowe o udźwigu 100 kN. z dwoma klatkami czteropiętrowymi. Szyb ten ma pełnić rolę materiałowo-zjazdową, aktualnie jednak jest on również szybem wydobywczym. Poziom wydobywczy założono w szybie 1.2 na głęb. 955,0 m. Szyb materiałowo-wydobywczy wydechowy 1.4 zlokalizowany na powierzchni peryferyjnej zakładu, w Nadrybiu został zgłębiany do głębokości ostatecznej 966,0 m i aktualnie trwają prace związane z jego zbrojeniem.

W trakcie głębiania znajdują się obecnie szyby: 1.3 w Bogdance /głęb. 588,0 m/ i 2.4 w Nadrybiu /głęb. 769,0 m/ oraz zlokalizowane na powierzchni głównej kopalni K-2 w Stefanowie szyby 2.1 /głęb. 265,0 m/ i 2.2 /głęb. 653,0 m/.

Z ważniejszych obiektów kopalnianych wykonanych na powierzchni należy wymienić stację dwuwentylatorową z wentylatorami typu WPK-5.3 przy szybie 1.4 oraz zakład przeróbczy węgla, bocznice kolejową z obiektami transportu kolejowego,

obiekty gospodarki warsztatowo-magazynowej, cechownię, żarnię, lampownię, kopalnianą stację ratownictwa górniczego i bar szybkiej obsługi w Bogdance.

W r. 1983 Zespół Rzeczoznawców SITG w Katowicach dokonał na zlecenie "Kopalni Lubelskiego Zagłębia Węglowego w budowie" kompleksowej analizy i oceny warunków geologicznych, hydrogeologicznych, geotechnicznych, powierzchniowych i górniczo-technicznych w aspekcie dotychczasowego i przyszłościowego sposobu zagospodarowania górniczego Lubelskiego Zagłębia Węglowego.

W oparciu o analizę wyżej wymienionych warunków dla poszczególnych rejonów geologicznych LZW wytypowano kolejne /po K-1 i K-2/ obszary do zagospodarowania górniczego. Uwzględniono tam następujące kryteria: zasobność bilansowa złoża - min. 12 t/m^2 ; obszar kopalni o powierzchni ok. 25 km^2 wyznaczony z uwzględnieniem stwierdzonych naturalnych granic złoża; korzystne warunki głębinienia szybów; korzystne zaleganie złoża: małe głębokości zalegania, brak zaburzeń tektonicznych; korzystna struktura zasobów - możliwie największy udział zasobów w pokładach o grubości powyżej $1,0 \text{ m}$.

Kierując się powyższymi kryteriami wytypowano na obszarze LZW 13 dalszych, po K-1 i K-2, obszarów, które uznano za przydatne do zagospodarowania w pierwszej kolejności /ryc.3/.

Po przeprowadzeniu analizy warunków geologiczno-górniczych i powierzchniowych tych obszarów zaproponowano następującą kolejność ich zagospodarowania:

1. Kopalnia K-3. Uzasadnieniem proponowanej kolejności jest stosunkowo dobre, umożliwiające niezwłoczne podjęcie budowy kopalni, rozpoznanie złoża oraz prawdopodobieństwo istnienia korzystnych warunków głębinienia szybów.

2. Kopalnia PRW-1. Obszar PRW - 1 posiada zasobność zbliżoną do K-1 oraz stopień zbadania złoża umożliwiający rozpoczęcie budowy kopalni. Dodatkowym czynnikiem przyspieszającym budowę może być możliwość wykonania znacznego zakresu robót udostępniających i przygotowawczych w ZWWK-Bogdanka. Należy nadmienić, że rozważana jest możliwość przyłączenia do ZWWK-Bogdanka przylegającego do niego od północy pasa złoża PRW-1 o szerokości ok. 1300 m . Z analiz wynika, że wymieniona część złoża PRW-1 może być w przyszłości zagospodarowana w sposób optymalny z ZWWK-Bogdanka.

314. Kopalnie OS-1 i OS-2. Złoże obszarów OS-1 i OS-2 charakteryzują się stosunkowo dużą zasobnością, małą głębokością zalegania /620-888 m/, prawdopodobieństwem występowania korzystnych warunków głębiania szybów oraz stosunkowo małą miąższością serii produktywnej /175-220 m/, umożliwiającą jednopoziomowe udostępnienie złożeń.

5. Kopalnia K-4. Złoże kopalni K-4 ma znacznie mniejszą niż inne w CRW głębokość zalegania /670-910 m/. Istnieje tu możliwość wykonania znacznego zakresu robót udostępniających z kopalni K-3.

6,7,8. Kopalnie PRW-2, PRW-3 i K-5. Złoże w tych obszarach jest udokumentowane i posiada stosunkowo dużą węglizasobność.

9,10,11,12,13. Kopalnie PRW-4, PRW-5, PRW-6, M-1 i M-2. Złoże tych obszarów charakteryzują się znacznymi głębokościami zalegania /720-1200 m/, występują w nich w przeważającym stopniu pokłady cienkie, należy spodziewać się również trudnych warunków głębiania szybów. Z powyższych przyczyn nie preferuje się tych obszarów do zagospodarowania w pierwszej kolejności.

Zaproponowana przez Zespół Rzeczoznawców SITG kolejność zagospodarowania obszarów górniczych w LZW może być zmieniona, jeżeli w trakcie prowadzenia dalszych prac badawczych rozpoznane zostaną inne obszary o korzystnych parametrach złożowych. Punktowe stwierdzenia wykazują korzystne parametry złóżowe w Rejonach Chełm-Rejowiec, Radzyń i Lubartów, lecz aktualny ich stan rozpoznania geologicznego nie upoważnia do jakiegokolwiek racjonalnego prognozowania ich zagospodarowania.

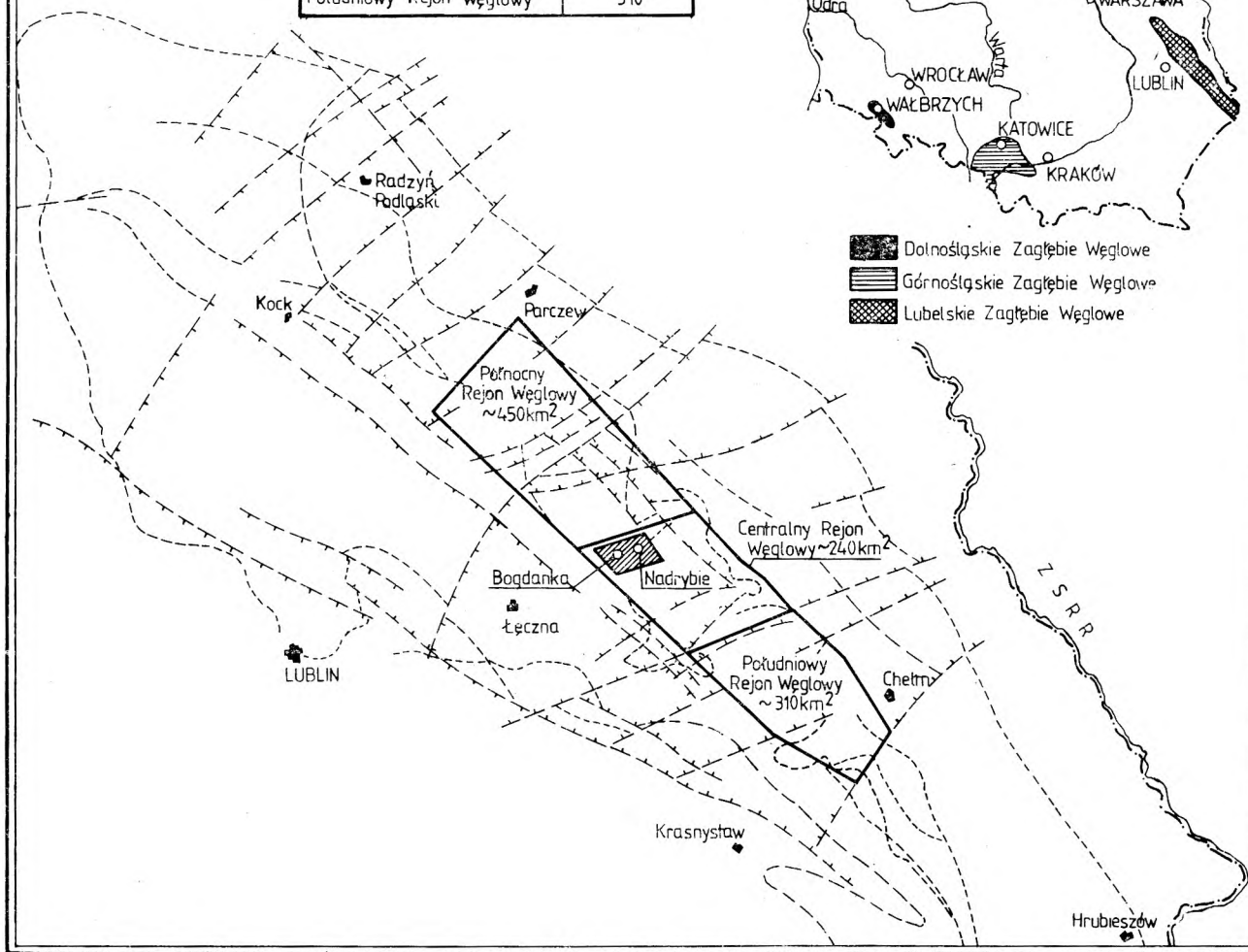
Spis rycin

Ryc.1. Obszar występowania karbonu w środkowo-wschodnim makroregionie Polski oraz wydzielony obszar Lubelskiego Okręgu Węglowego - zakreskowana część Centralnego Rejonu Węglowego to obszar kopalni "Pilotująco-wydobywczej" w Bogdance.

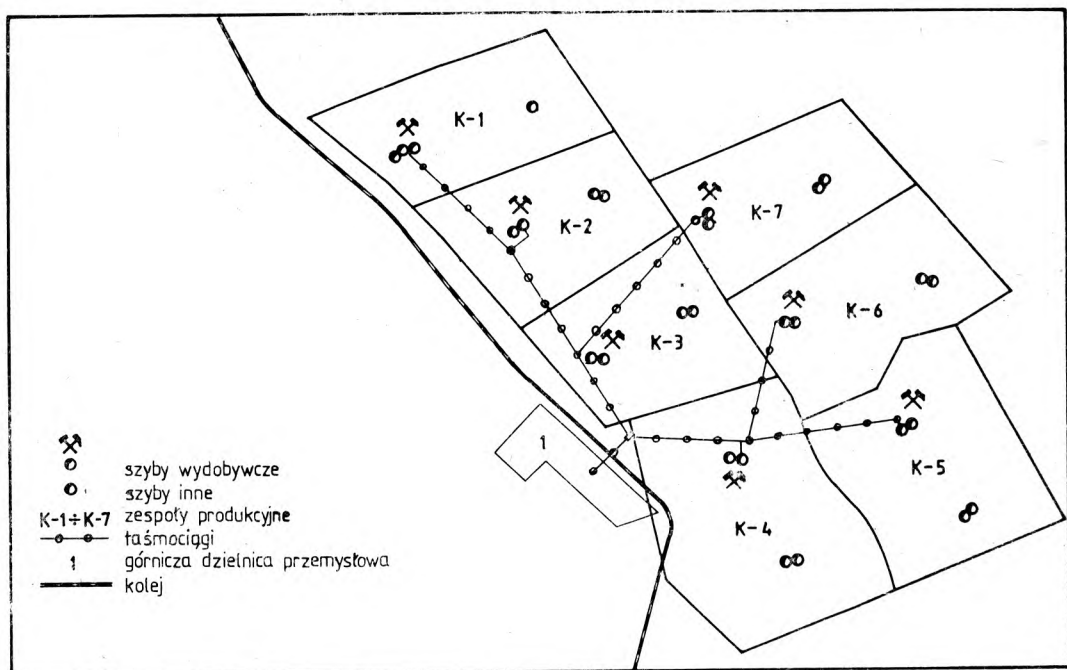
Region	Powierzchnia km ²
Lubelski Okręg Węglowy	1000
Centralny Rejon Węglowy	240
Północny Rejon Węglowy	450
Południowy Rejon Węglowy	310



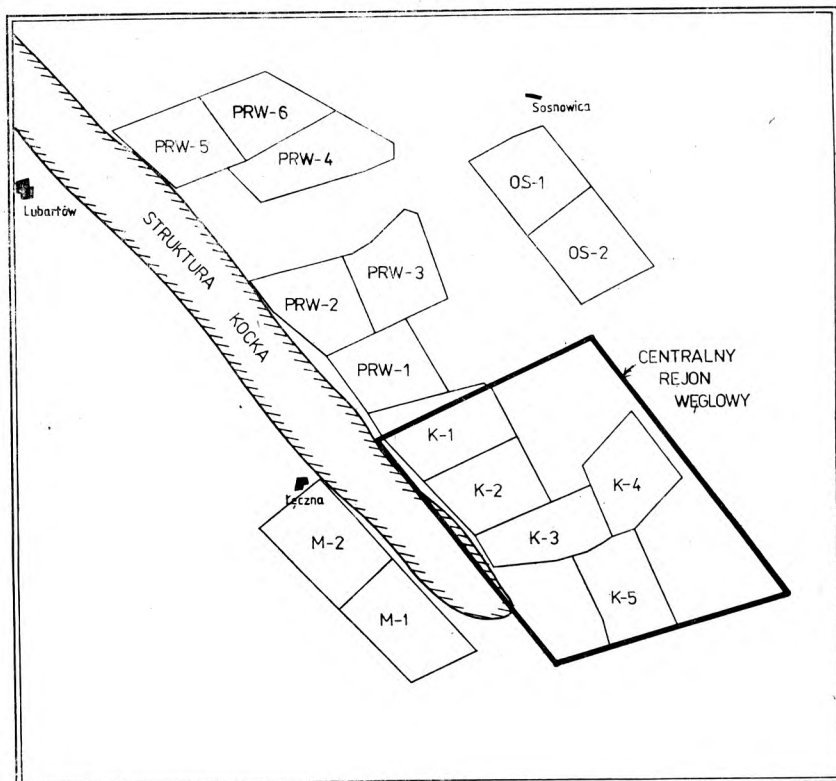
- Dolnośląskie Zagłębie Węglowe
- Górnośląskie Zagłębie Węglowe
- Lubelskie Zagłębie Węglowe



Ryc. 1



Ryc. 2



Ryc. 3

Ryc.2. Układ zagospodarowania przestrzennego i podział
Centralnego Rejonu Węglowego w Lubelskim Zagłębiu
Węglowym na obszary górnicze kopalń K-1 i K-7.

Ryc.3. Proponowany podział Lubelskiego Zagłębia Węglowego
na obszary górnicze kopalń.

Zucja M u s i a ł, M a r i a T a b o r

PODZIAŁ STRATYGRAFICZNY KARBONU GÓRNEGO
POŁUDNIOWO-ZACHODNIEJ CZĘŚCI LUBELSKIEGO ZAGŁĘBIA WĘGLOWEGO
NA PODSTAWIE MAKROFAUNY

Wstęp

Problemy zoostratygrafii karbonu Lubelskiego Zagłębia Węglowego były tematem licznych opracowań archiwalnych i publikacji. Materiały paleontologiczne uzyskane z wierceń wykonanych w różnych częściach zagłębia pozwoliły na rozpoznanie zespołów fauny, określenie ich przydatności stratygraficznej, zmienności w profilu pionowym i rozprzestrzenieniu horyzontalnym. Dało to podstawę do podziału osadów na jednostki chrono i biostratygraficzne.

Wykonane w ostatnich latach wiercenia Hostynne IG 1 i Telatyn IG 1 oraz wiercenia z rejonu Rejowca i Grabowca dostarczą materiału, który poszerzył stan wiedzy o zespołach fauny występującej w karbonie południowo-zachodniej części Lubelskiego Zagłębia Węglowego, potwierdził stałość znanych korelacyjnych poziomów faunistycznych oraz dał podstawę do wydzielenia w namurze B nowego, nie śledzonego dotychczas w innych częściach zagłębia, korelacyjnego poziomu faunistycznego.

Poznany w badanych wierceniach profil karbonu górnego - silesu to osady namuru. A, B i C oraz westral A i B. Górna granica karbonu jest erozyjna, osady westralu są w różnym stopniu zerodowane aż do spągowej części westfalu A.

Dla zobrazowania wyników badań zoostratygraficznych z 10 otworów wiertniczych zestawiono ich profile litologiczne zaznaczając miejsca występowania fauny morskiej, brakicznej i słodkowodnej oraz form przewodnich i charakterystycznych. Zidentyfikowano poziomy faunistyczne, przeprowadzono ich korelację między poszczególnymi profilami i wyznaczono granice stratygraficzne. Skorelowano podział biostratygraficzny z litostratygraficznym /ryc. 1/.

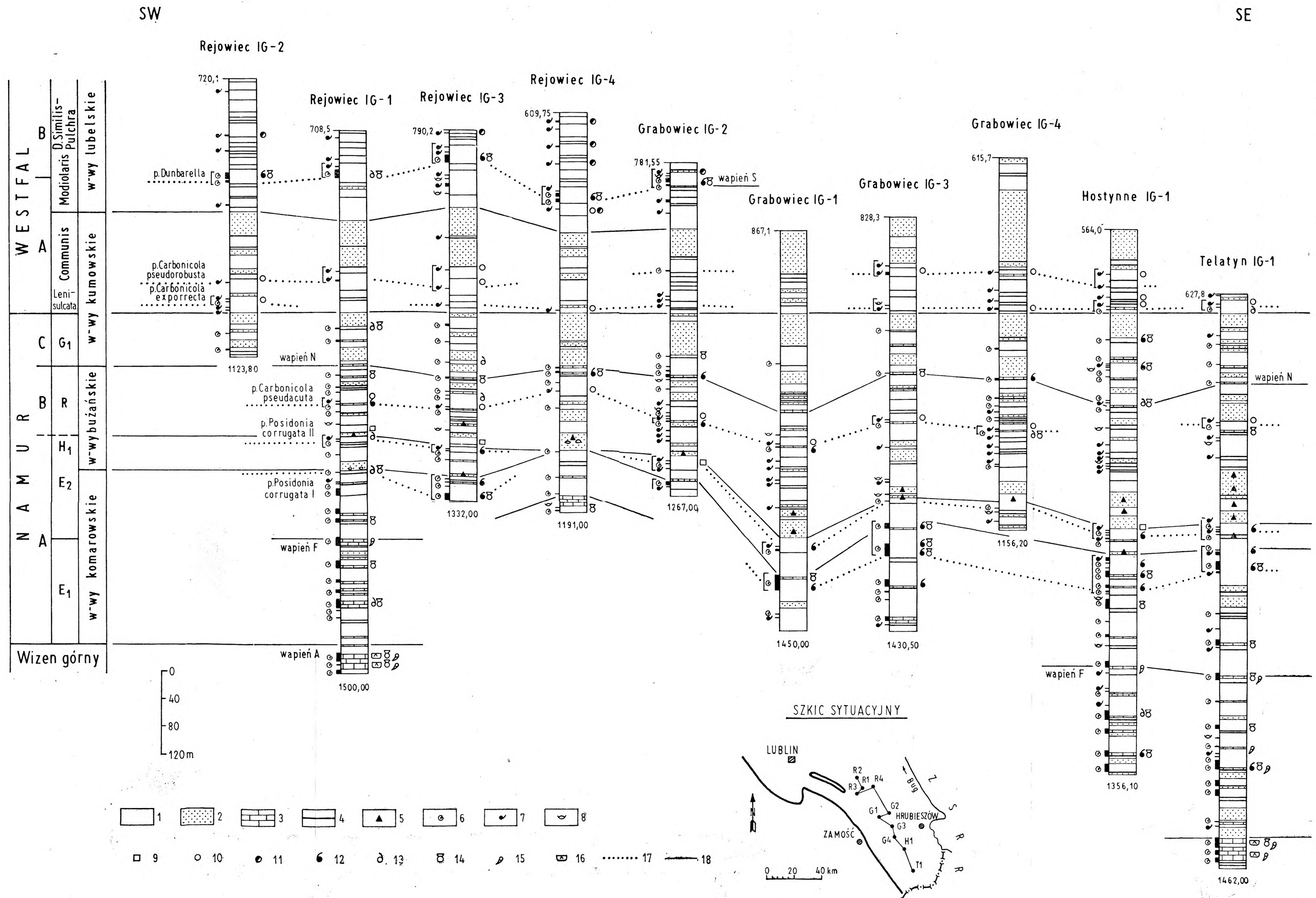
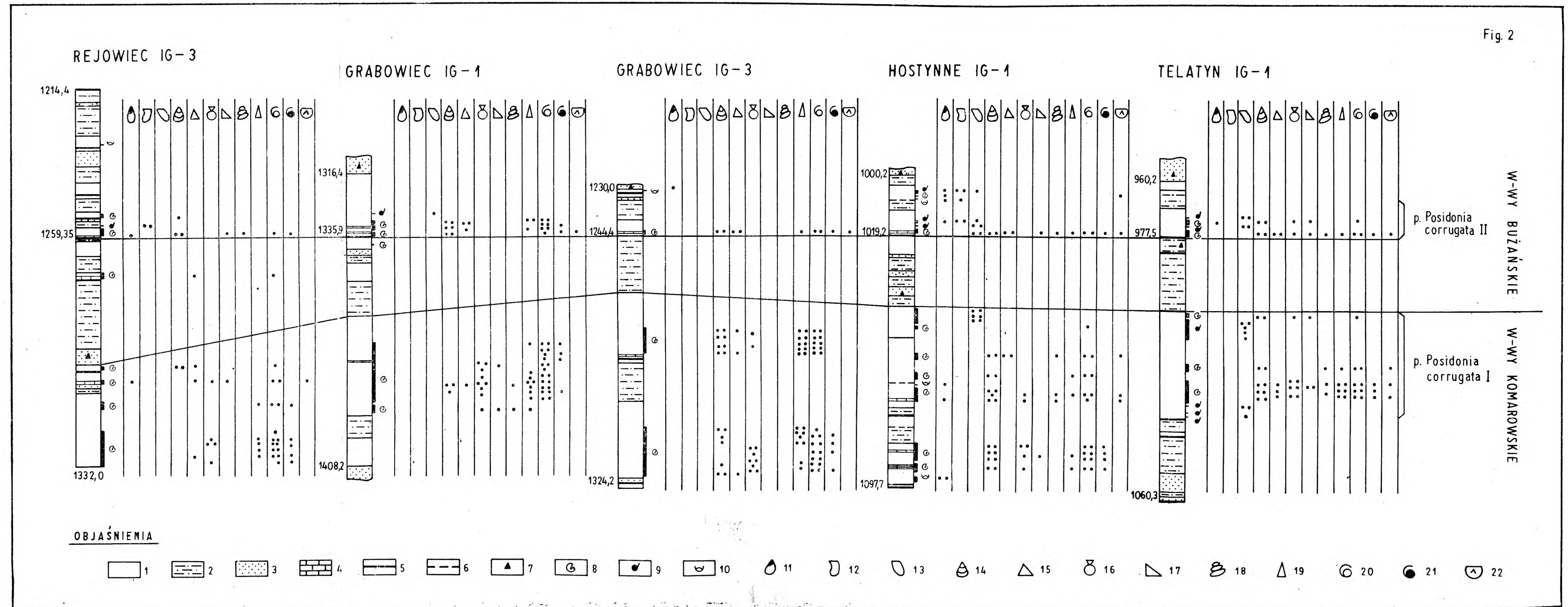


Fig. 2



Charakterystyka faunistyczna i stratygrafia

W LZW makrofauna dała podstawę do wydzielenia w karbonie górnym osadów namuru z piętrami - Pendleian / E_1 /, Arnbergian / E_2 /, Chokierian / H_1 /, Kinderscoutian / R_1 /, Marsdenian / R_2 / i Yedonian / G_1 / oraz westfalu A i B z zonami faunistycznymi - *Lenisulcata*, *Communis*, *Modiolaris* i Dolna *Similis* - *Pulchra* /K. Bojkowski 1970, 1979; K. Korejwo 1969; Ł. Musiał, M. Tabor 1979a, 1979b, 1980; M. Tabor, Ł. Musiał 1970; A. M. Żelichowski 1972/.

N a m u r A. To osady zawarte między stropem wapienia A i stropem poziomu *Posidonia corrugata* II. W osadach tych na podstawie form przewodnich i różnic w zespołach fauny wydzielona została część dolna do stropu wapienia F / E_1 / i różniąca się litologicznie i faunistycznie część górna / E_2 i H_1 /. W podziale litostratygraficznym są to warstwy komarowskie i dolna część warstw bużańskich.

W omawianym rejonie dolną granicę namuru osiągaają wiercenia Telatyn IG 1 i Rejowiec IG 1, bowiem tylko te dwa otwory nawiercają osady wizeny górny. Większość kończy swój profil w obrębie namuru dolnego, a Rejowiec IG 2 w namurze górnym. Miąższość namuru A zmienia się od około 460 m w wierceniu Telatyn IG 1 do około 310 m w Rejowcu IG 1.

W osadach dolnej części warstw komarowskich do wapienia F, podobnie jak w wizenie górnym, fauna jest głównie pochodzenia morskiego, pojedyncze są wkładki słodkowodne. Z wyjątkiem koralu kolonijnych występują tu te same grupy zwierzęce, co w wizenie górnym, z tym że przeważają małże nad ramienionogami, a nieliczne są korale osobnicze, mszywioly, ślimaki, konikonchy, trylobity, liliowce i głowonogi. Goniatyty w tej części profilu spotykane są sporadycznie na ogół jako bliżej nieoznaczalne fragmenty muszli.

W zespołach faunistycznych wśród form typowo namurskich takich jak: *Dimorphoceras looneyi* /Phill./, *Cravenoceras* sp., *Paleoneilo transversale* /Kleb./, *Paladin mucronatus* /McCoy/ wiele jest gatunków wspólnych z wizenem. Są to: *Rugosochonetes mosensis* Dem., *Eomarginifera frechi* /Paeck./, *Pernopec-*

ten sowerbyi /McCoy/, *Aviculopecten interstitialis* /Phill./ i inne. Zasięg ich nie wykracza poza wapień F. W omawianych wierceniach brak goniatytów przewodnich dla E₁, lecz analogiczne z innymi częściami zagłębia zespoły fauny pozwalają na wydzielenie tego piętra.

W wierceniach Telatyn IG 1 osady warstw komarowskich do wapienia F mają około 230 m, a zatem miąższość ta jest największa z dotychczas znanych profili LZW. Zaznaczają się także różnice w wykształceniu litologicznym zwłaszcza dolnej części. Najniższy, około 45 m, pakiet osadów to dwie miąższe ławice piaskowców przedzielone osadami drobnoklastycznymi z fauną /gł. 1398,0 m/ *Naiadites moravicus* f. *artissima* Řehoř oraz *Rugosochonetes laguessianus* /de Kon./, fragmenty skorup *Productidae*, *Anthraconeilo oblonga* /McCoy/, *Paleoneilo ostraviense* /Kleb./, *Polidevicia attenuata* /Flem./, *Polidevicia vassiceki* Kum., Prantl. Ruz., *Knightites* /*Retispira*/ *roskobienensis* /Weir/, fragment pygidium trylobita /gł. 1393,0-1394,5 m/. W zespole tym brak przewodnich form, które by pozwoliły na jednoznaczne określenie przynależności stratygraficznej tej części profilu. Warunkowo została zaliczona do namuru z racji zalegania na najwyższym wizenie górnym z *Posidonia* cf. *becheri* Bronn i *Gigantoproductus latissimus* /Sow./. Najprawdopodobniej jest to odpowiednik dolnej części warstw poryckich Zagłębia Lwowsko-Wołyńskiego /P. Ł. Szulga 1962/, w których lokalnie /rejon Porycka i Buska/ występują również miąższe ławice piaskowców.

W wyższej części omawianego odcinka występują te same gatunki co w E₁ innych rejonów LZW, lecz zaznaczają się różnice w dominacji grup zwierzęcych. Zdecydowanie przeważają małże przy małym procentowym udziale ramienionogów i ślimaków. Zwraca uwagę obecność stosunkowo licznych goniatytów /większość o uszkodzonych muszlach/, z których oznaczono *Sudeticerias* sp., *Cravenoceras* sp., *Dimorphoceras looneyi* /Phill./. Na uwagę zasługuje *Posidonia porizkensis* Schulga /gł. 1348,0 m/ - forma endemiczna opisana przez P. Ł. Szulgę /1956/ z warstw poryckich Zagłębia Lwowsko-Wołyńskiego. Gatunek ten w innych wierceniach LZW nie został dotychczas stwierdzony.

W wierceniu Hostynne IG I profil E_1 jest niepełny, ma on około 160 m miąższości. Obserwuje się duże analogie w wykształceniu litologicznym i charakterze fauny do osadów górnej części E_1 z Telatyna IG 1. Z goniatytów stwierdzono tu *Sudeticeras* sp. i *Cravenoceras* sp.

W otworze Rejowiec IG 1 osady E_1 mają znacznie mniejszą miąższość /160 m/. Minimalny jest udział piaskowców, natomiast ilość osadów węglanowych jest większa niż w otworze Telatyn IG 1. Fauna jest wyłącznie morska, w zespołach większy jest /niż w Telatynie i Hostynnym/ udział ramienionogów, natomiast z goniatytów stwierdzono jeden nieoznaczalny bliżej fragment muszli.

Seria osadów od wapienia F do poziomu *Posidonia corrugata* I ma miąższość od 150 m w Telatynie IG 1 do 85 m w Grabowcu IG 3. Są to miąższe pakiety ilowców i mułowców z pojedynczymi wkładkami węglanowymi i pokładami węgla. Tylko w Telatynie IG 1 w stropowej części omawianych osadów występują dwie ławice /6 i 16 m/ piaskowców drobnoziarnistych i gruboziarnistych z wkładkami zwirowców i zlepieńców. Fauna tego odcinka profilu jest głównie morska, w przewadze są to małże z mniej licznymi ramienionogami, pojedynczymi ślimakami, głowonogami, trylobitami, sporadycznie spotykane są maszywioly i liliowce.

W zespołach obok form długowiecznych występują gatunki dokumentujące ogólnie namur A. Z goniatytów określono jedynie *Cravenoceras* sp. /Grabowiec IG 3/.

Pojedyncze wkładki z małżami słodkowodnymi napotkano w kilku profilach, a występujące w nich taksony znane są z całego namuru.

W obrębie najwyższej części warstw komarowskich i dolnych bużańskich w poziomach *Posidonia corrugata* I i II różny jest charakter fauny w porównaniu do osadów niżejległych. Dominujące są małże z rodzaju *Posidonia* i goniatyty, częste *Coleolus* i przedstawiciele *Pectinacea*. Lokalnie wzrasta udział osadów słodkowodnych. Zespół poziomów *Posidonia corrugata* I i II jest tu zbliżony do zespołów znanych z innych części zagłębia /Ł. Musiał, M. Tabor 1979a, 1980/, lecz zwraca uwagę liczniejsze występowanie goniatytów. Dla zobrazowania wykształcenia omawianych poziomów zestawiono 5

wycinków profili litologicznych od Rejowca po Telatyn, zaznaczając rozmieszczenie fauny i ilustrując schematycznie charakter zespołów /ryc. 2/. Szczegółowy wykaz fauny z tych poziomów zamieszczono w tab. 1.

Goniatyty z poziomu *Posidonia corrugata* I omawianych wierceń: *Eumorphoceras bisulcatum* Girty, *Eumorphoceras ex gr. bisulcatum* Girty, *Anthracoceras cf. tenuispirale* Dem., *Cravenoceratoides cf. edalensis* Bisat, *Cravenoceratoides cf. nitidus* /Phill./, *Cravenoceratoides subplicatum* Bisat, *Kazakhoceras scaliger* /Schmidt/, *Sudeticeras parvalingue* Patt dokumentują piętro Pendleian /poziomy E_2a , E_2b /, zaś w poziomie *Posidonia corrugata* II z przewodnich stwierdzono tylko *Homoceras* sp.

Poziom *Posidonia corrugata* I tworzy bądź wyłącznie fauna morska zgrupowana w miąższych ławicach iłowców przedzielonych osadami faunistycznie płonnymi lub, jak w otworach zlokalizowanych bardziej na południowy wschód w spągu, w stropie lub między osadamiorskimi występują wkładki słodkowodne, często z licznymi *Porubites* lotari Rehoń.

Miąższość osadów z fauną tego poziomu waha się od 21 m w wierceniu Grabowiec IG 1 do około 53 m w wierceniu Hostynne IG 1. W rejonie Rejowca rozpoznanie poziomu *Posidonia corrugata* I jest niepełne.

W wierceniu Rejowiec IG 1 poziom ten stanowi 3 m ławica z *Posidonia* i nieoznaczalnymi goniatytami. Jest to tylko fragment poziomu, jego wyższa część musiała ulec erozji. Świadczyć o tym może mała miąższość poziomu i erozyjny kontakt piaskowca z niżej ległym iłowcem z fauną. W wierceniu Rejowiec IG 4 brak jest osadów z fauną poziomu *Posidonia corrugata* I i poziomu *Posidonia corrugata* II. Obserwacje litologiczne również sugerują erozję tego odcinka profilu /ryc. 1/. Otwór Rejowiec IG 3 zatrzymano w poziomie *Posidonia corrugata* I po przewierceniu 32 m odcinka osadów z fauną. Poziom ten stanowią 4 ławice z fauną morską z licznymi *Posidonia corrugata* /Ether./ w stropie i bardzo licznymi goniatytami szczególnie w ławicy dolnej.

Tab.1

Makrofauna poziomów <i>Posidonia corrugata</i>	I						II					
	R.G.1	R.G.3	G.G.1	G.G.3	H.G.1	T.G.1	R.G.1	R.G.3	G.G.1	G.G.3	H.G.1	T.G.1
Crinoidea						+						
<i>Lingula mytiloides</i> /Sow./		++			+++			+				
<i>Lingula</i> sp.		+			+++							+
<i>Plicochonetes</i> sp.						+						+
<i>Chonetes aureolus</i> Schwb.					+							
<i>Chonetes</i> sp.					+					+	++	++
<i>Productus concinus</i> Sow.											++	
<i>Productus</i> sp.					+					+		+
<i>Diptylostus shohvenensis</i> Böger et Fiebig						+						
<i>Eomarginifera</i> sp.						+						
<i>Crurithyris urii</i> /Flem./						+						
<i>Crurithyris</i> sp.					+	+						
<i>Anthraconeillo laevirostrum</i> /Portl./						++	+	++				
<i>Anthraconeillo undulatum</i> /Phill./						++		+				
<i>Anthraconeillo</i> sp.		+				+		++				
<i>Paleoneillo luciniforme</i> /Phill./						+						
<i>Polidevcia attenuata</i> /Flem./												
<i>Polidevcia sharmali</i> /Ether./					+	+	+	++				
<i>Polidevcia</i> sp.							++	+				
<i>Phestia</i> sp.												
<i>Posidonia corrugata</i> /Ether./	+++	+++	+++	+++	+++	+++	++	+++	+++	+++	+++	+++
<i>Posidonia</i> sp.	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
<i>Selenimyalina elongata</i> /Phill./						++						
<i>Selenimyalina laevis</i> /Brown/		++										
<i>Septimyalina sublamellosa</i> /Ether./	+	++	+	++	+++	++		+++	++	+++	+++	
<i>Septimyalina</i> sp.	+			+				++	++			++
<i>Dunbarella cf. rhytmica</i> /Jackes./				+								
<i>Dunbarella cf. specioza</i> /Jack./					+							++
<i>Dunbarella</i> sp.			++			++						
<i>Pterinopectinella aff. nodulosa</i> /de Kon./					+++	+++						
<i>Pterinopectinella cf. obliqua</i> /Hind/	+											
<i>Aviculopecten</i> sp.				++								
<i>Oblivipecten costatus</i> Yates			++	+++	++	++						
<i>Streblochondria purvesi</i> /Dem./		+	+++	+++	++	++						
<i>Streblochondria</i> sp.		+	++	+	+	++						
<i>Streblopteria</i> sp.			+	+								
<i>Chaenocardiola</i> sp.		+										
<i>Citothyris</i> sp.				+		+	++					
<i>Sanguinolites striato-granulatus</i> Hind						+				+	+++	++
<i>Sanguinolites clavatus</i> Ether.						+					+++	+
<i>Sanguinolites</i> sp.				+		+++		+		++	+++	+
<i>Leptodesma angustata</i> /McCoy/						+++						
<i>Leptodesma</i> sp.		++										
<i>Janeia böhmi</i> /Schmidt/						+						++
<i>Janeia</i> sp.						+						
<i>Edmondia</i> sp.						+	+	++				
<i>Porubites lotari</i> Rehner					+++	+++			++		+++	+++
<i>Curvirimula belgica</i> /Hind/					+++	++	+				+++	+
<i>Naiadites bugensis</i> /Szulga/							+++	+++			+++	
<i>Euphemites urei</i> /Flem./						+						
<i>Euphemites</i> sp.					+			+			+	
<i>Knightites /Retispira/</i> sp.	+				++	+		++				+
<i>Glabrocingulum</i> sp.					+			+				
<i>Donaldina</i> sp.						+						
<i>Naticopsis</i> sp.						+						
<i>Coleolus carbonarius</i> Dem.		++	+++	+++	++	+++		+++		++		
<i>Coleolus</i> sp.		++	+++	+++	+			++	++			++
<i>Pseudorthoceras striolatum</i> /Mayer/			++					+				
<i>Perigrammoceras sulcatum</i> /Flem./									+			
<i>Stroboceras</i> sp.					+							
<i>Anthracoceras paucilobum</i> /Phill./			+++	+++	++				+		+	
<i>Anthracoceras cf. tenuispirale</i> Dem.			+	+		+						
<i>Anthracoceras</i> sp.	+		+++	+++	++	++			+	+		++
<i>Kazakhoceras scaliger</i> /Schmidt/			++									
<i>Kazakhoceras</i> sp.			++		+							
<i>Cravenoceras ofedalensis</i> Bisat				++								
<i>Cravenoceras</i> sp.			+++	+++	++	++						
<i>Cravenoceratoides cf. nitidus</i> /Phill./			+		+							
<i>Cravenoceratoides subplicatum</i> Bisat						++						
<i>Cravenoceratoides</i> sp.		+	++			++						
<i>Dimorphoceras looneyi</i> /Phill./		++	+++	+++	++	++			+		++	
<i>Dimorphoceras</i> sp.			+++	+++	++	++		++		++		
<i>Sudetoceras paralingue</i> Patt.						+						
<i>Sudetoceras</i> sp.						++						
<i>Eumorphoceras bisulcatum</i> Girty			++	+	+							
<i>Eumorphoceras cf. bisulcatum</i> Girty		++	++	+	++							
<i>Eumorphoceras</i> sp.		++	++	+	++			+	++	++	+	++
<i>Homoceras</i> sp.												
szczątki goniattytów	++	+++	+++	+++	+++	+++	++	++	++	+++	++	+++
żuska ryby	+			++	+++	++						++
małżoraczki						+++						

Tab.2

Makrofauna poziomu Dunbarella	RIG2	RIG1	GIG2	RIG3	RIG4
Crinoidea	+	+	+	+	
Lingula mytiloides /Sow./	+	++	++	++	
Lingula sp.	++			+++	
Orbiculoidea missouriensis /Schum./	+				
Orbiculoidea sp.	+	++		++	
Schizophoria sp.		+			
Anthraconeilo sp.	+	+			
Nuculavus sp.			+		
Polidevcia sharmeni /Ether./	+	+		++	
Polidevcia sp.					
Phestia fedotovi Tchern.	++				
Phestia sp.	++				+
Posidonia sulcata /Hind/	++		+	+	+
Posidonia sp.			+		
Septimyalina compressa /Hind/			+		
Septimyalina sp.			+		
Grammatodon tenuistriatus /Meek et Worthen/					+
Dunbarella macgregori /Currie/	++	++	+++	++	+
Dunbarella papyracea /Sow./	++	++	+++	+++	+++
Dunbarella sp.		++			
Edmondia cf. pentonensis Hind	+++		+	+++	
Edmondia bisulcata Rehor, Rehorova	+++	++	+	+++	+++
Edmondia sp.				+++	
Sanguinolites sp.				+	
Anthracosia lateralis /Brown/			+	++	
Anthracosia sp.					
Naiadites productus /Brown/		+			
Naiadites quadratus /Sow./		+			+
Naiadites sp.		+			
Euphemites sp.	+			+	
Knightites /Cymatospira/ sp.	++			+	
Glabrocingulum sp.			++	+	+
Soleniscus sp.			+		
Streptacis sp.					
Coleolus sp.			+		+
Pseudorthoceras sp.				++	
Metacoceras sp.		+		+	
Anthracoceras vanderbeckei Ludwig	++	+	+	+	+
Anthracoceras sp.	+	+	++	++	++
Dimorphoceras sp.			+		
Homoceratoides sp.				++	+
nieoznaczalne fragmenty goniatytów	+++	++	+	+++	++
Spirorbis sp.		+			
małżoraczki		+			

W rejonie Grabowca pełny profil tego poziomu z bogatą i typową fauną prześlędzono w wierceniach Grabowiec IG 1 i Grabowiec IG 3 /ryc. 1, 2/. Są to wyłącznie zespoły morskie z licznymi goniatytami przewodnimi dla E₂ /tab. 1/.

Szczególnie dużą miąższość poziomu Posidonia corrugata I obserwuje się w wierceniach Hostynne IG 1. Fauna morska grupuje się w dwóch miąższych pakietach iłowców z wkładkami węglanowymi. Spąg poziomu stanowią osady z Lingula, zaś strop 5 ma ławica z bardzo licznymi małżami słodkowodnymi, głównie Porubites lotari /Rehof/. W zespole morskim dominuje Posidonia corrugata /Ether./ i Posidonia sp. oraz goniatyty.

Stosunkowo duży udział osadów słodkowodnych notuje się w profilu omawianego poziomu w wierceniach Telatyn IG 1. Ławice z fauną morską /12 m i 1,5 m miąższości/ podścielone są osadami słodkowodnymi o miąższości 4,8 m i 6,4 m. Zdecydowanie bogatszy i zróżnicowany gatunkowo jest zespół morski ławicy dolnej. Obok licznych Posidonia corrugata /Ether./ i Posidonia sp., konikonchów i goniatytów, występują inne małże, w tym pekteny oraz ślimaki i ramienionogi.

Poziom Posidonia corrugata I jest poziomem stałym i ważnym reperem korelacyjnym. J. Porzycki /1972/ w jego stropie ustalił granicę między warstwami komarowskimi a bużańskimi.

Poziom Posidonia corrugata II występujący w najniższej części warstw bużańskich prześlędzono we wszystkich profilach w odległości 24-40 m nad Posidonia corrugata I.

Poziomy te przedzielają osady klastyczne niekiedy z wkładkami węgla. W wierceniach Telatyn IG 1, Hostynne IG 1, Grabowiec IG 2 i Rejowiec IG 3 pojawiają się po raz pierwszy w profilu warstw bużańskich cienkie ławice piaskowców lub mułowców z dużą zawartością białej miki - wg J. Porzyckiego odpowiednik "piaskowców srebrzystych". Następne, stałe ich występowanie notuje się nad poziomem Posidonia corrugata II.

W otworach Rejowiec IG 1 i Rejowiec IG 3 między określonym poziomem Posidonia corrugata I i II występuje dodatkowa wkładka iłowca z fauną: Posidonia sp., Selenimyalina laevis /Brown/, Septimyalina sublamellosa /Ether./, Polidevcia sharmani /Ether./, Glabrocingulum sp., Knightites /Retispira/ Euphemites urei mut. ardenensis /Weir/, a w wierceniach Rejo-

wiec IG 3 *Selenimyalina laevis* /Brown/, *Septimyalina sublamellosa* /Ether./. Brak oznaczalnych muszli goniatytów nie pozwala na określenie jej przynależności stratygraficznej.

Poziom *Posidonia corrugata* II ma niewielką miąższość, maksymalnie do 5,5 m /Telatyn IG 1/. Tworzy go fauna morska występująca we wkładce węglanowej i iłowcu oraz fauna słodkowodna spotykana zazwyczaj powyżej osadów morskich. W zespołach przeważają: *Posidonia corrugata* /Ether./ i *Posidonia* sp., *Selenimyalina sublamellosa* /Ether./. We wszystkich otworach wiertniczych występują goniatyty, zazwyczaj nieoznaczalne. Pojedyncze określono jako *Anthracoceras paucilobum* /Phill./, *Anthracoceras* sp., *Dimorphoceras* sp. i *Homoceras* sp. /tab. 1, ryc. 2/.

Szczególnie bogaty zespół fauny morskiej oznaczono w otworze Telatyn IG 1.

Fauna słodkowodna poziomu *Posidonia corrugata* II to *Porubites lotari* /Řehoř/, niekiedy bardzo liczny oraz *Curvimula belgica* /Hind/. Na uwagę zasługuje obecność *Naiadites bugensis* /Szulga/, taksonu charakterystycznego wyłącznie dla tej części profilu. Jest to forma opisana przez P. Ł. Szulgę /1956/ z dolnych warstw bużańskich Zagłębia Lwowsko-Wołyńskiego.

W opracowanych profilach brak oznaczalnych gatunkowo *Homoceras*ów. *Homoceras beyrichianum* /de Kon./ przewodzi dla Chokierian /H₁/ występuje w poziomie *Posidonia corrugata* II wiercenia Kumów IG 1 /K. Bojkowski 1979/. Dotychczas w całym Lubelskim Zagłębiu Węglowym brak jest goniatytów przewodnich dla Alportian /H₂/, dlatego autorki górną granicę namuru A przyjmują umownie tuż nad poziomem *Posidonia corrugata* II. Należy również podkreślić, że w poziomie *Posidonia corrugata* II w żadnym z dotychczas opracowanych przez autorki i K. Bojkowskiego wierceniach nie stwierdzono przedstawicieli rodzaju *Reticuloceras*, które mogłyby sugerować zaliczenie tego odcinka profilu warstw bużańskich do namuru B.

Namur górny /B, C/ to część warstw bużańskich i dolne warstwy kumowskie do poziomu faunistycznego *Carbonicola exporrecta* /ryc. 1/. Są to utwory klastyczne o dużym udziale piaskowców z pokładami węgla i wkładkami skał węglano-

wych. Miąższość namuru górnego jest zróżnicowana: od około 190 m w rejonie Rejowca do 330 m w wierceniu Telatyn IG 1 i Hostynne IG 1.

Skamieniałości zwierzęce spotykane są w iłowcach i wkładkach węglanowych, o niewielkiej na ogół miąższości. Wkładki z fauną występują nieregularnie z wyjątkiem jednego poziomu korelacyjnego. W poszczególnych profilach zmienna jest ich ilość i różny udział osadów morskich i słodkowodnych. W warstwach bużańskich wiercenia Telatyn IG 1 i Hostynne IG 1 przeważają osady limniczne, zaś w kierunku na NW dominujące stają się osady morskie. W dolnych warstwach kumowskich na całym obszarze występuje prawie wyłącznie fauna morska.

Zespoły fauny morskiej namuru BC tworzą ramienionogi /często są to tylko nagromadzenia fragmentów skorupy/ i małże z pojedynczymi tylko ślimakami i sporadycznie mszywiakami, liliowcami, konikonchami i goniatytami. Brak koralów i trylobitów. Przeważają formy długowieczne, nieliczne ograniczają swój zasięg do omawianej części profilu karbonu lubelskiego i westfalu A. Są to: *Aviculopecten dorlodoti* Delep., *Euchondria levicula* Newell, *Phestia fedotovi* /Tchern./, *Anthraconeillo anthraconeloides* Chao., *Pernopecten carboniferum* /Hind/. Często spotykane są *Productus carbonarius* de Kon. i *Spirifer bisulcatus* /Sow./, *Crurithyris urii* /Flem./.

Goniatyty w omawianym rejonie występują rzadko. Są to na ogół pojedyncze, słabo zachowane fragmenty muszli. Wśród lepiej zachowanych określono w warstwach bużańskich: *Reticuloceras* cf. *adpressum* Biast, *Reticuloceras* sp., *Anthracoceras* sp., *Dimorphoceras looneyi* /Phill./, /Rejowiec IG 1, Grabowiec IG 2/ i *Reticuloceras* sp. /Rejowiec IG 4 i Grabowiec IG 1/. Rodzaj *Reticuloceras* pojawia się w namurze B, a *Reticuloceras adpressum* Bisat jest przewodni dla Kinderscoutian /R₁/. W dolnych warstwach kumowskich wierceń Grabowiec IG 2, Grabowiec IG 4 i Hostynne IG 1 określono *Gastrioceras* sp. - rodzaj pojawiający się w Yedonian /G₁/ - namur C.

Jak widać z powyższego, dokumentacja goniatytowa namuru BC w omawianych profilach nie jest dostateczna. W profilach wierceń nie wchodzących w zakres tego opracowania, ale będących w bliskiej odległości, w warstwach bużańskich /Sawin IG 1/, ponad poziomem *Posidonia corrugata* II stwierdzony zo-

stał *Homoceras henkei* /Schmidt/ przewodni dla R_1 , zaś w wierceniu Kumów IG 1 i Kosmów IG 1, w dolnych warstwach kumowskich - *Agastrioceras carinatum* /Frech./ przewodni dla G_1 /K. Bojkowski 1979/.

Opierając się na powyższych ustaleniach granicę między namurem B i namurem C przyjęto umownie, jak we wcześniejszych opracowaniach, na wapieniu N, zgodnie z granicą warstw bużańskich i kumowskich.

W warstwach bużańskich omawianego rejonu wydzielono nowy faunistyczny poziom korelacyjny /ryc. 1/. Tworzy go fauna morska występująca w wapieniu /wapień L/ i niekiedy w wyżejległym iłowcu /miąższości 0,2-1,5 m/ oraz tuż powyżej, wkładka iłowca miąższości 0,15-3,0 m z nagromadzeniem muszli *Carbonicola*.

Carbonicola zachowane są jako pojedyncze skorupy lub całe muszle, w większości spękane i zgniecione. Mało jest okazów dobrze zachowanych, które można oznaczyć gatunkowo. Przeważają formy trójkątnego kształtu, podobne do *Carbonicola pseudacuta* Trueman. W poziomie tym określono: *Carbonicola pseudacuta* Trueman, *Carbonicola ornata* Trueman, *Carbonicola* cf. *extenuata* Eagar, *Carbonicola antiana* Pastiels. Są to taksony znane z namuru górnego z zagłębi Wielkiej Brytanii i Belgii /A. Pastiels 1960; A. E. Trueman, J. Weir 1948/. *Carbonicola pseudacuta* i formy zbliżone kształtem do tu spotykanych opisane przez Z. Szulga /1956/ z warstw bużańskich Zagłębia Lwowsko-Wołyńskiego. Obok wymienionych spotykane są tu długowieczne *Naiadites samsonowiczi* /Korejwo/, *Naiadites hibernicus* Eagar, *Curvirimula belgica* /Hind/, *Porubites lotari* /Řehoř/, łuski ryb, małżoraczki i *Spirobrbis*.

Fauna morska tego poziomu to zespół ramienionogowo-małżowy zmienny w swoim składzie gatunkowym i ilościowym, z bardzo niewielkim udziałem głowonogów, ślimaków, mszywiolów i liliowców. Wśród najczęściej spotykanych są przedstawiciele rodzaju *Spirifer* i *Crurithyris*. Z małżów występują: *Pernopecten carboniferus* /Hind/, *Euchondria levicula* Newell, *Aviculopecten dorlodoti* Delep., pojedyncze *Posidonia* sp., *Myalina* sp., *Sanguinolites* sp., *Schizodus antiquus* Hind.

Z goniatytów napotkano *Reticuloceras* cf. *adpressum* Bisat, *Reticuloceras* sp., *Dimorphoceras looneyi* /Phill./, *Anthraco-ceras* sp.

W zespole morskim brak jest taksonów, które byłyby charakterystyczne wyłącznie dla tego poziomu, natomiast spełnia te warunki rodzaj *Carbonicola*, który jak dotychczas w namurze Lubelskiego Zagłębia Węglowego nie występuje poza omawianym poziomem. Z racji najliczniejszego występowania *Carbonicola pseudacuta* Trueman dla tego poziomu przyjęto nazwę - poziom *Carbonicola pseudacuta*.

W e s t f a l reprezentują osady klastyczne z przewagą piaskowców górnej części warstw kumowskich oraz osady mułowcowo-iłowcowe z licznymi pokładami węgla dolnych warstw lubelskich. Dolną granicę tego piętra wyznacza pierwsze pojawienie się form westralskich. Występują one bądź tuż nad piaskowcem dolnej części warstw kumowskich w poziomie *Carbonicola exporrecta* lub nieco powyżej w poziomie *Carbonicola pseudorobusta*. Górna granica jest erozyjna.

Fauna morska występuje w trzech faunistycznych poziomach korelacyjnych. Duży rozwój osiągają tu małże słodkowodne, wzrasta ich ilość, zróżnicowanie taksonomiczne i znaczenie stratygraficzne. Są one częścią składową horyzontów faunistycznych. Powyżej poziomu *Dunbarella* /najwyższy poziom morski westfalu/ występują osady limniczne z fauną wyłącznie słodkowodną.

Pełny profil westfalu A o miąższości 180-200 m poznano jedynie w wierceniach rejonu Rejowca i w Grabowcu IG 2 /ryc. 1/.

Spągowy poziom westfalu A - poziom *Carbonicola exporrecta* tworzą osady o małej miąższości z fauną słodkowodną lub słodkowodną i morską. *Carbonicola exporrecta* Eagar, *Carbonicola extima* Eagar, *Naiadites flexuosus* /Dix et Trueman/ napotkane w wierceniach: Hostynne IG 1, Telatyn IG 1, Grabowiec IG 4, Rejowiec IG 2, Rejowiec IG 4 dokumentują najniższą część westfalu A - zonę *lenisulcata* /R. M. C. Eagar 1952; A. Pastiels 1960/. Fauna morska tego poziomu to: *Crurithyris* sp. /Hostynne IG 1/, *Lingula mytiloides* Sow., *Lingula* sp., fragmenty skorup *Productidae*, *Nuculavus scotici-*

formis Tchern., *Selenimyalina* sp., *Euphemites* sp. *Coleolus* sp., nieoznaczalne fragmenty muszli goniatyta /Telatyn IG 1/ oraz *Productus carbonarius* de Kon., *Productus* sp., *Dictyoclostus* sp., *Levipustula* sp., *Polidevicia* sp., *Phestia* sp., *Janeia* sp., *Euphemites* sp. /Rejowiec IG 2/. Wymienione taksony z wyjątkiem *Levipustula* sp. /rodzaj westfalski/ są długowieczne, a zatem ich znaczenie stratygraficzne jest niewielkie. Również stwierdzony po raz pierwszy w tym poziomie fragment muszli goniatyta, z racji złego stanu zachowania, nie może być wskaźnikiem stratygraficznym.

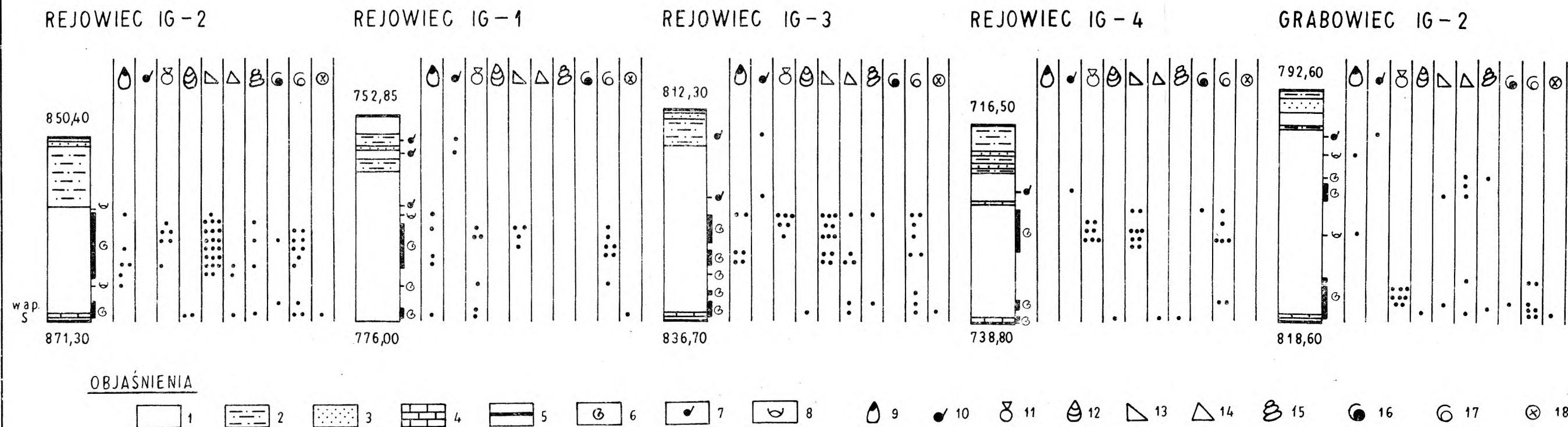
Kolejny poziom korelacyjny westfalu A - poziom *Carbonicola pseudorobusta* - w omawianych profilach jest nietypowy. Brak tu morskiej części poziomu /z wyjątkiem wiercenia Grabowiec IG 2/, która w innych rejonach zagłębia jest stałym elementem. Śródkowodną część poziomu z bogatą i charakterystyczną fauną stwierdzono w profilach Rejowiec IG 2, Rejowiec IG 3, Grabowiec IG 4, Hostynne IG 1 i Telatyn IG 1. Występują tu: *Carbonicola pseudorobusta* Trueman, *Carbonicola crista-galli* Wright, *Carbonicola bipennis* /Brown/, *Naiadites flexuosus* Dix et Trueman, *Curvirimula trapeziforma* /Dewar/ - formy określające środkową część westfalu A - zone Communis /A. F. Trueman, J. Weir 1946-1956; A. Pastiels 1964/. W pozostałych profilach brak nagromadzeń dużych muszli *Carbonicola* i *Naiadites* tak charakterystycznych dla tego poziomu.

Wyszczałcenie poziomu odbiega zatem od znanego z innych części zagłębia, np. z rejonu Hrubieszowa. Przypuszczać należy, że powodem tego nie są zmiany warunków ekologicznych lecz zaangażowanie tektoniczne osadów /złustrowane i spękane/ obserwowane w środkowej części warstw kumowskich rejonu Grabowca i Rejowca. Najprawdopodobniej uległa zniszczeniu część osadów z fauną.

Powyżej poziomu *Carbonicola pseudorobusta* zalega miąższy kompleks piaskowców górnej części warstw kumowskich. W ich stropie przyjmowana jest granica między warstwami kumowskimi i lubelskimi /J. Porzycki 1972/.

W spągu warstw lubelskich napotkano pojedyncze wkładki iłowców z fauną śródkowodną, a w Rejowcu IG 3 również faunę brakiczną. Najbogatszy zespół gatunkowy występuje w wierce-

Fig. 3



Ryc. 3

niu Rejowiec IG 4, gdzie obok bardzo licznych *Carbonicola* sp. określono *Carbonicola subconstricta* /Sow./, *Carbonicola* aff. *venusta* Davies et Trueman, *Carbonicola so-lancis* Wright, *Carbonicola similis* /Brown/, *Anthracosia* cf. *regularis* /Trueman/, *Anthracosphaerium* sp., *Naiadites quadratus* /J. de C. Sow./ i *Naiadites subconstrictus* /Brown/. Są to taksony dokumentujące najniższą część zony Modiolaris, odpowiadającą stropowej części westfalu A. /A. Pastiels 1972/. Małże mające znaczenie stratygraficzne stwierdzono ponadto w otworach: Rejowiec IG 2, Rejowiec IG 3, Grabowiec IG 2. Potwierdza to słuszność przyjętej uprzednio /L. Musiał, M. Tabor 1979a/ granicy zony Communis i Modiolaris analogicznie z granicą warstw kumowskich i lubelskich.

Ponad omówionymi wkładkami występuje najbardziej stały poziom westfalu, stanowiący ważny reper korelacyjny - poziom *Dunbarella*. Kończy on sedymentację typu paralicznego. Fauna tego poziomu grupuje się w miąższym maksymalnie 22 m pakiecie osadów zawartych między dwoma pokładami węgla, które J. Porzycki określa jako 305 i 306. Tworzą go znacznej miąższości /do około 17 m/ osady z fauną morską powyżej osady z *Lingula* i małżami słodkowodnymi. Rozmieszczenie wkładek z fauną i charakter zespołów obrazuje ryc. 3, a pełny wykaz skamieniałości przedstawiono w tab. 2.

W poziomie *Dunbarella* omawianego rejonu, podobnie jak w innych częściach Zagłębia, najliczniejsze są małże i gionogi, zaś pojedyncze są ślimaki, konikonchy i ramienionogi /*Articulata*/. W spągowej wkładce węglanowej /wapień S/ występują ponadto liliowce. W zespołach dominujące są Edmondia, *Dunbarella* i goniatyty, te ostatnie w większości bardzo słabo zachowane. Często w poziomie tym spotykane są *Lingula* współwystępujące z formami morskimi lub tworzące samodzielne wkładki.

W górnej części poziomu występują cienkie /maksymalnie 0,20 m/ wkładki z *Lingula* oraz wyżej wkładki z małżami słodkowodnymi z rodzaju *Anthracosia* i *Naiadites*.

Zespół faunistyczny poziomu *Dunbarella* w rejonie Rejowca i Grabowca zawiera te same gatunki co w innych częściach Lubelskiego Zagłębia Węglowego. Z taksonów typowych wyłącznie dla tego poziomu należy wymienić przewodni dla pograni-

cza westfalu A i B *Anthracoceras vanderbeckei* /Ludwig/ /A. Rabitz, 1966, M. A. Calver, 1969/ oraz *Dunbarella papyracea* /Sow./, *Dunbarella macgregori* /Currie/, *Posidonia sulcata* /Hind/. Poziom ten wyznacza granicę westfal A - westfal B. Uznany jest za odpowiednik poziomu Clay Cross w Anglii i Katharina w Zagłębiu Ruhry /M. Tabor, Ł. Łusiał, 1970/.

Małże słodkowodne stropowej części poziomu wskazują na westfal B.

Osady powyżej poziomu *Dunbarella* o maksymalnej miąższości około 140 m /Rejowiec IG 2/ mają wyłącznie faunę słodkowodną i są datowane na westfal B. Iłowce z fauną występują nieregularnie i zawierają różną ilość skamieniałości od pojedynczych do licznych.

Najbogatszą ilościowo i gatunkowo faunę napotkano w wierceniu Rejowiec IG 4. Liczne są tu: *Anthracosia ovum* Trueman et Weir, *Anthracosia* cf. *phrygiana* /Wright/, *Anthracosia lateralis* /Brown/, *Anthracosia* cf. *concinna* /Wright/, *Anthracosia* cf. *aquilina* /J. de C. Sow./, *Anthracosia planitumida* /Trueman/, *Anthracosia aquilinoides* /Tchern./, *Anthracosia* cf. *caledonica* Trueman et Weir, *Anthracosia regularis* /Trueman/, *Anthracosphaerium turgidum* /Brown/, *Anthracosphaerium* cf. *exiguum* /Davies et Trueman/, *Anthracosphaerium pulchella* Brod., *Naiadites subtruncatus* /Brown/, *Naiadites quadratus* /Sow./, *Naiadites productus* /Brown/, *Naiadites* cf. *carinatus* /Sow./. Wymienione taksony są typowe dla westfalu B dla zony *Modiolaris* i *Dolna Similis - Pulchra* /A. Pastiels 1972; A. E. Trueman, J. Weir 1946-1967/.

Uwagi o środowisku życia fauny

W karbonie górnym omawianego rejonu, podobnie jak w innych częściach Lubelskiego Zagłębia Węglowego, występują serie osadów o różnym wykształceniu litologicznym i facjalnym. Wraz ze zmianą typu sedimentacji następowały zmiany warunków bytowania fauny, uwidocznione w zmieniającym się składzie zespołów zwierzęcych i w sposobie ich zachowania.

Warstwy komarowskie do poziomu *Posidonia corrugata* I to seria osadów, w których dominującymi są utwory morskie, ławice skał węglanowych głównie pochodzenia organicznego

oraz iłowce i mułowce z fauną. Bogaty rozwój, duże zróżnicowanie taksonomiczne osiągają małże oraz ramienionogi, współwystępują z nimi liliowce, głowonogi, ślimaki, mszyciaki, trylobity, korale osobnicze. W skałach ilastych dominujące są cienkoskorupowe małże, zaś w skałach węglanowych ramienionogi. Fauna wskazuje, że sedymentacja odbywała się z płytkim, normalnie zasolonym, dostatecznie przewietrzonym zbiornikiem morskim, w którym panowały dogodne warunki dla życia fauny bentonicznej biofacji ramienionogowo małżowej. Zbiornik ten podlegał okresowym, krótkotrwałym wysłodzeniom i wynurzeniom /częstszym w rejonie południowym/, co dokumentują osady z fauną słodkowodną i brakiczną oraz osady fitogeniczne. Spokojniejsze i bardziej stabilne warunki z przewagą osadów węglanowych panowały w rejonie Rejowca. W rejonie południowym /Telatyn IG 1, Hostynne IG 1/ duży jest dopływ materiału gruboklastycznego, mniejszy udział sedymentacji węglanowej, nieco różny jest skład zespołów fauny, zwiększa się ilość wkładek z fauną niemorską. Fakty powyższe wskazywałyby na wyraźną bliskość linii brzegowej zbiornika sedymentacyjnego.

Odmiennymi warunkami, od wyżej opisanych, charakteryzuje się najwyższa część warstw komarowskich i dolna część warstw bużańskich z poziomami faunistycznymi *Posidonia corrugata* I i II /tab. 1, ryc. 2/. Fauna morska zgrupowana jest w miąższych ławicach iłowców szarych do czarnoszarych i brunatnych, z rozrartą substancją roślinną, zwęglonymi fragmentami flory i śladami piryty, nieraz z licznymi sferosyderytami. Osady te przedzielają zwykle cienkie ławice pływających zapiaszczonych iłowców oraz mułowców iłowce z fauną brakiczną i słodkowodną, sporadycznie wkładki zapiaszczonych wapieni i warstewki węgla. Zespół morski zdominowany jest przez rodzaj *Posidonia* i goniatyty /nagromadzenia małych i dużych skorup i muszli/, niekiedy liczne są również *Coleolus* i przedstawiciele *Pectinacea* oraz rodzaju *Selenimyalina*, natomiast lokalnie występują inne bentoniczne małże, ślimaki i ramienionogi.

Podobny typ fauny obserwuje się w całym Lubelskim Zagłębiu Węglowym, co wskazywałoby na zbliżone warunki bytowania fauny na znacznym obszarze. Dowodziłoby to istnienia rozległego zbiornika, w którym panowały specyficzne warunki, nie sprzyjające rozwojowi całego karbońskiego świata zwierzęce-

go, a pozwalające na egzystencję form wolnopływakających, nie przytwierdzonych do dna i niektórych form łatwo przystosowujących się do różnych warunków życia. Czynnikiem hamującym było najprawdopodobniej redukcyjne środowisko panujące w dennych partiach słabo przewietrzonego zbiornika typu lagunowo-morskiego, okresowo tylko mającego połączenia z morzem otwartym, z którego masowo napływały lub były nanoszone pełnomorskie organizmy zwierzęce. Okresowo zbiornik podlegał wysłodzeniom i wynurzeniom częstszym i dłuższym w rejonie południowym.

Lokalnie w części południowej omawianego rejonu w zbiorniku tym panowały nieco lepsze warunki dla bytowania form bentonicznych. Zespół poziomów jest tu bogatszy gatunkowo. Obok fauny typowej dla tego poziomu występują ramienionogi i ślimaki oraz małże rodzaju *Anthraconeilo* i *Paleoneilo*, które w rejonie Grabowca i Rejowca nie występują lub są ograniczone tylko do pojedynczych okazów.

Kolejne zmiany warunków życia fauny obserwuje się w wyższej części warstw bużańskich i dolnej części warstw kumowskich. Następuje zmiana w zespołach morskich, przeważa typ fauny bentonicznej /biofacja ramienionogowo-małżowa/ o dość zmiennym składowaniu taksonomicznym i różnym ilościowo nagromadzeniu okazów. W przewodzie są to zespoły ubogie, zdominowane przez typowo-morskie małże lub ramienionogi współwystępujące z nimi nieliczne ślimaki, głowonogi, konikonchy, liliowce, mszywiolę. Byłby to więc płytkowodny, normalnie zasolony, dobrze przewietrzany zbiornik, a stan zachowania okazów /dużo skorup uszkodzonych/ wskazuje na życie w strefie wyraźnego oddziaływania ruchów wody. Okresy sedymentacji morskiej są krótkotrwałe. Ten mało stabilny zbiornik podlegał częstym wynurzeniom. W warstwach bużańskich południowej części rejonu przeważa sedymentacja limniczna, ingresje morza ograniczają się do jednego tylko zalewu. Dolne warstwy kumowskie na całym omówionym obszarze mają prawie wyłącznie faunę morską.

Środowiskiem życia małżów słodkowodnych w tym okresie były małe wysłodzone sapropelowe jeziorzyska o spokojnej sedymentacji i warunkach silnie redukcyjnych sprzyjających rozwojowi małżów słodkowodnych. Większy wysłodzony zbiornik ty-

pu lagunowego rozprzestrzeniony w całym omawianym rejonie występował w czasie sedymentacji poziomu *Carbonicola pseudocuta*. Duży procentowy udział skorup uszkodzonych oraz ich ułożenie pod różnym kątem do płaszczyzny uławicenia wskazuje na dużą ruchliwość wód tego zbiornika powodującą przemieszczanie i niszczenie skorup.

W środkowej części warstw kumowskich zdecydowanie wzrasta ilość osadów słodkowodnych. W tym czasie miały miejsce tylko dwie ingresje morza: krótkotrwała poziomu *Carbonicola exprorecta* i poziomu *Carbonicola pseudorobusta*, po których następowały dłuższe okresy wysłodzeń zbiornika. Obecność w kilku profilach typowej fauny słodkowodnej poziomu *Carbonicola pseudorobusta*, te same gatunki co w innych częściach Lubelskiego Zagłębia Węglowego, analogiczne nagromadzenia muszli i skorup oraz taki sam sposób ich zachowania wskazują, iż ten rozległy wysłodzony zbiornik o bardzo dogodnych warunkach dla życia małżów słodkowodnych rozprzestrzeniony był również w południowej części basenu.

Ostatnia ingresja morza westfalskiego wkracza na wysłodzone utwory najniższej części warstw lubelskich. Sedymentację morską rozpoczynają osady węglanowe /wapień S/ zalegające tuż nad pokładem węgla. W osadach tych występują lilio-wce, pojedyncze ramienionogi i fragmenty skorup. Wyżej zalega miąższy /do 17 m miąższości/ bezwęglowy pakiet iłowców szarych, pelitycznych ze stosunkowo bogatą ilościowo, lecz mało zróżnicowaną gatunkowo fauną morską. Głównie są to małże z rodzaju *Dunbarella* i *Edmondia* oraz *Lingula* i goniatyty /ryc. 3, tab. 2/. W stropie osadów morskich zalegają cienkie /do 20 cm/ wkładki z nielicznymi *Lingula* /Rejowiec IG 1, Rejowiec IG 2, Grabowiec IG 2/, a wyżej wkładki z małżami słodkowodnymi z rodzaju *Naiadites* i *Anthracosia*.

Fauna wskazuje więc, podobnie jak w innych częściach basenu, na kolejne, stopniowe zmiany od warunków typowo morskich poprzez brakiczne do słodkowodnych /M. Tabor, Ł. Musiał 1970; Ł. Musiał 1975, T. Hitnarowicz, G. Kuchcińska 1976/. Okresy trwania poszczególnych etapów były różne w różnych częściach basenu. W omawianym rejonie etap biofazy ze zróżnicowaną fauną morską ograniczony jest do spągowej części poziomu. Fauna jest znacznie uboższa niż w innych

częściach LZW. Następny etap z monotonną fauną morską był długotrwały i stanowi zasadniczą część poziomu. W zespołach duży jest udział form euryhalinowych, takich jak *Edmondia* i *Lingula*, co wskazywałoby na wyraźne pogorszenie warunków życia form sfenohalinowych /goniatyty występujące w tej części profilu poziomu są prawdopodobnie na wtórnym złożu/. Kolejny etap z egzystencją form brakicznych jest w omawianym rejonie wyraźnie zredukowany w stosunku na przykład do rejonu północnego /osady z *Lingula* osiagają tam 7,5 m - Ł. Musiał, M. Tabor 1979a/ lub brak go zupełnie. Końcowym etapem poziomu jest całkowite wysłodzenie zbiornika.

Osady limniczne powyżej poziomu *Dunbarella* występują tylko w rejonie Rejowca i charakteryzują się zmienną ilością osadów z małżami słodkowodnymi. Małże zasiedlały rozlewiska rzeczne, niewielkie jeziora i ciek wodne, w których tylko lokalnie panowały dogodne warunki dla ich życia.

Analiza fauny karbonu górnego wskazuje, że basen lubelski był zbiornikiem otwartym, miał w tym okresie połączenia z basenami węglowymi Europy zachodniej /Holandia, Belgia, Wielka Brytania/, a także z zagłębiem donieckim. Połączenia te istniały zarówno w czasie sedymentacji morskiej, jak i limnicznej, czego dowodzi obecność licznych gatunków morskich i słodkowodnych o dużym rozprzestrzenieniu geograficznym, wspólnych dla tych rejonów.

Literatura

- Bojkowski K. 1970: The Upper Carboniferous goniatites zones of Poland. Sixième Congrès International de Stratigraphie et de Géologie du Carbonifère, Sheffield 1967. Compte Rendu 2. Sheffield.
- Bojkowski K. 1979: Goniatyty z karbonu Górnośląskiego i Lubelskiego Zagłębia Węglowego. Biul. Inst. Geol. 311.
- Calver M. A. 1969: Westphalian of Britain. Sixième Congrès International de Stratigraphy et de Géologie du Carbonifère, Sheffield 1967. Compte Rendu 1. Sheffield.

- Eagar R.M.C. 1952: Growth and variation in the non-marine lamellibranch fauna above the Sand Rock Mine of the Lancashire Millstone Grit. Quart. J. Geol. Soc., CVII, London.
- Kitnarowicz T., Kuchcińska G. 1976: Opis sekwencyjno-fazjalny poziomu morskiego w serii osadów westfału Lubelskiego Zagłębia Węglowego. Kwart. Geol. t. 20, nr 1 Warszawa.
- Korejwo K. 1969: Stratigraphy and Paleogeography of the Namurian in the Polish Lowland. Acta Geol. Pol. 9, 4.
- Musiak L. 1975: Pectinacea w utworach karbońskich Lubelskiego Zagłębia Węglowego. Rozprawa doktorska. Arch. Inst. Geol. Warszawa.
- Musiak L., Tabor M. 1979a: Stratygrafia utworów karbonu północno-wschodniej części Lubelskiego Zagłębia Węglowego. Kwart. Geol. t. 23, Warszawa.
- Musiak L., Tabor M. 1979b: Stratygrafia węglonośnej formacji karbońskiej w Polsce. II Symp. Sosnowiec. Wyd. Geol. Warszawa.
- Musiak L., Tabor M. 1980: The Carboniferous Zoostratigraphy of the Lublin Coal Basin and its correlation with Lithostratigraphic Members. Biul. Inst. Geol. 328, Geol. of Poland. v. III. Warszawa.
- Pastiels A., 1960a: Les lamellibranches non marins de la zone à *Lenisulcata* de la Belgique /Namurien et Westfalien A/. Centr. nat. Geol. houill. Publ. No 2. Bruxelles.
- Pastiels A. 1960b: Les lamellibranches non marins de la zone à *Communis* /Westfalien A/ de la Belgique. Première partie. Centr. nat. Geol. houill. Bruxelles, Publ. No 3.
- Pastiels A., 1964: Les lamellibranches non-marins de la zone à *Communis* /Westfalien A/ de la Belgique /Deuxième partie/. Centr. nat. Geol. houill. Publ. No 9, Bruxelles.
- Pastiels A., 1972: Les lamellibranches non marins de la zone à *Modiolaris* /Westfalien A supérieur et B inférieur/ de la Belgique. Centr. nat. Geol. Houill. Publ. No 12. Bruxelles.

- Porzycki J., 1972: Budowa geologiczna złoża węgla kamiennego w okolicy Łęcznej. Sprawozd. z pos. nauk. IG Kwart. Geol. t. 16, nr 2, Warszawa. .
- Rabitz A., 1966: Der marine Katharina-Horizont /Basis des Westfal B/ im Ruhrrevier und seine Fauna. Fortschr. Geol. Rheinl. Westf. 13,1.
- Szulga P. L., 1956: Fauna i flora kamiennougolnych otłóżeń galicyjsko-wołyńskiej wpadiny. Płastinczatożabiennyje moluski. Tr. Inst. Geol. Nauk. A. N. UССР. Kijew.
- Szulga P. L., 1962: Karbon w Lwowsko-Wołyńskiej Kamiennougienyj basejn. Akad. Nauk. Ukr. SSR. Kijew.
- Tabor M., Musiał E., 1970: Strefy faunistyczne westfalu A i B w Lubelskim Zagłębiu Węglowym. Prz. Geol. nr 8, 9.
- Trueman A. E., Weir J. 1946-1967: A monograph of British Carboniferous non marine Lamellibranchia. Part 1-7, 10-13, Palaeontological Society. London.
- Żelichowski A. M. 1972: Występowanie goniatytów w osadach karbonu na obszarze hrubieszowsko-tomaszowskim /SE Polska/. Kwart. Geol. T. 16, nr 3, Warszawa.

Spis rycin

- Ryc. 1. Stratygrafia i korelacja poziomów faunistycznych w profilach SW części Lubelskiego Zagłębia Węglowego; 1 - iłowce, 2 - piaskowce, 3 - osady węglanowe, 4 - węgiel, 5 - osady z dużą ilością miki, 6 - fauna morska, 7 - fauna słodkowodna, 8 - fauna brakiczna, 9 - *Naiadites bugensis* Szulga, 10 - *Carbonicola*, 11 - *Anthraco-*
sia, 12 - goniatyty oznaczalne, 13 - goniatyty nieoznaczalne, 14 - *Pectinacea*, 15 - korale osobnicze, 16 - ramienionogi, 17 - korelacja poziomów faunistycznych, 18 - granice stratygraficzne.
- Ryc. 2. Profile poziomów *Posidonia corrugata* I i II; 1 - iłowce, 2 - mułowce, 3 - piaskowce, 4 - osady węglanowe, 5 - węgiel, 6 - łupek węglowy, 7 - osady z dużą ilością miki, 8 - fauna morska, 9 - fauna słodkowodna, 10 - fauna brakiczna, 11 - *Lingula*, 12 - *Naiadites bugensis* Szulga, 13 - *Porubites* i *Curvirimula*, 14 - *Posi-*

donia, 15 - Septimyalina, 16 - Pectinacea, 17 - inne małże, 18 - ślimaki, 19 - Coleolus, 20 - goniatyty nieoznaczalne, 21 - goniatyty oznaczalne, 22 - ramienichogi.

Ryc. 3. Profile poziomu Dunbarella; 1 - iłowce, 2 - mułowce, 3 - piaskowce, 4 - osady węglanowe, 5 - węgiel, 6 - fauna morska, 7 - fauna słodkowodna, 8 - fauna brakiczna, 9 - Lingula, 10 - małże słodkowodne, 11 - Pectinacea, 12 - Posidonia, 13 - Edmondia, 14 - inne małże, 15 - ślimaki, 16 - Anthracoceras vanderbeckei Ludwig, 17 - nieoznaczalne goniatyty, 18 - Crinoidea.

Tab. 1. + 1 okaz, ++ 2-10, +++ bardzo liczne.

Halina Kmiecik

PALINOSTRATYGRAFIA UTWORÓW GÓRNEGO NAMURU I DOLNEGO WESTFAŁU REJONU GRABOWCA W LUBELSKIM ZAGŁĘBIU WĘGLOWYM

Zagadnieniem trudnym i dotychczas nie rozwiązany jest szczegółowe rozpozniomowanie palinologiczne utworów pogranicznych namuru i westfału w Lubelskim Zagłębiu Węglowym. Dotyczy to w szczególności rozpozniomowania namuru górnego oraz uściślenia kryteriów sporowych dla wyznaczenia granicy pomiędzy namurem i westfałem w karbonie lubelskim.

Możliwość rozwiązania tych problemów zarysowała się obecnie, dzięki odwierceni w ostatnich latach wielu otworów rozpoznawczych w południowej części Lubelskiego Zagłębia Węglowego, gdzie utwory te rozwinięte są najpełniej. Przedmiotem niniejszej pracy jest więc próba rozwiązania tych zagadnień na przykładzie materiałów pochodzących z rejonu Grabowca, położonego centralnie w południowej części LZW, na północny zachód od linii Zamość-Hrubieszów /ryc. 1/.

Na obszarze tym zostały odwiercone otwory: Grabowiec IG 1, Grabowiec IG 2, Grabowiec IG 3 i Grabowiec IG 4. Szczegółowe opróbowanie profilu karbonu w tych otworach dostarczyło bardzo bogatego i ciekawego materiału sporowego. Próbk do badań pochodziły głównie z pokładów węgla i wkładek węglowych oraz łupków węglowych, ilowców węglistych, a także pewnej ilości innych skał płonnych.

Łącznie z tych otworów badaniom miosporowym poddano 123 próbki. Szczegółowe wyniki badań zawarte zostały w dokumentacjach wynikowych wymienionych wierceń oraz zestawione w zbiorowym opracowaniu "Wyniki badań geologiczno-poszukiwawczych węgla koksowych w południowej części LZW" /Arch. IG Sosnowiec, 1982/, stanowiącym podsumowanie wieloletnich badań geologicznych /w tym także sporowych/, wykonanych przez Zespół Pracowników Oddziału Górnośląskiego Instytutu Geologicznego w Sosnowcu.

Podział sporowy karbonu w badanych otworach wiertniczych

Żaden z wymienionych uprzednio otworów wiertniczych z rejonu Grabowca nie przebił utworów karbonu /rys. 2-5/. Profile ich osiagają tylko stropową /Grabowiec IG 2 i Grabowiec IG 4/ bądź górną część /Grabowiec IG 1 i Grabowiec IG 3/ warstw komarowskich według podziału litostratygraficznego J. Porzyckiego /1970, 1979/. Strop karbonu w omawianych otworach ma charakter erozyjny i sięga górnej części warstw kumowskich /Grabowiec IG 1 i Grabowiec IG 3/ lub obejmuje najniższą część warstw lubelskich /Grabowiec IG 2 i Grabowiec IG 4/.

Istotne dla rozważań zawartych w temacie niniejszego opracowania jest to, że wszystkie profile otworów obejmują w całości warstwy bużańskie i praktycznie także całe warstwy kumowskie, a więc utwory uważane za odpowiedniki namuru górnego i najniższego westfalu w LZK.

Do rozpozniomowania karbonu w rejonie Grabowca zastosowano podział palinostratygraficzny zaproponowany uprzednio dla karbonu środkowo-wschodniej Polski i Lubelskiego Zagłębia Węglowego /H. Kmiecik 1978, 1979, 1983/. Dzięki wykonanym badaniom podział ten został ściśle sprecyzowany w odniesieniu do utworów namuru górnego, które do tej pory traktowane były jako jeden nierozdzielony poziom sporowy reprezentujący łącznie utwory namuru B i C.

Obecnie zostały wyróżnione dwa odrębne poziomy sporowe oddzielnie dla poszczególnych podpięter karbonu, które powinny zastąpić uprzednio zdefiniowany poziom sporowy *Densosporites-Cristatisporites* /Dn/ w karbonie lubelskim. Ścisłejsze dane, uzyskane obecnie dla wydzielonych uprzednio podpoziomów sporowych *Lyccospora punctata-pusilla* /Lpp/ i *Radiizonates aligerens* /Ra/, wchodzących w skład poziomu sporowego *Florinites* spp. /Fl/, traktowanego jako odpowiednik westfalu A w karbonie lubelskim, pozwalają obecnie na traktowanie ich jako samodzielnych poziomów sporowych.

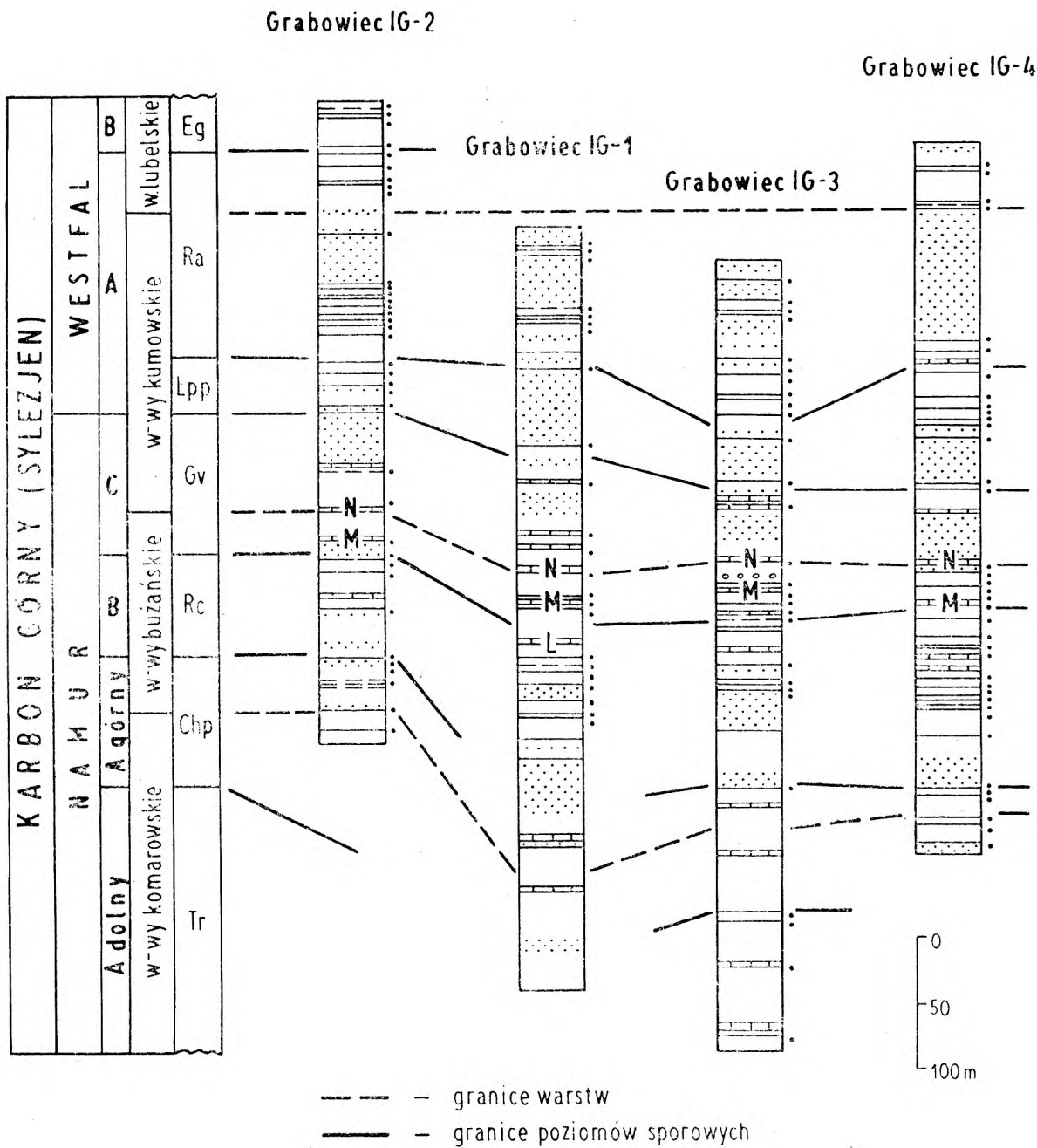
Podział palinostratygraficzny karbonu w poszczególnych otworach wiertniczych rejonu Grabowca został przedstawiony na ryc. 2-5. Uwzględniono tu zasięgi i ilościowe udziały dominujących w zespołach sporowych rodzajów miospor oraz zasięgi przewodnich i charakterystycznych gatunków w profilu karbonu każdego z omawianych otworów z odniesieniem do podziałów litostratygraficznego i chronostratygraficznego. Granice jednostek palinologicznych wydzielonych w otworach określone zostały głębokościami skrajnych próbek zaliczonych do danego poziomu sporowego.

Następnie dokonano korelacji poziomów sporowych między badanymi otworami wiertniczymi /ryc. 6/. Podobieństwo w wykształceniu litologicznym karbonu na tym stosunkowo niewielkim obszarze badań sprawia, że odcinki reprezentujące poszczególne jednostki sporowe posiadają zbliżone miąższości. Najlepiej, bo we wszystkich otworach, zostały poznane granice pomiędzy poziomami *Reticulatisporites carnosus* /Rc/ i *Grumosporites varioreticulatus* /Gv/ oraz tego ostatniego i *Lycospora punctata-pusilla* /Lpp/, a także pomiędzy nim i poziomem *Radiizonates aligerens* /Ra/, a więc granice namuru B z namurem C, namuru i westfalu oraz pomiędzy dolnym westfalem A i górnym westfalem A.

Charakterystyka poziomów sporowych

W profilu karbonu rejonu Grabowca wydzielono siedem poziomów sporowych odpowiadających utworom dolnego i górnego namuru A, namuru górnego B i C oraz westfalu A i westfalu B. Podział ten przedstawiono syntetycznie /ryc. 7/, uwzględniając zasięgi pionowe przewodnich i charakterystycznych gatunków miospor dających podstawę, łącznie z innymi cechami zespołów sporowych, do wydzielenia poszczególnych poziomów. Podział palinostratygraficzny został odniesiony do podziałów litostratygraficznego i chronostratygraficznego.

Charakterystyka poszczególnych poziomów sporowych przedstawia się następująco:



Ryc. 6

Poziom Tripartites rugosus Tr /dolny namur A/ został wyróżniony w rejonie Grabowca na podstawie definicji podanej w opracowaniach uprzednich /H. Kmieciak 1978, 1983/ jako łatwo wyróżnialny poziom rozkwitu rodzaju Tripartites, reprezentowanego przez wiele gatunków wraz z gatunkiem wskaźnikowym T. rugosus, występujących w towarzystwie licznych rodzajów i gatunków miospor zanikających w stropie tego poziomu, a więc w stropie utworów zaliczanych do dolnego namuru A. W rejonie Grabowca można było wydzielić tylko górną część tego poziomu w otworze Grabowiec IG 3 /ryc. 4/, obejmującą wyższą część warstw komarowskich powyżej wapienia wskaźnikowego F, bez stropowej części tych warstw. Górna granica tego poziomu przebiega pomiędzy wapieniami wskaźnikowymi G i H.

Poziom Chaetosphaerites pollenisimilis Chp /górny namur A/ jest ograniczony od dołu strefą zaniku większości rodzajów i gatunków miospor wizeńsko-dolnonamurskich, w tym przede wszystkim rodzaju Tripartites. Górną granicę poziomu stanowi strefa zaniku gatunku wskaźnikowego Chaetosphaerites pollenisimilis wraz z większością gatunków starszych przechodzących jeszcze z poziomu Tr, a występujących tylko reliktoowo. Pojawiają się nieliczne gatunki nowe, jak: Crassispora kosankei, Laevigatosporites minor, Cirratiradites saturni i inne. Cechą charakterystyczną zespołu sporowego jest dominacja rodzaju Lycospora nad pozostałymi rodzajami oraz występowanie stosunkowo licznych miospor rodzajów Densosporites i Cingulizonates.

Poziom Chp wyróżniono w otworach Grabowiec IG 2, Grabowiec IG 3 oraz Grabowiec IG 4 /ryc. 3-5/. W profilu litologicznym obejmuje on stropową część warstw komarowskich oraz najniższą część warstw bużańskich wraz z najniższym pokładem węgla tych warstw występującym pod dolną grubą serią piaskowcą bużańską. Dolna granica poziomu przebiega więc pomiędzy wapieniami wskaźnikowymi G i H, górna natomiast powyżej wapienia wskaźnikowego I.

Poziom Reticulatisporites carnosus Rc /namur B/ jako nowo kreowany wymaga ścisłego zdefiniowania. Stanowi on, jak już wspomniano uprzednio, dolną część zbiorczego poziomu Densosporites-Cristatisporites /Dn/ wyznaczonego dla karbonu środkowo-wschodniej Polski /H. Kmieciak 1978/. Dolną

granicę poziomu stanowi strefa zaniku typowych dla poziomów niższych gatunków starszych wizeńsko-dolnonamurskich, górną natomiast m.in. zanik gatunku *Reticulatisporites carnosus*, wyznaczającego na gatunek wskaźnikowy tego poziomu. Cechą charakterystyczną zespołu sporowego jest maksymalne w całym profilu karbonu lubelskiego występowanie rodzaju *Densosporites*, reprezentowanego przez kilka gatunków, uzupełnionego przez spokrewnione z nim morfologicznie i botanicznie rodzaje *Cristatisporites* i *Cingulizonates*. Wprawdzie udziały tych rodzajów nigdy nie osiągają wartości tak wysokich, jak ma to miejsce w porównywalnych stratygraficznie utworach w Górnośląskim Zagłębiu Węglowym /warstwy siodłowe, namur B/, niemniej jednak w poziomie Rc rodzaje te wyróżniają się ilościowo i jakościowo zupełnie wyraźnie.

Większość form w zespole sporowym poziomie Rc stanowią rodzaje długowieczne, a ze starszych występują tu jeszcze nieliczne *Schulzospora* /*S. rara*, *S. ocellata*/, ponadto kontynuują występowanie takie gatunki, jak: *Ahrensia*, *Lycospora noctuina*, *Punctatisporites sinuatus* i inne. Dość regularnie występuje już *Crassispora kosankei*, a w górnej części pojawiają się pojedynczy przedstawiciele rodzaju *Florinites* /*F. similis*, *F. antiquus*, *F. spp.*/ oraz gatunki: *Raistrickia fulva*, *Grumosporites varioreticulatus* i inne. Praktycznie następuje przerwa w występowaniu gatunku *Laevigatosporites minor*, który pojawił się już w poziomie niższym.

Omawiany poziom sporowy wyznaczono we wszystkich otworach wiertniczych rejonu Grabowca /ryc. 2-5/. W podziale litostratygraficznym poziom *Reticulatisporites carnosus* /Rc/ odpowiada warstwom bużańskim bez ich części spągowej i stropowej. Dolna granica poziomu przebiega w okolicy spągu dolnej grubej serii piaskowcowej bużańskiej, powyżej wskaźnikowego wapienia I, górna natomiast w spągu pokładu występującego poniżej wskaźnikowego wapienia M.

Poziom *Grumosporites varioreticulatus* Gv /namur C/ wyznaczony w rejonie Grabowca stanowi odpowiednik górnej części uprzednio wyznaczonego zbiorczego poziomu sporowego *Densosporites-Cristatisporites* /Dn/ /H. Kmiecik 1978, 1983/. Dolną granicę poziomu sporowego Gv wyznacza pierwsze regu-

larne występowanie gatunku wskaźnikowego *Grumosporites varioreticulatus* oraz gatunku *Raistrickia fulva*, które sporadycznie pojawiają się niekiedy już w najwyższej części poziomu Rc.

W poziomie Gv wyraźniej zaczynają występować niektóre gatunki rodzaju *Florinites*. W zespole sporowym zmniejsza się udział rodzaju *Densosporites* i pokrewnych, występujących jednak jeszcze stosunkowo licznie. Rodzaje te wyraźnie tracą na znaczeniu zarówno ilościowym, jak i gatunkowym wraz z górną granicą poziomu. Równocześnie zwiększa się nieco udział rodzaju *Crassispora* oraz innych rodzajów długowiecznych. Wraz z górną granicą poziomu zanikają przedstawiciele rodzaju *Schulzospora*, z wyjątkiem gatunku *S. rara*, przechodzącego wyżej. Nadal występują gatunki: *Lycospora noctuina*, *Punctatisporites sinuatus*, *Raistrickia fulva* i inne. Regularniej zaczyna występować *Cirratriradites saturni*, w dalszym ciągu brak natomiast gatunku *Laevigatosporites minor*, który pojawił się po raz pierwszy już w górnym namurze A /poziom sporowy Chp/ i wznowia występowanie powyżej górnej granicy poziomu Gv.

Poziom *Grumosporites varioreticulatus* Gv wyznaczono we wszystkich otworach rejonu Grabowca /ryc. 2-5/. W profilu litologicznym poziom ten obejmuje najwyższą część warstw bużańskich oraz dolną część warstw kumowskich /najniższą serię piaskowcową tych warstw/. Dolna granica przebiega praktycznie w spągu pokładu węgla występującego poniżej wapienia wskaźnikowego M, górna natomiast poniżej wapienia wskaźnikowego P.

Poziom *Lycospora punctata-pusilla* Lpp /dolny westfal A/ traktowany był dotąd jako dolna część /podpoziom/ poziomu sporowego *Florinites* spp. /H. Kmiecik 1978, 1983/. W świetle nowych badań wydaje się celowe, aby potraktować go jako samodzielny poziom sporowy *Lycospora punctata-pusilla* Lpp, odpowiednik dolnej części westfalu A. Jest to poziom szczególnej dominacji rodzaju *Lycospora*, reprezentowanego głównie przez gatunki *L. punctata* i *L. pusilla*.

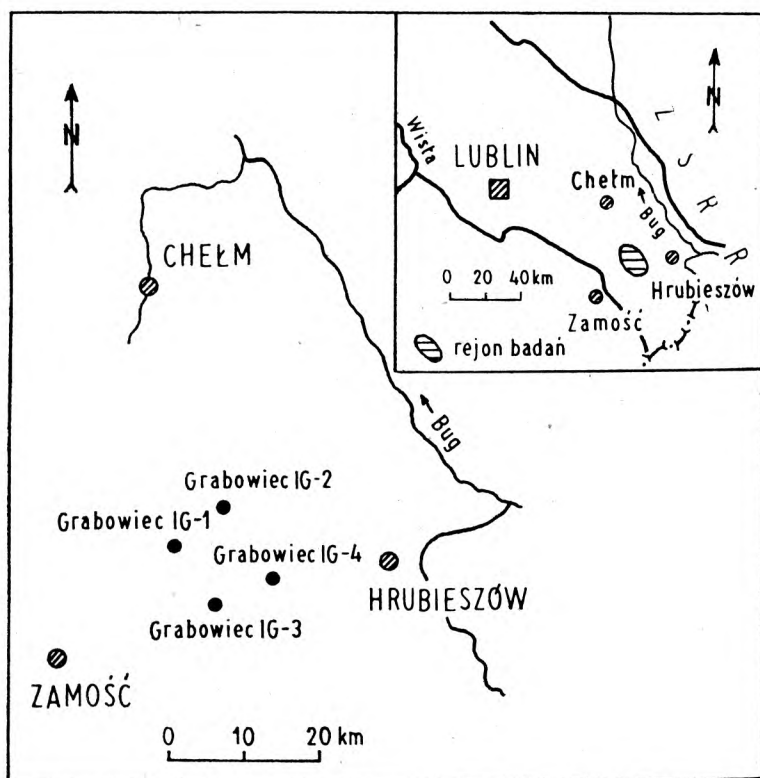
Wraz z dolną granicą poziomu rozpoczyna się regularne występowanie rodzaju *Florinites*, reprezentowanego przez kilka gatunków. Rodzaj *Laevigatosporites*, występujący wpraw-

dzie już w utworach górnego namuru A /L. minor/, po przerwie przypadającej na namur górny, dopiero w tym poziomie występuje regularnie i dość licznie oraz reprezentowany jest przez kilka gatunków. W najwyższej części poziomu Lpp pojawiają się sporadycznie dalsze gatunki charakterystyczne dla westfalu, jak: *Reticulatisporites reticulatus*, *Punctatosporites minutus*, *Latosporites latus* i inne. Z górną granicą poziomu zanika powoli rodzaj *Cingulizonates*, który powyżej tego poziomu nie odgrywa roli ilościowej.

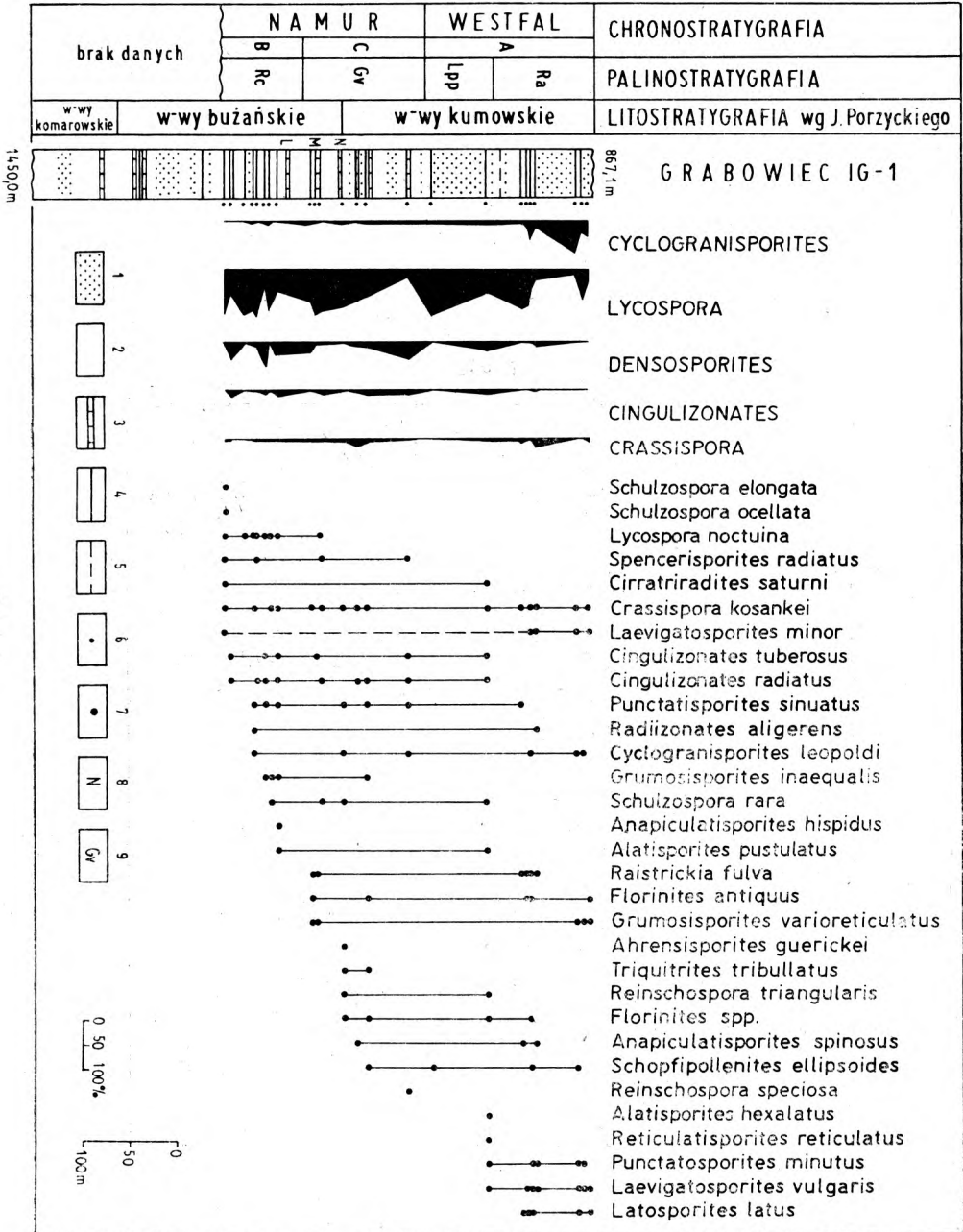
Poziom *Lycospora punctata-pusilla* Lpp został zidentyfikowany we wszystkich badanych otworach rejonu Grabowca /ryc. 2-5/. Litologicznie poziom ten odpowiada wyższej części warstw kumowskich z wyższą ławicą piaskowców kumowskich i przylegającymi do niej od dołu i od góry utworami iłowcowo-mułowcowymi z pokładami węgla, z wapieniem wskaźnikowym P w dolnej części poziomu.

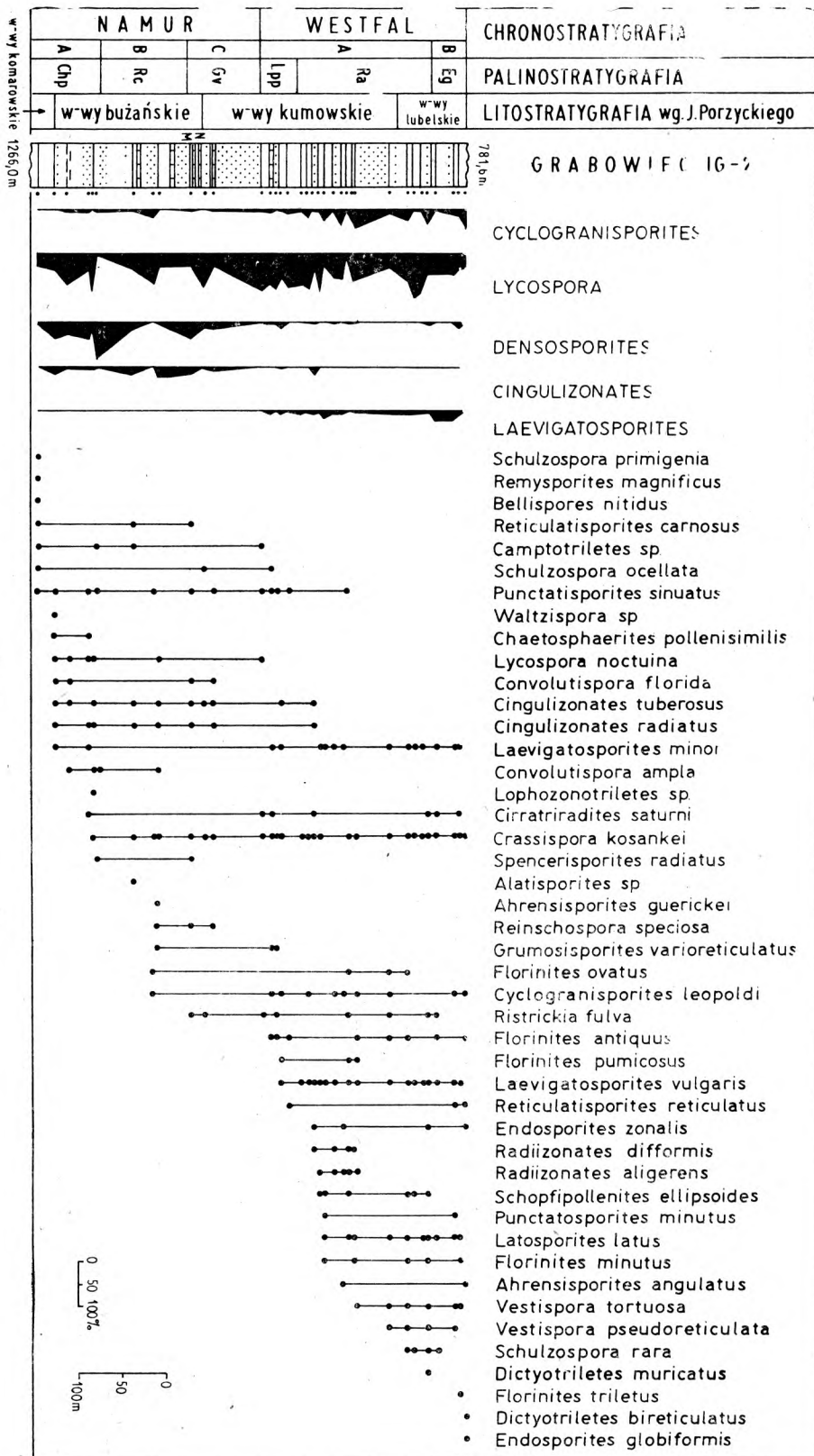
Poziom *Radiizonates aligerens* Ra /górny westfal A/ wyznacza przede wszystkim zasięg gatunku wskaźnikowego *Radiizonates aligerens*. Rodzajem dominującym, szczególnie w dolnej części poziomu, jest *Lycospora*, w górnej części jego udział zmniejsza się na korzyść coraz liczniejszych *Cyclogranisporites*. Dość licznie występują także *Crassispora* oraz *Laevigatosporites*, a także kilka jeszcze rodzajów westfalskich, których udziały rosną w górnej części profilu /*Florinites*, *Latosporites*, *Punctatosporites*/. W omawianym poziomie praktycznie zanikają ostatni przedstawiciele rodzajów wizeńsko-namurskich, jak: *Punctatisporites sinuatus* i *Schulzospora rara*. Zaczynają się pojawiać i częstsze są w najwyższej części poziomu gatunki nowe, jak: *Endosporites zonalis*, *Vestispora* z kilkoma gatunkami, *Dictyotrilletes bireticulatus*, *Endosporites globiformis* i inne.

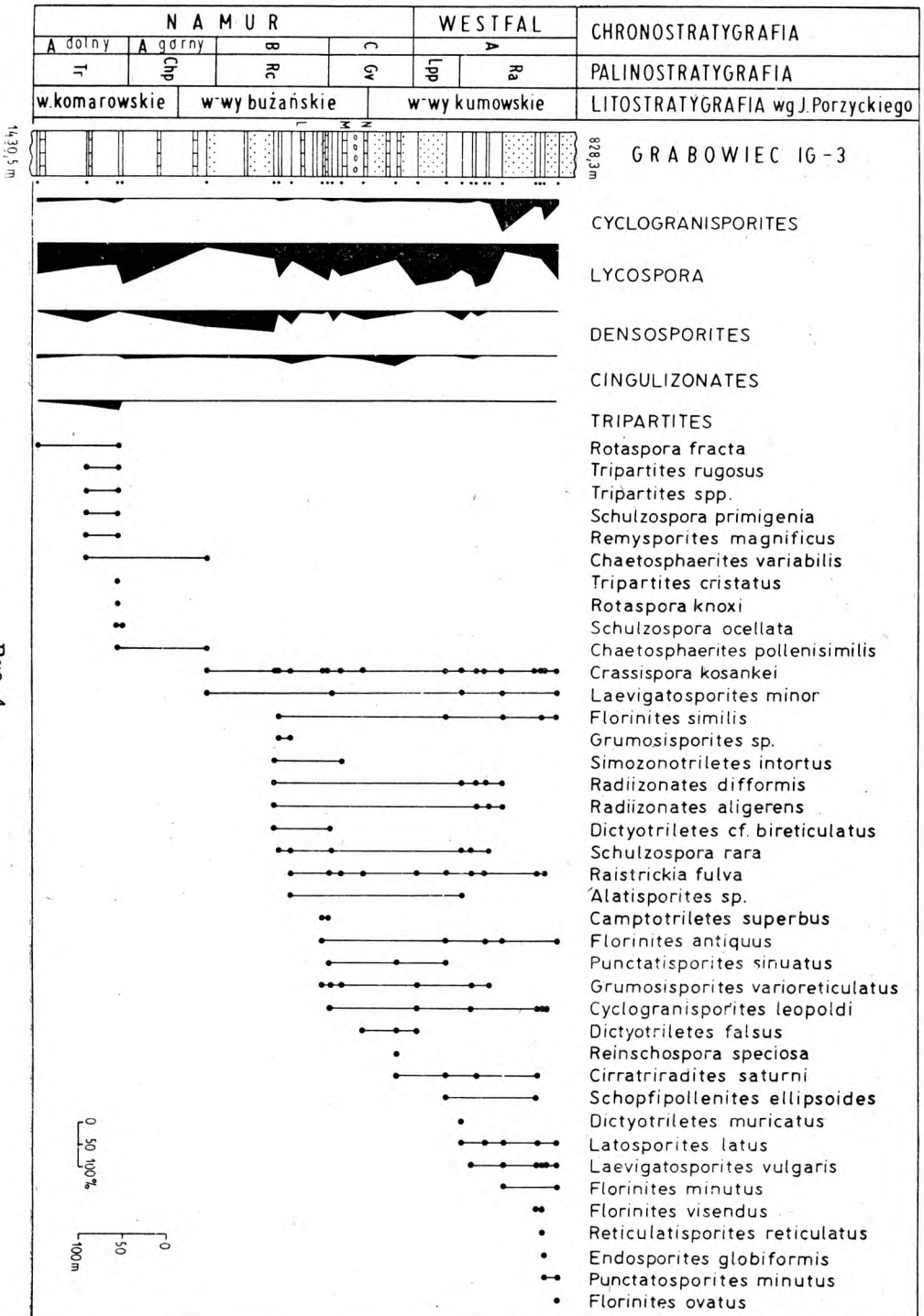
Poziom *Radiizonates aligerens* Ra dotychczas uważany za podpoziom sporowy poziomu *Florinites* spp, odpowiednik górnego westfalu A należy traktować w świetle nowych badań jako samodzielny poziom sporowy. Wyodrębniono go we wszystkich omawianych otworach rejonu Grabowca, z tym że w otworach Grabowiec IG 3 i Grabowiec IG 4 stropowa część poziomu została zerodowana /ryc. 2-5/. W podziale litostratygraficznym karbonu lubelskiego poziom Ra odpowiada górnej części

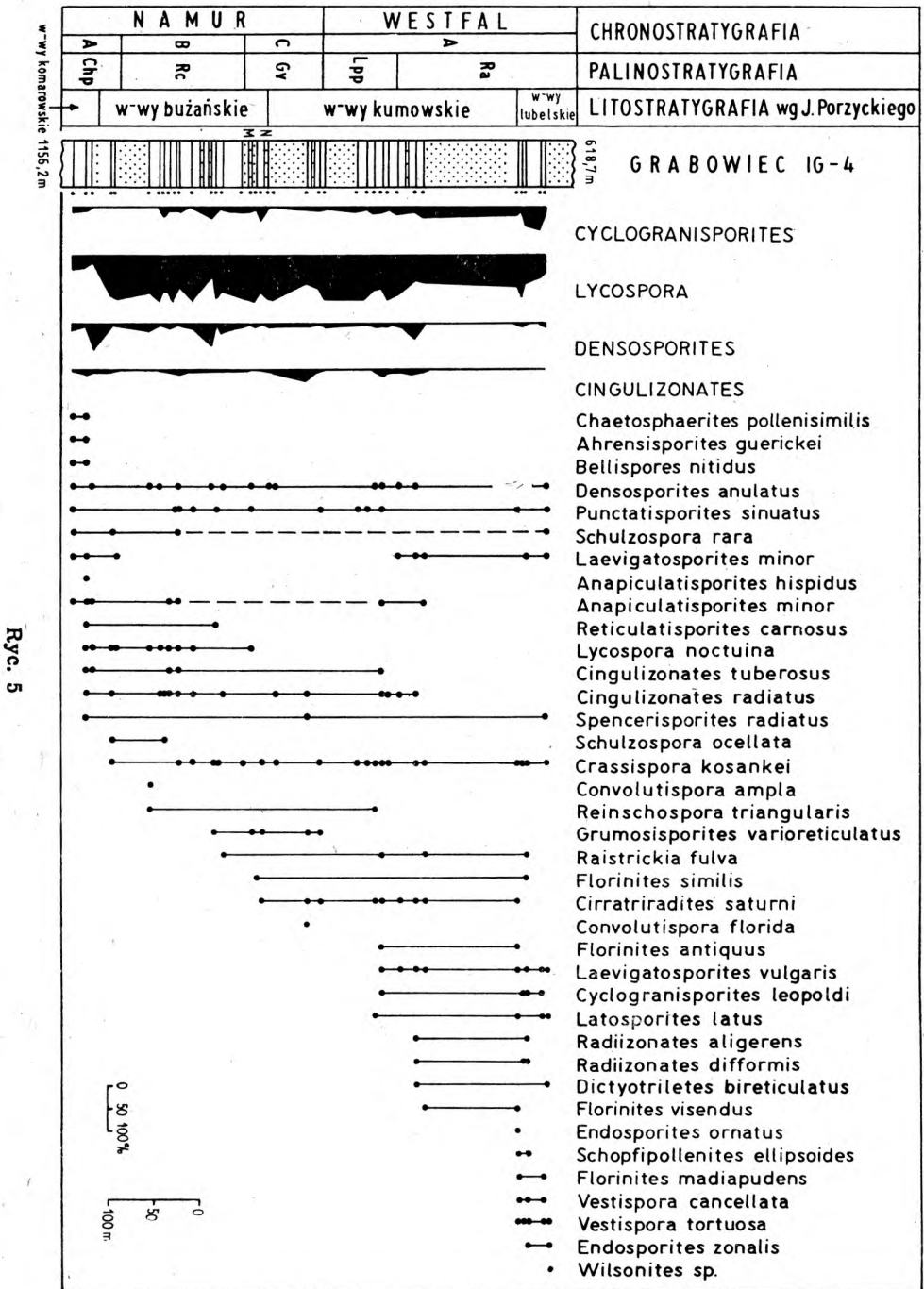


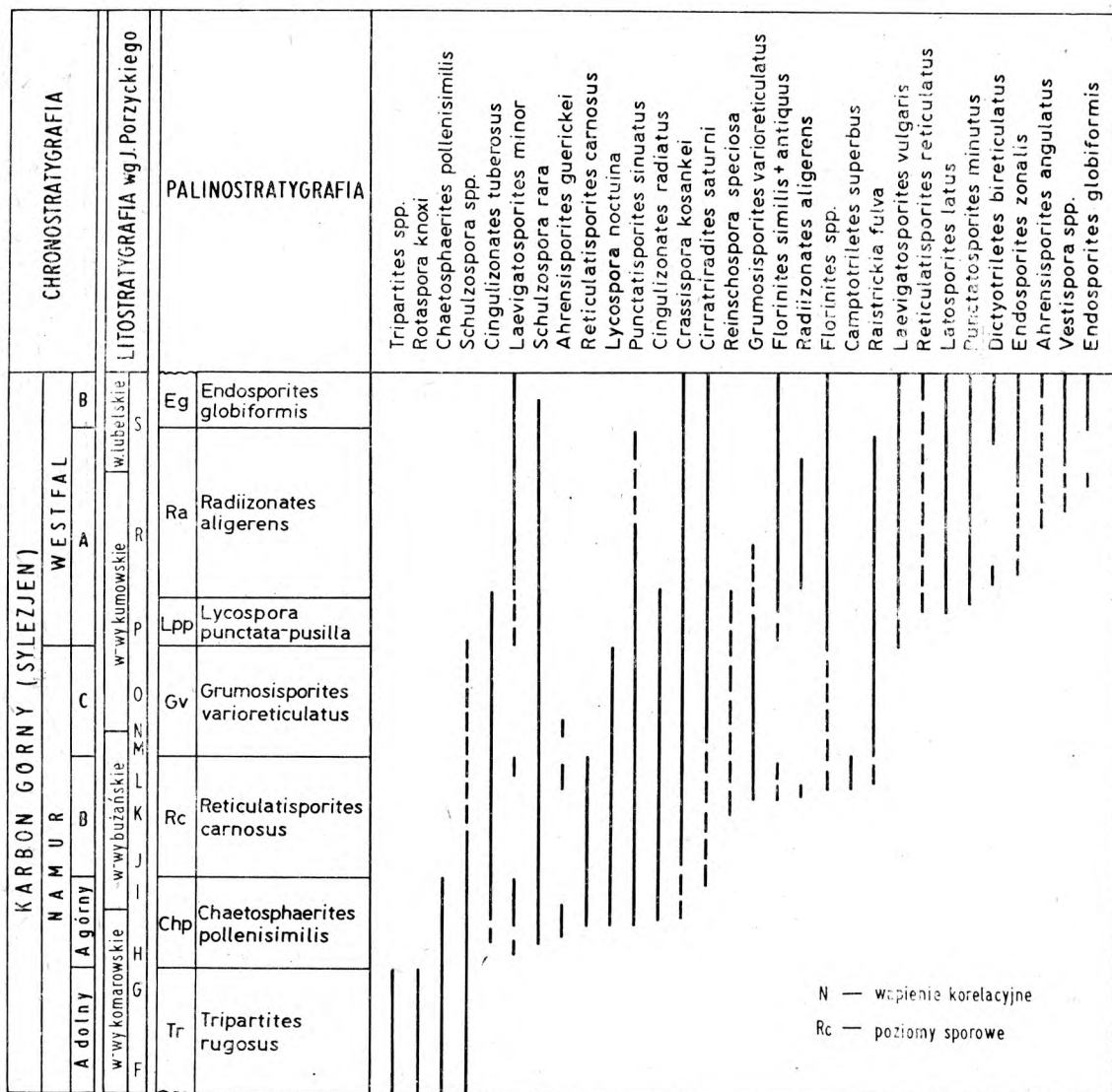
Ryc. 1



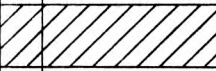








Ryc. 7

KARBON GÓRNY (SYLZJEN)				CHRONOSTRATYGRAFIA		
NAMUR				Europa Zachodnia (Clayton et al .,1977)		
WESTFAL				Fauna	Spory	
A	B	D.Similis Pulchra	NJ	Eg	Endosporites globiformis	
		Modiolaris				
		Communis	RA	Ra	Radiizonates aligerens	
	C	G ₂ Lenisulcata	SS	Lpp	Lycospora punctata-pusilla	
		G ₁	FR	Gv	Grumosisorites varioreticulatus	
	B	R ₂	KV	Rc	Reticulatisporites carnosus	
		R ₁				
	A	H ₂	SO			
		H ₁				
		E ₂	Chp		Chaetosphaerites pollenisimilis	
			TK	Tr	Tripartites rugosus	
		E ₁	NC			
					Densosporites spp. Lycospora spp. Schulzospora spp. Tripartites spp. Chaetosphaerites pollenisimilis Rotaspora spp. Triquitrites spp. Bellisporites spp. Punctatisporites sinuatus Crassispora kosankei Florinites spp. Cirratiradites saturni Kraeuselisporites ornatus Lycospora subtriquetra Laevigatosporites spp. Grumosisorites varioreticulatus Raistrickia fulva Reticulatisporites reticulatus Dictyotrites bireticulatus Vestispora spp. Radiizonates aligerens Punctatisporites spp. Westphalensisporites irregularis	
					— Europa Zachodnia — LZW	

Ryc. 8

warstw kumowskich oraz najniższej części warstw lubelskich, praktycznie po wapień wskaźnikowy S.

Poziom Endosporites globiformis Eg /westfal B/ charakteryzuje się licznym występowaniem rodzaju *Vestispora* z kilkoma gatunkami /*V. tortuosa*, *V. cancellata*, *V. pseudoreticulata*, *V. costata*/, regularnym występowaniem *Endosporites globiformis* i *Dictyotriletes bireticulatus*, wzrostem udziałów ilościowych rodzajów *Laevigatosporites*, *Florinites*, *Calamospora* i innych charakterystycznych dla westfalu. Odpowiednik najniższej części tego poziomu zidentyfikowano w rejonie Grabowca tylko w otworze Grabowiec IG 2 /ryc. 3/. Zidentyfikowany odcinek odpowiada wyższej części warstw lubelskich powyżej wskaźnikowego wapienia S.

Porównanie podziału palinostratygraficznego karbonu rejonu Grabowca w LZW z podziałem palinologicznym karbonu w Europie zachodniej

Podział palinostratygraficzny karbonu w LZW wraz z modyfikacjami wprowadzonymi obecnie, dzięki badaniom sporowym wykonanym w rejonie Grabowca jest porównywalny zarówno z podziałami regionalnymi karbonu stosowanymi w innych zagłębiach węglowych Polski i Europy /R. Coquel 1976; R. Coquel, J. Doubinger, S. Loboziak 1976; H. Grebe 1972; A. Jachowicz 1966, 1972; S. Loboziak 1971, 1974; S. Loboziak, R. Coquel, A. Jachowicz 1976; B. Owens, S. Loboziak, V. K. Teteriuk 1978; A. H. Smith, M. A. Butterworth 1967/, jak i zunifikowanym podziałem karbonu w Europie zachodniej, zaproponowanym przez CIMP /G. Clayton, R. Coquel, J. Doubinger, K. J. Gueinn, S. Loboziak, B. Owens, M. Streel 1977/. Ponieważ ten ostatni podział odniesiony jest do podziałów biostratygraficznych karbonu opartych na kilku innych metodach /flora, fauna/ oraz do podziałów litostratygraficznego i chronostratygraficznego, daje to podstawę do określenia wieku porównywalnych zon sporowych.

Dla dokonania takiego porównania zestawiono zasięgi ważnych stratygraficznie gatunków miospor przewodnich dla karbonu Europy zachodniej /wg G. Clayton i inni 1977/ oraz

zasięgi tych samych gatunków w karbonie rejonu Grabowca w LZW /ryc. 8/.

W profilu karbonu Grabowca poziomowi Tripartites rugosus /Tr/ odpowiada zona sporowa Stenozonotriletes triangulus-Rotaspora knoxi /TK/ Europy zachodniej, reprezentująca dolną, większą część piętra goniatytowego E_2 , odpowiednika dolnego namuru A. Poziom sporowy Chaetosphaerites pollenisimilis /Chp/, stanowiący odpowiednik górnego namuru A, odpowiada prawdopodobnie tylko dolnej części zony sporowej Lycospora subtriquetra-Kraeuselisporites ornatus /SO/ - odpowiednika górnej części E_2 i prawdopodobnie tylko najniższej części H_1 . Porównanie rozwoju mikroflory sugeruje, że istnieje w karbonie lubelskim luka stratygraficzna wyrażająca się brakiem odpowiedników górnej części zony sporowej SO, a więc większej części piętra goniatytowego H_1 i całego H_2 . Potwierdza to także występowanie strefy zubożenia gatunkowego na granicy poziomów sporowych Chp i Rc i szybkie pojawianie się gatunków nowych w najniższej części poziomu Rc.

Poziom sporowy Reticulatisporites carnosus /Rc/ reprezentujący utwory namuru B /piętra goniatytowe R_1 i R_2 / odpowiada zonie sporowej Crassispora kosankei-Grumosisorites varioreticulatus /KV/ oraz dolnej części zony Raistrickia fulva-Reticulatisporites reticulatus /FR/. Poziom sporowy Grumosisorites varioreticulatus /Gv/, reprezentujący utwory namuru C /piętro goniatytowe G_1 /, odpowiada wyższej części zony sporowej Raistrickia fulva-Reticulatisporites reticulatus /FR/ w Europie zachodniej.

Pierwszy westfalski poziom sporowy Lycospora punctatopusilla /Lpp/ odpowiada zonie sporowej Cirratriradites saturni-Triquitrites sinani /SS/ oraz najniższej części zony Radiizonates aligerens /RA/, które stanowią odpowiednik dolnego westfalu A po górną granicę zony Lenisulcata. Wyższy westfal A reprezentowany jest w LZW przez poziom sporowy Radiizonates aligerens /Ra/, korelujący się zoną sporową Radiizonates aligerens /RA/, bez jej najniższej części. W podziale faunistycznym odpowiada on zonie Communis i dolnej części Modiolaris.

Wydzielony powyżej poziom sporowy *Endosporites globiformis* /Eg/ odpowiada zonie sporowej *Microreticulatisporites nobilis-Florinites junior* /NJ/, reprezentującej górną część zony *Modiolaris* i dolną *Similis-Pulchra*, odpowiedników westfalu B.

Dokonana korelacja zon sporowych LZW i Europy zachodniej, która pozwala równocześnie na określenie wieku poszczególnych poziomów sporowych, znajduje potwierdzenie przy porównaniu wieku utworów karbonu LZW, określonego na podstawie badań sporowych z podziałami biostratygraficznymi, dokonanymi w LZW na podstawie innych metod biostratygraficznych /flora, fauna/. Wstępne porównanie tego typu zostało już dokonane /H. Kmiecik, T. Migier, Z. Musiał, J. Soboń-Podgórska, M. Tabor 1982/. Po obecnym uzupełnieniu i zmodyfikowaniu podziału palinostratygraficznego karbonu w LZW możliwe będzie dokonanie w przyszłości szczegółowej korelacji biostratygraficznej profilu karbonu LZW.

Wykonane badania palinostratygraficzne w rejonie Grabowca pozwalają uznać profil namuru górnego w tym rejonie za wzorcowy dla całego zagłębia. Przy dużej zmienności w rozwoju tych ogniw karbonu na obszarze zagłębia istotne znaczenie posiada możliwość odwoływania się do profilu wzorcowego.

Literatura

- Bojkowski K., Buła Z., Porzycki J. 1983: Principles of lithostratigraphy of the coal-bearing Carboniferous deposits in the Polish coal basins. In: Geological problems of coal basins in Poland. Geological Institute, Warsaw.
- Clayton G., Coquel R., Doubinger J., Gueinn K. J., Loboziak S., Owens B., Streel M. 1977: Carboniferous spores of western Europe: illustration and zonation. Meded. Rijks. Geol. Dienst., 29.
- Coquel R. 1976: Etude palynologique de la série houillère dans l'Unité de Production de Valenciennes du Basin Houiller du Nord de la France. Palaeontographica, Abt. B, 156, Lfg. 1-3. Stuttgart.

- Coquel R., Doubinger J., Loboziak S., 1976: Les microspores-guides du Westphalien à l'Autunien d'Europe occidentale. *Rev. de Micropaléontol.*, 18. Paris.
- Grebe H. 1972: Die Verbreitung der Mikrosporen im Ruhrkarbons von den Bochumer Schichten bis zu den Dorstener Schichten /Westfal A - C/. *Palaeontographica*, Abt. B., 140, Lfg. 1-3, Stuttgart.
- Jachowicz A. 1966: Charakterystyka mikroflorystyczna osadów karbonu lubelskiego. *Pr. Inst. Geol.*, 44, Warszawa.
- Jachowicz A. 1972: Charakterystyka mikroflorystyczna i stratygrafia osadów karbonu Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. *Pr. Inst. Geol.*, 61, Warszawa.
- Kmiecik H. 1978: Stratygrafia sporowa karbonu środkowo-wschodniej Polski. *Ann. Soc. Géol. Pol.*, v. 48, z. 3/4. Kraków.
- Kmiecik H. 1979: Stratygrafia sporowa karbonu północno-zachodniej części rowu lubelskiego. In: *Stratygrafia węglonośnej formacji karbońskiej w Polsce. II Sympozjum*, Sosnowiec, 1977. Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa.
- Kmiecik H. 1983: Carboniferous Palynostratigraphy of the Lublin coal basin. In: *Geological problems of coal basins in Poland*. Geological Institute, Warsaw.
- Kmiecik H., Migier T. 1979: Fito- i palynostratygrafia karbonu okolic Warszawy. *Kwart. Geol.*, t. 23, nr. 4. Warszawa.
- Kmiecik H., Migier T., Musiał Ł., Soboń-Podgórska J., Tabor M. 1981: Kryteria i podział biostratygraficzny karbonu Lubelskiego Zagłębia Węglowego. *Kwart. Geol.* t. 25, z. 4. Warszawa.
- Loboziak S. 1971: Les micro- et mégaspores de la partie occidentale du Bassin Houiller du Nord de la France. *Palaeontographica*, Abt. B., 132, Lfg. 1-4, Stuttgart.
- Loboziak S. 1974: Considérations palynologiques sur le Westphalien d'Europe occidentale. *Rev. Paleobot. Palynol.*, 18.
- Loboziak S., Coquel R., Jachowicz A. 1976: Stratigraphie du Westphalien d'Europe occidentale et de Polonge à la lumière des études palynologiques /microspores/. *Ann. Soc. Géol. Nord*, XCVI, Lille.

- Porzycki J. 1970: Lubelskie Zagłębie Węglowe. Przewodnik XLIII Zjazdu PTG w Lublinie. Lublin.
- Porzycki J. 1976: Budowa geologiczna Centralnego Okręgu Węglowego w Lubelskim Zagłębiu Węglowym. Prz. Geol. 7.
- Porzycki J. 1979: Litostratygrafia osadów karbonu Lubelskiego Zagłębia Węglowego. W: Stratygrafia węglonośnej formacji karbońskiej w Polsce. II Sympozjum, Sosnowiec 1977. Wyd. Geol. Warszawa.
- Smith A. H. V., Butterworth M. A. 1967: Miospores in the coal seams of the Carboniferous of Great Britain. Sp. Pap. Paleontology, 1, London.
- Zasady polskiej klasyfikacji, terminologii i nomenklatury stratygraficznej 1975: Instrukcje i metody badań geologicznych, z. 33, Instytut Geologiczny, Wyd. Geol. Warszawa.

Spis rycin

- Ryc. 1. Lokalizacja rejonu badań.
- Ryc. 2. Palinostratygrafia karbonu w otworze Grabowiec IG 1; 1 - piaskowce, 2 - mułowce, iłowce, 3 - wapienie, 4 - pokłady węgla, 5 - iłowce węgliste, 6 - miejsce pobrania próbki do badań miosporowych, 7 - stwierdzone występowanie gatunków miospor, 8 - symbole wapieni korelacyjnych, 9 - symbole poziomów sporowych.
- Ryc. 3. Palinostratygrafia karbonu w otworze Grabowiec IG 2. Objaśnienia przy ryc. 2.
- Ryc. 4. Palinostratygrafia karbonu w otworze Grabowiec IG 3. Objaśnienia przy ryc. 2.
- Ryc. 5. Palinostratygrafia karbonu w otworze Grabowiec IG 4. Objaśnienia przy ryc. 2.
- Ryc. 6. Korelacja poziomów sporowych w badanych otworach wiercniczych. Objaśnienia przy ryc. 2.
- Ryc. 7. Zasięgi wybranych przewodnich i charakterystycznych gatunków miospor w profilu karbonu rejonu Grabowca.
- Ryc. 8. Porównanie zasięgów ważnych dla datowania sporowego gatunków miospor w karbonie Europy zachodniej i Lubelskiego Zagłębia Węglowego.

Wacław Marian K o w a l s k i

CHARAKTERYSTYKA PIASKOWCÓW WARSTW LUBELSKICH LUBELSKIEGO ZAGŁĘBIA WĘGLOWEGO

Wstęp

Praca zamyka cykl badań autora, dotyczących skał klastycznych warstw lubelskich Lubelskiego Zagłębia Węglowego. Autor badał piaskowce tych warstw /W. M. Kowalski 1981 a, d, 1983 a, b, c, d, e, 1984 b, d, w druku 3, W. M. Kowalski i inni, 1980, 1981/ w ramach kompleksowego opracowania utworów niewęglowych tych warstw, jak aleuryty /W. M. Kowalski 1981 c, 1984 a, c, w druku 2/ oraz ilowce pelitowe i aleuropelitowe /W. Furmanek, W. M. Kowalski, E. Wisniewska 1984 a, b/.

Przyjęto podział stratygraficzny karbonu według J. Porzyckiego 1980, jednak dla celów analizy litologicznej wydzielono w profilu warstw lubelskich trzy odcinki /W. M. Kowalski 1981 d, ryc. 1/, które różnią się nasileniem przejawów wulkanizmu /udziałem wysokotemperaturowych skałeni/. Dolny odcinek, zawarty między spągami utworów westfalskich a pokładem węgla kamiennego 391, cechuje się małym nasileniem przejawów wulkanizmu, środkowy odcinek, zawarty między pokładami 391 a 379, cechuje się dużym udziałem skałeni wulkanogenicznych, a górny odcinek, powyżej pokładu 379, charakteryzuje się małym nasileniem przejawów wulkanizmu.

Przebadano próbki z otworów wiertniczych Lublin 104, Lublin 126 i Chełm 8, gdzie opróbowano piaskowce całego profilu warstw lubelskich, oraz z otworów Lublin 111 i Kolechowice 36, gdzie opróbowano tylko dolny odcinek tych warstw. Próbki z Szybu I Kopalni Pilotująco-Wydobyczej "Bogdanka" reprezentują tylko środkowy odcinek warstw lubelskich. Z załączonego szkicu /ryc. 2/ wynika, że otwory wiertnicze, w których nastąpiło opróbowanie zlokalizowane są w centralnej części Lubelskiego Zagłębia Węglowego, jedynie szyb I umie-

szczony jest w zachodniej części LZW w sąsiedztwie struktury kocka. Rozmieszczenie opróbowanych otworów wzdłuż linii o przybliżonym kierunku NW-SE w strefie osiowej Lubelskiego Zagłębia Węglowego daje możliwość uchwycenia zmienności /w tym kierunku/ składu mineralnego piaskowców warstw lubelskich, a także horyzontalnej zmienności nasilenia przejawów magmatyzmu powierzchniowego.

Zmienność ta polega na zmniejszaniu się intensywności przejawów wulkanizmu w kierunku północno-zachodnim, co prześledzono na odcinku pomiędzy otworami wiertniczymi Chełm-8 i Lublin 126. Nasilenie przejawów wulkanizmu w rejonie otworów wiertniczych Chełm 8 i Lublin 104 wiąże się z lokalizacją w rejonie na południe lub w kierunku południowo-wschodnim od Chełma jednego z centrów wulkanicznych.

Piaskowce warstw lubelskich stanowią w poszczególnych otworach od 9,6 do 22,3 % profilu geologicznego tych warstw /ryc. 3/. Rozpatrując jedynie otwory Lublin 126, Lublin 104 i Chełm 8, gdzie opróbowano wszystkie przewarstwienia piaskowców profilu, można stwierdzić, że łączny udział piaskowców /22,3 %/ jest największy w otworze Lublin 104 w południowej części Lubelskiego Zagłębia Węglowego, zaś najmniejszy /13,8% w otworze Lublin 126 w północnej części Centralnego Rejonu Węglowego. Dane z pozostałych otworów dotyczą tylko odcinków profilu i nie mogą służyć do formułowania uogólnień dotyczących całości tych warstw. Udział towarzyszących piaskowcom aleurytów spada wraz ze wzrostem ilowców pelitowych i aleuropelitowych /ryc. 3/. Z analizy profili litologicznych badanych otworów wiertniczych wynika, że ilość wkładek piaskowców wzrasta w nich w kierunku południowo-wschodnim. W otworze Lublin 126 /ryc. 1, 2/ stwierdzono 21 wkładek, w otworze Lublin 104 - 24 wkładki, a w położonym najdalej ku SE otworze Chełm 8 - 38 wkładek piaskowca.

Uziarnienie piaskowca

Uziarnienie piaskowców warstw lubelskich wykazuje zróżnicowanie wertykalne i dlatego najlepiej je rozpatrywać w rozbiciu na trzy odcinki tych warstw. Zróżnicowanie to wiąże się z różnym udziałem piaskowców w poszczególnych odcin-

kach profilu /ryc. 4/. Najwyższy udział piaskowców zaznacza się w odcinku środkowym /18 - 33 %/, pośredni jest w dolnym /5 - 25 %/, a najniższy w górnym /5 - 15 %/. Wraz ze wzrostem udziału piaskowców spada udział piaskowców bardzo drobno ziarnistych. Podczas gdy w środkowym odcinku warstw lubelskich piaskowce drobnoziarniste stanowią 29 % piaskowców, w dolnym 40 %, to w górnym, gdzie udział piaskowców jest najmniejszy, piaskowce bardzo drobnoziarniste stanowią już 50 % składu tych skał.

Środkowy odcinek cechuje się stosunkowo małym zróżnicowaniem struktur piaskowców /29 % piaskowców średnioziarnistych, 42 % drobnoziarnistych i 29 % bardzo drobnoziarnistych/, co wskazuje na typowe warunki sedymentacji prądowej. Dolny odcinek cechuje duża zmienność strukturalna piaskowców /40 % bardzo drobnoziarnistych, 23 % drobnoziarnistych, 33 % średnioziarnistych i 4 % gruboziarnistych/. Wynika stąd, że w dolnym odcinku warstw lubelskich współwystępują piaskowce o bardzo zmiennym uziarnieniu, co wywołane jest naprzemianną ingerencją ingresji morskich /większe wartości mediany średnie M_d i brak frakcji najdrobniejszej dla piaskowców pochodzenia plażowego/ i sedymentacji w środowisku wód o małym spadku, głównie w dolnym biegu rzek. W górnym odcinku profilu wysoki udział piaskowców bardzo drobnoziarnistych i mały udział grubszych frakcji ziarnowych w budowie tych skał wskazują na przewagę sedymentacji rzek o małych spadkach /50 % piaskowców bardzo drobnoziarnistych, 25 % średnioziarnistych i 25 % drobnoziarnistych/ w warunkach penepłeny.

Skład mineralny piaskowców

Głównym składnikiem mineralnym badanych skał jest detrytyczny kwarc, który tworzy ziarna o różnym stopniu obtoczenia. Cechy optyczne wskazują na pochodzenie z masywów granitoidów lub z niszczonych, genetycznie starszych piaskowców. Jedynie kilka procent ziarn kwarcu jest pochodzenia metamorficznego, obserwuje się też zmienność udziału kwarcu epigenetycznego /autigenicznego/. Powstawaniu epigenetycznego kwarcu towarzyszy wypieranie spoiwa ilastego /W. M. Kowal-

ski 1983 a/. Kwarc tworzy w piaskowcach ziarna ustalone, natomiast w wakach wolne i nieustalone.

Udział niskotemperaturowych skałeni /ortoklaz, mikroklina, niskotemperaturowy albit i oligoklaz/ nie jest duży, co wskazuje na długi transport wodny w warunkach penepłeny. Wysokotemperaturowe skałenie zostały stwierdzone na podstawie charakterystycznego przekroju z tendencją do zachowania form idiomorficznych i małego kąta $2V / - /$. W strefach koncentracji sanidynu, wysokotemperaturowego albitu i oligoklazu w obrębie piaskowców wzrasta udział pirogenicznego kwarcu i biotyty, a także pojawia się obfite spoiwo ilaste. Można wydzielić lokalnie /ryc. 1/ wyraźne poziomy koncentracji tych skałeni o znaczeniu korelacyjnym.

Łyszczyki reprezentowane są przez częściowo odbarwiony biotyt i muskowit. Odbarwienie biotyty jest najbardziej zaawansowane w górnym odcinku profilu warstw lubelskich. Jak wynika z badań optycznych pierwotnie biotyt przeważał nad muskowitem. Głównymi minerałami ilastymi są kaolinit i illit, przy czym udział illitu jest na ogół niższy od udziału kaolinitu. Badania rentgenograficzne i termiczne wykazały, że kaolinit cechuje się słabym uporządkowaniem struktury sieciowej. Dość pospolity jest chloryt. Minerały węglanowe spoiwa to syderyt, ankeryt i dolomit, zwykle w paragenezie z kalcytem.

Klasyfikacja petrograficzna piaskowców

Przy klasyfikowaniu piaskowców oparto się na schemacie klasyfikacyjnym F. J. Pettijohna i inni 1972 /ryc. 5/ zmodyfikowanym przez M. Niecia, R. Unruga. Stwierdzono zarówno obecność piaskowców sensu stricto /arenitów/, jak też wak /piaskowców o wyższym od 15 % udziale spoiwa ilasto-detrytycznego/. W obrębie piaskowców sensu stricto przeważają piaskowce kwarcowe, występują też subarkozy i piaskowce subliityczne. W obrębie wak główną rolę odgrywają waki kwarcowe lub waki skałeniowe, mniejszy jest udział wak litycznych. Pola składu mineralnego piaskowców na trójkątach klasyfika-

cyjnych określono osobno dla każdego z wydzielonych odcinków warstw lubelskich.

Zmienność cech litogenetycznych piaskowców w profilu pionowym

W celu scharakteryzowania zmienności składu mineralnego piaskowców warstw lubelskich w profilu pionowym składu mineralnego tych skał rozpatrywano dla poszczególnych odcinków profilu litologicznego /ryc. 5/. W obrębie piaskowców sensu stricto /arenitów/ o udziale spoiwa ilasto-detrytycznego poniżej 15 % występują w dolnym odcinku warstw lubelskich prawie wyłącznie piaskowce kwarcowe, w środkowym wzrasta nieco udział subarkoz, a w górnym piaskowców sublitycznych. Niemniej jednak skład mineralny arenitów jest w całym profilu stosunkowo monotony. W obrębie wak o udziale spoiwa ilasto-detrytycznego powyżej 15 % w dolnym odcinku obok przevažających wak kwarcowych występują sporadyczne próbki o podwyższonym udziale głównie wysokotemperaturowych, wulkanogenicznych skał, co powoduje powstanie wąskiego pola w przedziale wak skałeniowych na trójkącie klasyfikacyjnym wak. W środkowym odcinku nasileniu przejawów wulkanizmu towarzyszy silne poszerzenie się pola udziału wak skałeniowych i litycznych. Porównanie pól składu mineralnego piaskowców sensu stricto i wak /ryc. 5/ wskazuje jednoznacznie, że nasileniu zjawisk wulkanicznych poza wzrostem udziału wysokotemperaturowych skał towarzyszyło doprowadzenie popiołu wulkanicznego, który przeszedł z czasem w minerały ilaste, będące składnikami spoiwa. W górnym odcinku profilu warstw lubelskich pole składu mineralnego wak zmniejsza się kilkakrotnie, co jest wywołane osłabieniem przejawów wulkanizmu.

Badania wykazały, że wraz ze wzrostem udziału piaskowców w środkowym odcinku warstw lubelskich /ryc. 4/ wzrasta udział piaskowców sensu stricto /arenitów/ w obrębie sumy piaskowców /ryc. 6/, spada zaś udział wak /ryc. 7/. Spadkowi udziału wak w środkowym odcinku towarzyszy poszerzenie się pola składu mineralnego wak na trójkącie klasyfikacyjnym /ryc. 5/ dzięki wyraźnemu wzrostowi w nich udziału skał wulkanogenicz-

nych. Wskazuje to, że powstanie głównie wulkanogenicznych wak skaleniowych w środkowym odcinku warstw lubelskich przeciwdziała ogólnej tendencji do zaniku wak w tym odcinku /ryc. 7/. Podczas gdy w dolnym odcinku warstw lubelskich przeciętny udział wak wynosi 66 %, to w środkowym spada on do 51 % sumy piaskowców, by w górnym wzrosnąć do 56 %. Spadek udziału wak w środkowym odcinku warstw lubelskich zaznacza się najsilniej tam, gdzie doprowadzenie materiału wulkanogenicznego było stosunkowo najmniejsze /ryc. 7, otwór 126/. Intensywne doprowadzenie materiału wulkanogenicznego, obserwowane w obrębie piaskowców środkowego odcinka w otworze Chełm 8 powoduje wzrost udziału wak w tym otworze znacznie powyżej średniej dla środkowego odcinka, a nawet wyższego od udziału wak w omawianym profilu w dolnym i górnym odcinku warstw lubelskich.

W dolnym odcinku warstw lubelskich, gdzie przejawy wulkanizmu zaznaczają się słabo, waki kwarcowe /60 % sumy wak/ przeważają nad wakami skaleniowymi /20 %/ i wakami litycznymi /20 %/. W środkowym odcinku profilu, gdzie wulkanizm bardzo się nasila, przeważają waki skaleniowe /59 % sumy wak/ nad wakami litycznymi /32 %/ i kwarcowymi /9 %/. W górnym odcinku profilu udział wak skaleniowych spada do 22 %, zaś waki kwarcowe wzrasta do 78 %, co wiąże się z wyraźnym spadkiem nasilenia wulkanizmu.

Zmienność udziału poszczególnych odmian piaskowców w kierunku północno-zachodnim dla wydzielonych odcinków profilu warstw lubelskich

Na podstawie przeprowadzonych badań piaskowców z opróbowanych otworów wiertniczych wykonano dla każdego otworu zestawienia udziału wydzielonych odmian litologicznych piaskowców w poszczególnych odcinkach profilu warstw lubelskich. Udział ten wyliczono zarówno w stosunku do sumy piaskowców, jak też w stosunku do sumy piaskowców sensu stricto /arenitów/ dla poszczególnych odmian arenitów i w stosunku do sumy wak dla poszczególnych odmian wak. Pozwala to na dokona-

nia próby przeanalizowania prawidłowości w rozmieszczeniu tych odmian w badanym obszarze.

Udział piaskowców kwarcowych w obrębie sumy piaskowców w dolnym odcinku warstw lubelskich wyraźnie spada w kierunku południowo-wschodnim; zaczynając od otworu K-36 /ryc. 8/, a kończąc na otworze /L-104, gdzie brak ich całkowicie. W otworze Chełm 8 udział ich znów zaczyna wzrastać. Tam, gdzie piaskowce te występują, zdecydowanie przeważają w obrębie sumy arenitów /ryc. 8/.

W środkowym odcinku warstw lubelskich udział piaskowców kwarcowych w sumie piaskowców jest wyższy, wyższy jest też ich udział w sumie arenitów. Zatem podwyższona w środkowym odcinku warstw lubelskich działalność wulkaniczna nie znajduje odbicia we wzroście udziału skałeni wysokotemperaturowych w obrębie arenitów. Najwyraźniej obserwuje się to w otworze L-104, gdzie wysokiej aktywności wulkanicznej towarzyszy całkowity zanik arenitów w profilu warstw lubelskich, nie dochodzi zaś do pojawienia się subarkoz.

W górnym odcinku warstw lubelskich udział arenitów jest zbliżony do udziału w dolnym odcinku, to jest znacznie niższy niż w środkowym /ryc. 6/. Udział piaskowców kwarcowych w sumie piaskowców jest tu najniższy w profilu, natomiast ich udział w sumie arenitów wzrasta od 33,3 % w otworze L-126 do 100 % w otworze Chełm 8 /ryc. 8/.

Udział wak kwarcowych /ryc. 9/ w sumie piaskowców dolnego odcinka warstw lubelskich wyraźnie wzrasta w kierunku południowo-wschodnim, zaczynając od otworu K-36, a kończąc na otworze L-104, a więc jest odwrotnie proporcjonalny do udziału arenitów kwarcowych. W otworze Chełm 8 udział wak kwarcowych nieznacznie spada w stosunku do sumy piaskowców, jednak dalej wzrasta ich udział w obrębie wak.

Udział wak kwarcowych w sumie piaskowców środkowego odcinka warstw lubelskich /ryc. 9/ jest zdecydowanie niższy i to zarówno w sumie piaskowców, jak też w sumie wak. Obserwuje się tu je tylko w otworze Chełm-8 i w otworze S-1 /szyb I Kopalni Pilotująco-Wydobywczej w Bogdanie/. W górnym odcinku warstw lubelskich udział wak kwarcowych w stosunku do sumy piaskowców, jak też sumy wak spada w kierunku południowo-wscho-

dnim, zatem tendencja jest tu odwrotna do panującej w dolnym odcinku.

W dolnym odcinku warstw lubelskich brak jest subarkoz. W środkowym odcinku stwierdzono je tylko w otworze L-126, gdzie udział ich nie przekracza 12,5 % sumy piaskowców i w szybie S₁ Kopalni Pilotująco-Wydobywczej "Bogdanka" /20 %/. W górnym odcinku warstw lubelskich subarkozy znaleziono tylko w otworze L-126. Rola subarkoz w profilu warstw lubelskich jest nieznaczna /ryc. 10/. Udział wulkanogenicznych wak skaleniowych w dolnym odcinku warstw lubelskich stwierdzono tylko w południowo-wschodniej części obszaru badań w otworach L-104 i Chełm 8, gdzie nie przekracza on 18 % sumy piaskowców i 20 % sumy wak. W środkowym odcinku udział ten jest wyraźnie wyższy i wzrasta w kierunku południowo-wschodnim od 12,5 % w otworze L-126 do 56 % w otworze L-104 i 31,2 % w otworze Chełm 8. W górnym odcinku profilu porównywalne ilości wak skaleniowych znaleziono tylko w otworach L-104 i Chełm 8.

Udział piaskowców sublitycznych /ryc. 11/ został stwierdzony w dolnym odcinku warstw lubelskich tylko w otworach K-36 i Chełm 8. Jest on tam niewielki, rzędu od 7 do 20 % sumy piaskowców i 20-25 % sumy piaskowców /sensu stricto /arenitów/. W środkowym odcinku warstw lubelskich stwierdzono je tylko w otworze L-104, a w górnym w otworze L-126.

Udział wak litycznych /ryc. 11/ w dolnym odcinku warstw lubelskich jest wysoki w profilu otworu L-126 /50 % sumy piaskowców/ i spada w kierunku SE w otworze Chełm 8 do 10 %, czyli tendencja jest tu odwrotna niż w przypadku wak kwarcowych /ryc. 9/ czy skaleniowych /ryc. 10/. W środkowym odcinku udział wak litycznych jest znikomy /ryc. 11/, natomiast w górnym odcinku brak ich całkowicie.

Charakterystyka sedymentologiczna

Analiza sedymentologiczna piaskowców przeprowadzona została metodą planimetryczną w płytkach cienkich pod mikroskopem. Z krzywych kumulacyjnych składu ziarnowego wyznaczono wartości percentyli, które posłużyły do obliczenia parametrów rozkładu wielkości ziarna metodą graficzną /R. Gradziński i

in.1976/. Wyliczono parametry GSS, GSO, GSK, S_A i Sk_A . Wartości tych parametrów dla wybranych próbek ilustruje tab. 1. Korzystając z zależności pomiędzy wartością parametru GSO a stopniem wysortowania /R. Gradziński i in. 1976/ określono wysortowanie ziarn klastycznych piaskowców warstw lubelskich /tab. 1/. Z przeprowadzonej analizy wynika, że w środkowym odcinku warstw lubelskich wysortowanie ziarn klastycznych jest gorsze niż w dolnym i górnym. Wywołane jest to brakiem udziału w tym odcinku stosunkowo dobrze wysortowanych piaskowców pochodzenia plażowego i wysokim udziałem słabo wysortowanych piaskowców pochodzenia rzecznego. W górnym odcinku brak jest piaskowców dobrze wysortowanych, ale wzrasta udział piaskowców umiarkowanie dobrze wysortowanych, przy spadku udziału piaskowców umiarkowanie wysortowanych.

W wielu publikacjach /W. M. Kowalski 1981 a, 1983 d, 1984 b, c, d/ przeanalizowano dla poszczególnych odcinków warstw lubelskich zależności między skośnością /GSK/ i średnią średnicą /GSS/ według G. M. Friedmana /1961/, między średnią średnicą i standardowym odchyleniem /GSO/ według R. J. Moiola, D. Weiser /1968/, między medianą średnic M_d a współczynnikiem wysortowania S_A według A. T. Bullera, J. McManusa /1972/ oraz między C i M_d według R. Passegi /1964/, co posłużyło do określenia środowiska sedymentacji piaskowców poszczególnych odcinków warstw lubelskich. Zależność GSS/GSO, służącą do określenia udziału utworów plażowych w profilu warstw lubelskich, zestawiono dla poszczególnych odcinków profilu /ryc. 12/.

Badania wykazały, że w dolnym odcinku warstw lubelskich niezależnie od dolnowestfalskiego poziomu morskiego /M. Tabor, Ł. Musiał 1970/ istnieją utwory plażowe, świadczące o ingresjach morskich. Utwory te nie wszędzie się zachowały, gdyż ulegały erozji. Rozmieszczenie przestrzenne utworów plażowych sugeruje, że ingresje morskie następowały z południa, gdzie w westfalu A znajdowały się zbiorniki morskie.

W środkowym i górnym odcinku warstw lubelskich /ryc. 1/ nie stwierdzono utworów plażowych. Badania potwierdzają tu sugestie T. Ratajczaka /1970, 1974/, który twierdził, że piaskowce powstały w warunkach transportu wodnego dla większości badanych przewarstwień piaskowców. Tekstury sedyment-

tacyjne i diagramy parametrów rozkładu wielkości ziarna wskazują, że są to głównie utwory rzeczne /ryc. 12/. Poza dolnym odcinkiem brak jest piaskowców gruboziarnistych /M_d 0,5 - 1,0 mm/. Są to na ogół osady rzeki meandrującej o niewielkim i stopniowo malejącym spadku i spokojnym reżimie hydrologicznym. Przypomina to warunki sedymentacji piaskowców warstw załęskich /W. M. Kowalski 1981 b/ i całości serii mułowcowej /M. Doktor, R. Gradziński 1982/ Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. Skład mineralny zwłaszcza w środkowym odcinku ulegał urozmaiceniu w związku z wybuchami wulkanów, zlokalizowanych na południe od Chełma i w rejonie Łęcznej /W. M. Kowalski 1981 a, d, 1983, c, 1984 c/. Dolny odcinek warstw lubelskich tworzy z punktu widzenia sedymentologicznego analogię do warstw jakłowieckich /W. M. Kowalski, K. Matl 1971/ czy gruszowskich /W. M. Kowalski 1978/, gdzie też stwierdzono poziomy piaskowców plażowych, korelujących się z poziomami morskimi namuru Rybnickiego Okręgu Węglowego. Inny skład granulometryczny reprezentują piaskowce górnośląskiej serii piaskowcowej /W. Gabzdyl 1969/, zaś inny skład mineralny /arkozy i piaskowce lityczne/ dolnokarbońskie i namurskie piaskowce niecki pomorskiej /M. Muszyński 1976/. Szeroko rozprzestrzenionym procesem epigenetycznym jest sylikifikacja /W. M. Kowalski 1983a/ młodsza od diagenetycznych procesów uwęglanowania. Badania wykazały, że wytrzymałość na ściskanie $R_{c_{wn}}$ wzrasta w piaskowcach warstw lubelskich wraz ze wzrostem udziału składników ziarnistych /głównie kwarcu/, a spada ze wzrostem udziału spoiwa ilastego.

Podsumowanie

1. Udział piaskowców w profilu warstw lubelskich wzrasta w kierunku południowo-wschodnim, przy czym najwyższy udział tych skał zaznacza się w odcinku środkowym, mniejszy jest w odcinku dolnym, a najniższy w górnym.
2. Wraz ze wzrostem udziału piaskowców wzrasta mediana ziarn klastycznych, a także udział piaskowców sensu stricto /arenitów/ w obrębie sumy piaskowców, spada zaś udział wak.

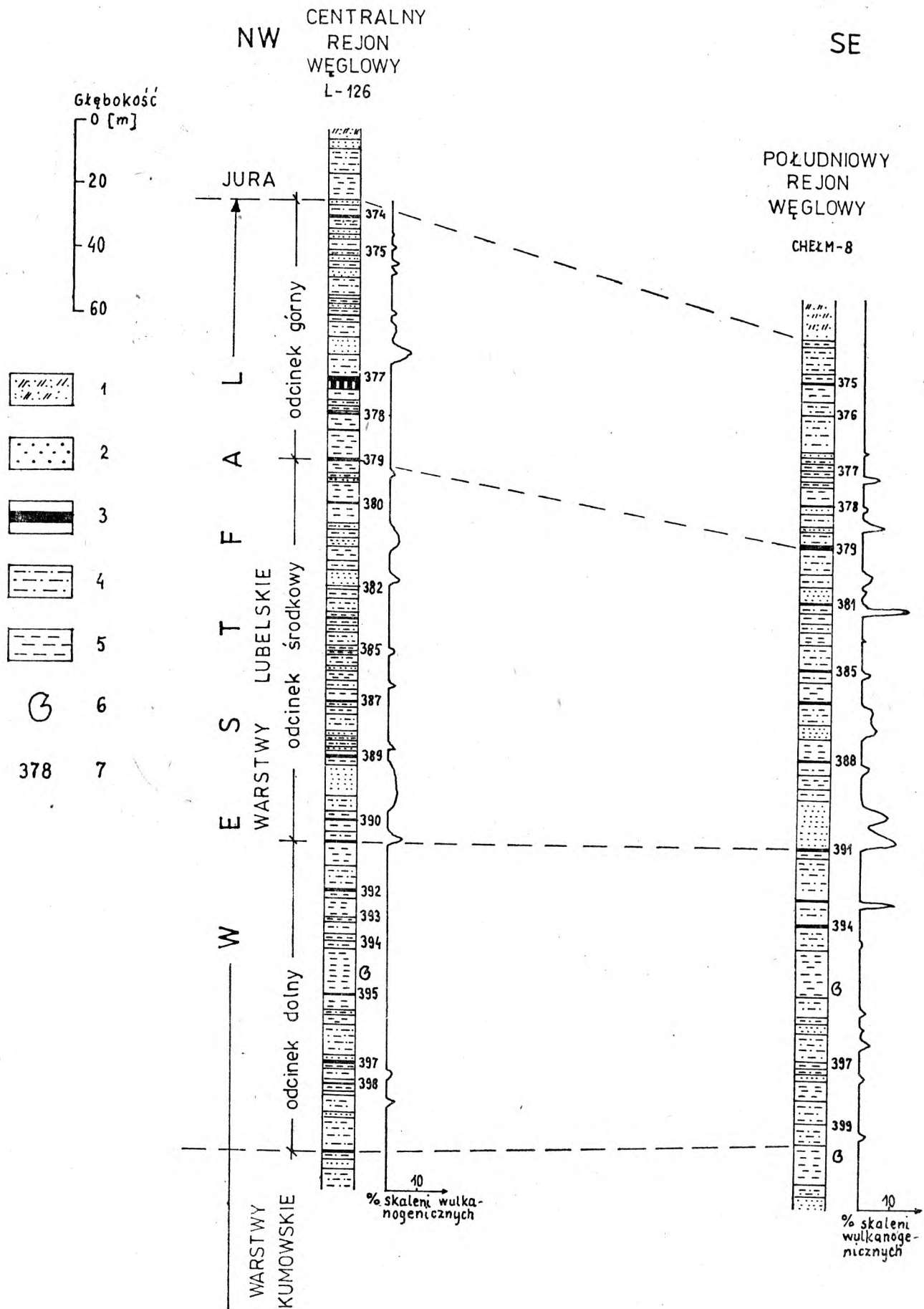
3. Powstanie głównie wulkanogenicznych wak skaleniowych w środkowym odcinku warstw lubelskich przeciwdziała ogólnej tendencji do zaniku wak w tym odcinku. Dlatego spadek udziału wak w środkowym odcinku warstw lubelskich zaznacza się najsilniej tam, gdzie doprowadzenie materiału wulkanogenicznego było stosunkowo najmniejsze.

4. Podwyższona aktywność wulkaniczna nie powoduje zmniejszenia się udziału piaskowców kwarcowych w obrębie sumy piaskowców. Nie prowadzi ona do powstania arkoz, lecz wak skaleniowych, co wskazuje, że wraz z wysokotemperaturowymi skaleniami doprowadzany był popiół wulkaniczny, który przeszedł z czasem w minerały ilaste, których wysoki udział jest charakterystyczny dla wak.

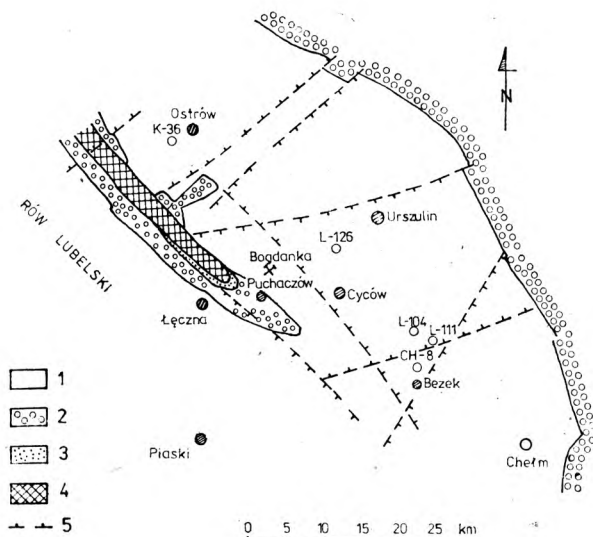
5. W dolnym odcinku warstw lubelskich niezależnie od dolnowestfalskiego poziomu morskiego istnieją utwory plażowe, świadczące o ingresjach morskich. Wyżej nie stwierdzono utworów plażowych. W pozostałych odcinkach warstw lubelskich utwory rzeczne zdecydowanie przeważają w obrębie piaskowców nad utworami eolicznymi i wód spokojnych.

Literatura

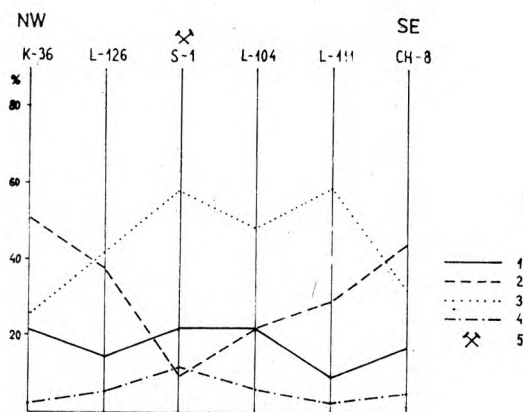
- Buller A. T., Mc Manus J. 1972: simple metric sedimentary statistic used to recognize different environments. *Sedimentology* 18.
- Doktor M., Gradziński R. 1982: Sedymentacja serii mułowcowej w basenie górnośląskim. *Geol. Form. Węglon. w Polsce*, V Sympozjum, Streszczenia referatów, Kraków.
- Friedman G. M. 1961: Distinction between dune, beach and river sand from their textural characteristics. *J. Sedim. Petrol.* 32.
- Furmanek W., Kowalski W. M., Wiśniewska E. 1984 a: Iłowce dolnego odcinka warstw lubelskich /westfal/ i stropu warstw kumowskich /namur/ z otworu wiertniczego Chełm 8 /Lubelskie Zagłębie Węglowe/. *Zesz. Nauk. AGH, Geologia*, t. 10, z. 2.



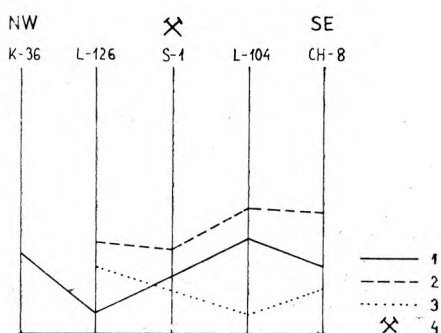
Ryc. 1



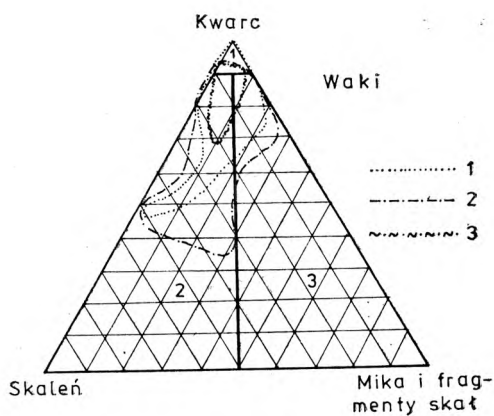
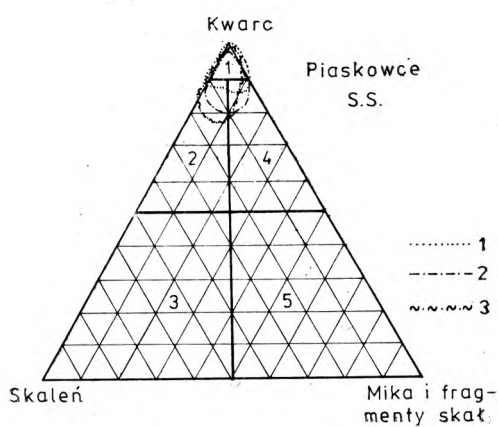
Ryc. 2



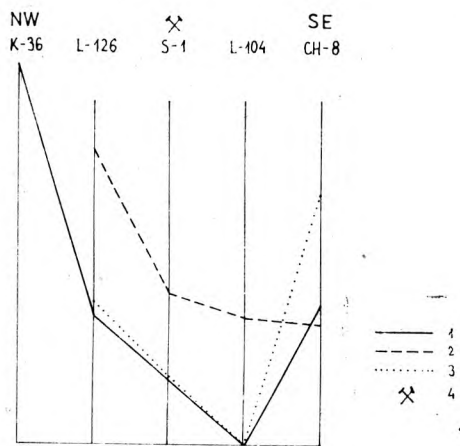
Ryc. 3



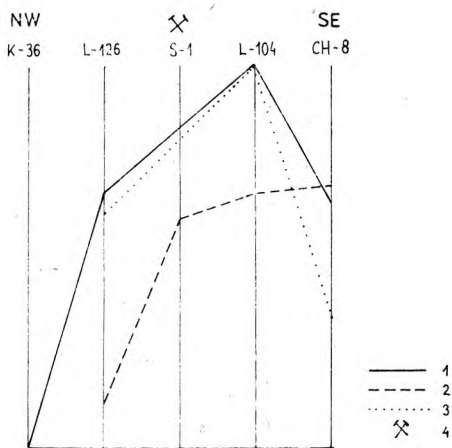
Ryc. 4



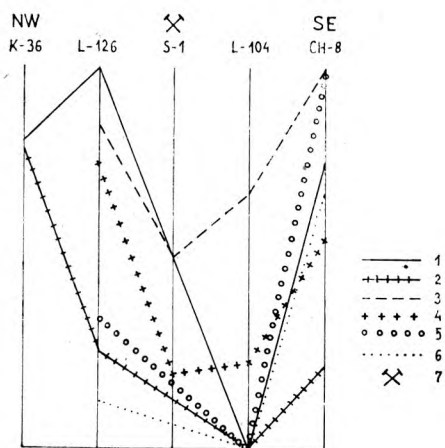
Ryc. 5



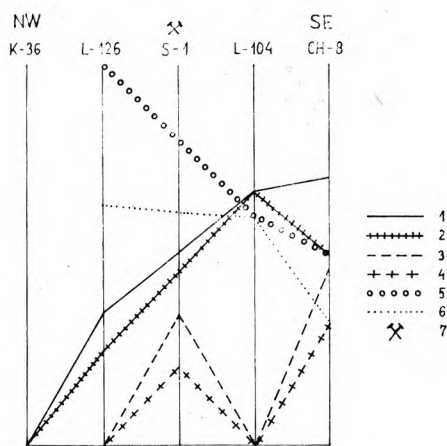
Ryc. 6



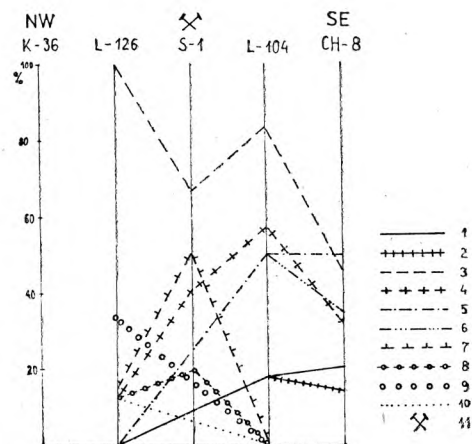
Ryc. 7



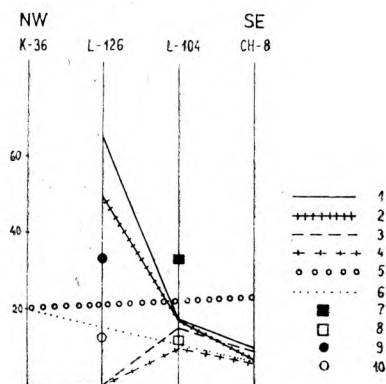
Ryc. 8



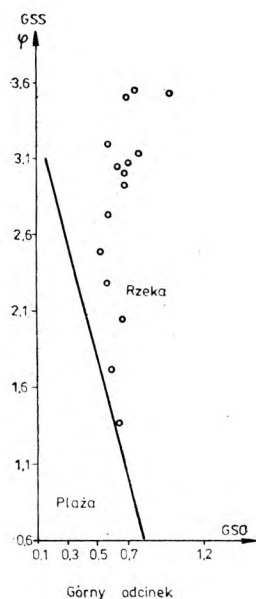
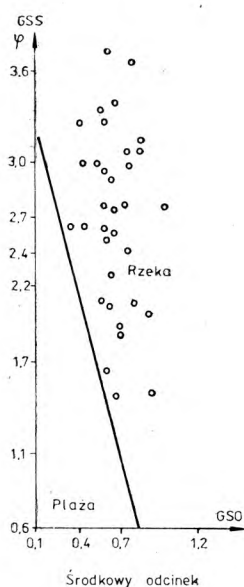
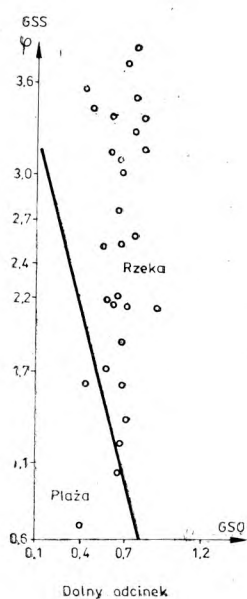
Ryc. 9



Ryc. 10



Ryc. 11



Ryc. 12

- Furmanek W., Kowalski W. M., Wiśniewska E. 1984 b: Iłowce pelitowe i aleuropelitowe górnego odcinka warstw lubelskich /westfal/ w kopalni "Bogdanka" i otworze wiertniczym Chełm 8 /Lubelskie Zagłębie Węglowe/. Prace Inst. Inż. Budowl. i Sanit. Polit. Lubelskiej. B.5.
- Gabzdyl W. 1969: Charakterystyka petrograficzno-facjalna pokładów węgla i skał towarzyszących w kopalni "Jastrzębie" /Rybnicki Okręg Węglowy/. Pr. geolog. PAN, 55, Warszawa.
- Gradziński R., Kostecka A., Radomski A., Unrug R. 1976: Sedymentologia, Warszawa.
- Heflik W., Kowalski W. M. /w druku/: O przejawach wulkanizmu w utworach karbońskich Lubelskiego Zagłębia Węglowego /Profil warstw lubelskich, westfal A-B/. Roczn. P.T. Geol.
- Kowalski W. M. 1978: Wstępna charakterystyka petrograficzna piaskowców warstw gruszowskich w Rybnickim Okręgu Węglowym. Sprawozd. z Pos. Kom. Oddz. PAN w Krakowie, styczeń - czerwiec.
- Kowalski W. M. 1981 a: Charakterystyka petrograficzna piaskowców i iłowców aleurytowych górnego odcinka warstw lubelskich kopalni pilotująco-wydobywczej "Bogdanka" /Lubelskie Zagłębie Węglowe/. Prace Inst. Inż. Budowl. i Sanit. Politechniki Lubelskiej, S. B. nr 3, Lublin.
- Kowalski W. M. 1981 b: Charakterystyka petrograficzna piaskowców warstw załęskich w wierceniu Warszowice-Pawłowice 32 /ROW/. Prace Inst. Inż. Budowl. i Sanit. Polit. Lubelskiej, S. B., nr 3, Lublin.
- Kowalski W. M., 1981 c: Zagadnienie klasyfikacji skał aleurytowych na tle "mułowców" /iłowców aleurytowych/ z warstw lubelskich Lubelskiego Zagłębia Węglowego. Sprawozd. z Pos. Kom. Oddz. PAN w Krakowie, styczeń - czerwiec.
- Kowalski W. M., 1981d: Rozmieszczenie materiału wulkanogenicznego w profilu warstw lubelskich centralnej części Lubelskiego Zagłębia Węglowego. Geol. Form. Węglon. w Polsce, IV Sympozjum, streszczenia referatów, Kraków.
- Kowalski W. M. 1983 a: Przejawy sylifikacji w obrębie utworów karbońskich Polskich Zagłębi Węglowych. Ann. UMCS, sec. B, t. 35/36 /1980/81/, Lublin.

- Kowalski W. M. 1983 b: Skały towarzyszące pokładom węgla kamiennego w Lubelskim Zagłębiu Węglowym i ich ewentualne wykorzystanie. Prace Inst. Inż. Budowl. i Sanit. Polit. Lubelskiej, S. C. nr 3. Konf. Nauk.-Techn. z okazji XXX-lecia uczelni, Lublin.
- Kowalski W. M. 1983 c: Zmienność składu mineralnego piaskowców warstw lubelskich. Geol. Form. Węglon. w Polsce, VI Sympozjum, Streszczenia referatów, Kraków.
- Kowalski W. M. 1983 d: Porównanie piaskowców dolnego i środkowego odcinka warstw lubelskich /westfal/ w Lubelskim Zagłębiu Węglowym. Kwart. Geolog. t. 27, nr 4.
- Kowalski W. M. 1983 e: Wstępna charakterystyka utworów niewęglowych z warstw lubelskich /westfal/ Lubelskiego Zagłębia Węglowego. Biul. Lub. Tow. Nauk. S.Geogr., t. 25, nr 1/2 Lublin.
- Kowalski W. M. 1984 a: Charakterystyka aleurytów /iłowców aleurytowych/ dolnego odcinka warstw lubelskich w Lubelskim Zagłębiu Węglowym. Prace Inst. Inż. Budowl. i Sanit. Polit. Lubelskiej. SB 5.
- Kowalski W. M. 1984 b: Charakterystyka piaskowców dolnego odcinka warstw lubelskich /westfal/ w Lubelskim Zagłębiu Węglowym. Prace Inst. Inż. Budowl. i Sanit. Politechn. Lubelskiej, S.B. 5.
- Kowalski W. M. 1984 c: Charakterystyka aleurytów /iłowców aleurytowych/ górnego odcinka warstw lubelskich w Lubelskim Zagłębiu Węglowym. Prace Inst. Inż. Budowl. i Sanit. Polit. Lubelskiej. S. B.
- Kowalski W. M. 1984 d: Charakterystyka piaskowców górnego odcinka warstw lubelskich w Lubelskim Zagłębiu Węglowym. Zesz. Nauk. AGH, Geologia, t. 10, z. 2.
- Kowalski W. M. /w druku 1/: Charakterystyka piaskowców środkowego odcinka warstw lubelskich w Lubelskim Zagłębiu Węglowym. Ann. UMCS, s. 13/.
- Kowalski W. M. /w druku 2/: Charakterystyka aleurytów /iłowców aleurytowych/ środkowego odcinka warstw lubelskich w Lubelskim Zagłębiu Węglowym. Ann. UMCS, s. 13.
- Kowalski W. M. /w druku 3/: Charakterystyka piaskowców i aleurytów warstw lubelskich Lubelskiego Zagłębia Węglowego. Biul. Lub. Tow. Nauk. S. Geogr., Lublin.

- Kowalski W. M., Matl K. 1971: Charakterystyka piaskowców warstw jakłowieckich w rejonie rybnickim. Pr. Geolog. PAN 69, Warszawa.
- Kowalski W. M., Motyczka A., Stałęga S., Motyczka W. 1980: Zależność mechanicznych własności skał towarzyszących pokładowi węgla od ich składu mineralnego /na przykładzie kopalni pilotująco-wydobywczej w Bogdanie, Lubelskie Zagłębie Węglowe. Geol. Form. Węglon. w Polsce, III Sympozjum, Streszczenia referatów, Kraków.
- Kowalski W. M., Motyczka A., Stałęga S., Motyczka W. 1981: Związki funkcyjne między składem mineralnym a wytrzymałością na ściskanie skał przywęglowych kopalni pilotująco-wydobywczej Bogdanka. Przegl. Górniczy Nr 1 /689/, Katowice.
- Moiola R. J., Weiser D., 1968: Textural parameters: an evaluation. J. Sedim. Petrol. 38.
- Musiał Ł., Tabor M. 1970: Strefy faunistyczne westfalu A i B w Lubelskim Zagłębiu Węglowym. Prz. Geol. nr 8-9.
- Muszyński M. 1976: Charakterystyka mineralogiczno-petrograficzna karbońskich skał osadowych niecki pomorskiej /okolic Bobolic/. Pr. Mineralog. PAN, 48, Warszawa.
- Passega R. 1964: Grain-size representation by CM patterns as a geological tool. J. Sediment. Petrol. 42.
- Pettijohn F. J., Potter P. E., Siever R. 1972: Sand and Sandstone. Berlin.
- Porzycki J. 1980: Warunki geologiczne złóż węgla kamiennych Centralnego Rejonu Węglowego w Lubelskim Zagłębiu Węglowym. LXXXVIII Sesja Naukowa Inst. Geolog. Warszawa.
- Ratajczak T. 1970: Charakterystyka petrograficzna piaskowców westfalu w rejonie Łęcznej /Lubelskie Zagłębie Węglowe/. Zesz. Nauk. AGH, Geologia, z. 13. Kraków.
- Ratajczak T. 1974: Charakterystyka mineralogiczno-petrograficzna skał płonnych Lubelskiego Zagłębia Węglowego. Pr. Geolog. PAN, 85, Warszawa.

Spis rycin

- Ryc. 1. Profile geologiczne otworów L-126 i Chełm 8 z zaznaczeniem podziału warstw lubelskich na trzy odcinki podyktowanego udziałem skałeni wysokotemperaturowych; 1 - dolomity i ankeryty piaszczyste jury, 2 - piaskowce, 3 - węgiel kamienny, 4 - aleuryty, 5 - iłowce aleuropelitowe i pelitowe, 6 - fauna morska, 7 - numer pokładu węgla.
- Ryc. 2. Szkic sytuacyjny z zaznaczeniem otworów wiertniczych w których opróbowano piaskowce warstw lubelskich na tle schematycznej mapy geologicznej odkrytej, bez nakładu mezozoicznego /według J. Porzyckiego/; 1 - warstwy lubelskie, 2 - namur, 3 - wizen, 4 - dewon, 5 - uskoki.
- Ryc. 3. Udział poszczególnych skał w opróbowanych odcinkach profilu warstw lubelskich /pełny profil tylko w otworach L-126, L-104 i Chełm /; 1 - piaskowce, 2 - aleuryty, 3 - iłowce aleuropelitowe i pelitowe, 4 - węgiel, 5 - Szyb I kopalni pilotująco wydobywczej "Bogdanka".
- Ryc. 4. Udział piaskowców w poszczególnych odcinkach profilu warstw lubelskich; 1 - odcinek dolny, 2 - odcinek środkowy, 3 - odcinek górny, 4 - szyb I kopalni pilotująco wydobywczej "Bogdanka".
- Ryc. 5. Pozycja systematyczna piaskowców s.s. /arenitów/ i wak warstw lubelskich z zaznaczeniem pól składu mineralnego dla poszczególnych odcinków tych warstw; 1 - dolny odcinek, 2 - środkowy odcinek, 3 - górny odcinek, Podział diagramu trójkątnego "piaskowce s.s.": 1 - piaskowce kwarcowe, 2 - subarkozy, 3 - arkozy, 4 - piaskowce sublityczne, 5 - piaskowce lityczne. Podział diagramu trójkątnego "waki": 1 - waki kwarcowe, 2 - waki skałeniowe, 3 - waki lityczne.
- Ryc. 6. Udział piaskowców s.s. /arenitów/ w sumie piaskowców warstw lubelskich; 1 - odcinek dolny, 2 - odcinek środkowy, 3 - odcinek górny, 4 - szyb I kopalni pilotująco wydobywczej "Bogdanka".
- Ryc. 7. Udział wak w sumie piaskowców warstw lubelskich. Objaśnienie jak na ryc. 6.

Ryc. 8. Udział piaskowców kwarcowych w sumie piaskowców i w sumie piaskowców s.s. /arenitów/ dla poszczególnych odcinków warstw lubelskich; 1 - udział w sumie piaskowców s.s. w dolnym odcinku, 2 - udział w sumie piaskowców w dolnym odcinku, 3 - udział w sumie piaskowców s.s. w środkowym odcinku, 4 - udział w sumie piaskowców w środkowym odcinku, 5 - udział w sumie piaskowców s.s. w górnym odcinku, 6 - udział w sumie piaskowców w górnym odcinku, 7 - szyb I, jak objaśnienie do ryc. 6.

Ryc. 9. Udział wak kwarcowych w sumie wak i w sumie piaskowców dla poszczególnych odcinków warstw lubelskich; 1 - udział w sumie wak w dolnym odcinku, 2 - udział w sumie piaskowców w dolnym odcinku, 3 - udział w sumie wak w środkowym odcinku, 4 - udział w sumie piaskowców w środkowym odcinku, 5 - udział w sumie wak w górnym odcinku, 6 - udział w sumie piaskowców w górnym odcinku.

Ryc. 10. Udział wak skaleniowych i subarkoz dla poszczególnych odcinków warstw lubelskich; 1 - udział wak skaleniowych w sumie wak w dolnym odcinku, 2 - udział wak skaleniowych w sumie piaskowców w dolnym odcinku, 3 - udział wak skaleniowych w sumie wak w środkowym odcinku, 4 - udział wak skaleniowych w sumie piaskowców w środkowym odcinku, 5 - udział wak skaleniowych w sumie wak w górnym odcinku, 6 - udział wak skaleniowych w sumie piaskowców w górnym odcinku, 7 - udział subarkoz w sumie piaskowców s.s. w środkowym odcinku, 8 - udział subarkoz w sumie piaskowców w środkowym odcinku, 9 - udział subarkoz w sumie piaskowców s.s. w górnym odcinku, 10 - udział subarkoz w sumie piaskowców w górnym odcinku, 11 - szyb I, kopalnia pilotująco-wydobywcza "Bogdanka".

Ryc. 11. Udział wak litycznych i piaskowców sublitycznych dla poszczególnych odcinków warstw lubelskich; 1 - udział wak litycznych w sumie wak dolnego odcinka warstw lubelskich, 2 - udział wak litycznych w sumie piaskowców dolnego odcinka, 3 - udział wak litycznych w sumie wak środkowego odcinka, 4 - udział wak litycznych w sumie piaskowców środkowego odcinka, 5 - udział piaskowców sublitycznych w sumie piaskowców s.s. dolnego odcinka, 6 - udział pia-

skowców sublitycznych w sumie piaskowców dolnego odcinka, 7 - udział piaskowców sublitycznych w sumie piaskowców s.s. środkowego odcinka, 8 - udział piaskowców sublitycznych w sumie piaskowców środkowego odcinka, 9 - udział piaskowców sublitycznych w sumie piaskowców s.s. górnego odcinka, 10 - udział piaskowców sublitycznych w sumie piaskowców górnego odcinka.

Ryc. 12. Zależność między standardowym odchyleniem /GSO/ a średnią średnicą ziarn /GSS/ dla piasku plażowego i rzecznicznego według R. J. Moiola., D. Weisera /1968/ w przypadku piaskowców dolnego, środkowego i górnego odcinka warstw lubelskich.

Tab. 1. Charakterystyka granulometryczna wybranych próbek piaskowców warstw lubelskich

Numer próbki	Nazwa skały	Mediana mm	GSO	GSS	GSK	Wysortowanie	Środowisko
1	Piaskowiec kvarcowy	0,11	0,60	3,29	0,257	Umiarkowanie dobre	Rzeczne
6	Skała lityczna	0,09	0,76	3,53	0,089	Umiarkowane	Rzeczne
11	Skała skaleniowa	0,29	0,68	1,91	0,268	Umiarkowanie dobre	Rzeczne
12	Skała kvarcowa	0,72	0,41	0,67	0,317	Dobre	Plażowe
21	Skała kvarcowa	0,24	0,92	2,17	0,215	Umiarkowane	Wody spokojne
26	Piaskowiec kvarcowy	0,24	0,66	2,19	0,185	Umiarkowanie dobre	Rzeczne
27	Skała kvarcowa	0,17	0,76	2,58	0,030	Umiarkowane	Rzeczne lub wydmore
30	Skała kvarcowa	0,45	0,68	1,24	0,221	Umiarkowanie dobre	Plażowe
33	Subarkoza	0,18	0,62	2,51	0,128	Umiarkowanie dobre	Rzeczne
40	Piaskowiec kvarcowy	0,40	0,90	1,48	0,230	Umiarkowane	Rzeczne
44	Skała skaleniowa	0,245	0,68	2,16	0,326	Umiarkowanie dobre	Eciczne
45	Skała lityczna	0,23	0,57	2,10	-0,055	Umiarkowanie dobre	Wody spokojne
46	Piaskowiec sublityczny	0,10	0,69	3,41	0,317	Umiarkowanie dobre	Rzeczne
48	Piaskowiec kvarcowy	0,15	0,58	2,73	0,042	Umiarkowanie dobre	Rzeczne

Stanisława K n a f e l, Albin Z d a n o w s k i

SKŁAD PETROGRAFICZNY I JAKOŚĆ WĘGLA LUBELSKIEGO ZAGŁĘBIA WĘGLOWEGO

Wyniki badań petrograficznych pochodzą z 30 otworów wiertniczych. Wykorzystano również materiał zgromadzony do badań genetycznych węgla oraz publikowane prace: /S. Knafel, H. Kmiecik 1974, H. Kmiecik, S. Knafel 1983, S. Knafel 1983 - akceptacja do druku 1979, S. Knafel 1983a, S. Knafel 1983b, Z. Migaszewski 1981, B. Ptak 1982/. Karbon LZW reprezentowany jest przez osady od wizenu górnego do westfalu AB /J. Pokrzycki 1978/. Materiał do badań wizeńskich, komarowskich, bużańskich i kumowskich pokładów węgla pochodzi z południowej części LZW, gdzie profile wizenu, namuru dolnego i namuru B uważane są za stratotypy /J. Pokrzycki, A. Zdanowski 1983/. Większość materiału do badań pokładów węgla warstw lubelskich pochodzi z NW i częściowo z SE części obszaru LZW. Warstwy lubelskie w SE części ulegają redukcji i są nieobecne w obszarze południowym zagłębia /J. Pokrzycki, A. Zdanowski 1983/. Występujące tu wizeńskie pokłady węgla posiadają bardzo niską zawartość witrynu, bardzo niską zawartość egzynitu /co świadczy o wysokim stopniu uwęglania substancji organicznej - węgiel typu 35/ oraz bardzo wysoką zawartość inertynu. Są to węgle witrynertytowo-witrytowo inertytowe z karbopirytem. Występujące pomiędzy Włodawą a Chełmem /otwory Sawin IG 1, Sawin IG 2, Michałów IG 1/ pokłady wizeńskie posiadają wyższy udział witrynu, dobrze zachowany egzynit oraz znaczny udział inertynu. Są to węgle trimacerytowo-klarytowo-witrytowe z karbopirytem.

Pokłady węgla warstw komarowskich w obszarze południowym LZW mają najniższą zawartość witrynu. Z mikrolitotypów przeważa trimaceryt z witrinem, karbopirytem i klarytem. W kierunku N i NW przeważa klaryt z witrinem i trimacerytem. Najwyższe pokłady warstw komarowskich mają wyższą

zawartość witrynu, ich skład petrograficzny jest bardzo podobny do składu petrograficznego dolnych warstw bużańskich. Występują tu węgle wityrowo-klarytowe.

Pokłady węgla warstw bużańskich w otworach na NE od osi niecki warstw bużańskich od Telatyna IG 1 do Grabowca IG 1 mają zróżnicowany skład maceralny i mikrolitotypowy. Pokłady węgla mają najniższą w profilu zawartość witrynu i najwyższą inertynitu i egzynitu. Najniższa zawartość witrynu i najwyższa inertynitu występuje w pokładach węgla południowej, peryferycznej części LZW. Są to węgle wityrowo-klarytowo-trimacerytowe z karbopirytem i najniższą zawartością substancji nieorganicznej. W kierunku od otworu Telatyn IG 1 do Grabowca IG 1 zmniejsza się zawartość trimacerytu. W Grabowcu IG 2 i na N od tego otworu przeważa klaryt i witytem przy niższej zawartości karbopirytu i trimacerytu. W pokładach węgla synkliny Dorohucza-Kumów stwierdzono przewagę klarytu z witytem. Na NE od otworu Telatyn IG 1 i Grabowiec IG 2 w budowie pokładów węgla zdecydowanie przeważa klaryt z witytem, niewielką zawartością trimacerytu i karbopirytu. Podobny skład petrograficzny stwierdzono w pokładach węgla na N od Chełma /otwory Sawin IG 1, Sawin IG 2/. Najniższe pokłady węgla warstw bużańskich mają skład petrograficzny podobny do składu najwyższych pokładów węgla warstw komarowskich. Wyraża się on podwyższoną zawartością witytu i klarytu. W pokładach węgla tych warstw występują węgle sapropelowe, są to głównie kennele i bogheadokennele. W Zagłębiu Lwowsko-Wołyńskim węgle sapropelowe zostały stwierdzone w serii środkowej zony bużańskiej w pokładach: p_7^N , p_7 , p_7^W , p_8 i p_8^W /Feduszczyk i in. 1974/.

Pokłady węgla warstw kumowskich zbudowane są w przewadze z witrynu, przy niższej zawartości egzynitu i inertynitu w stosunku do pokładów węgla warstw bużańskich. W południowej peryferycznej części LZW pokłady węgla mają najniższą zawartość witrynu i najwyższą inertynitu. Na NW od otworu Grabowiec IG 2 oraz na NE od otworów Telatyn IG 1 i Grabowiec IG 2 w otworach: Dołhobyczów IG 1, Mircze IG 1, Hrubieszów IG 1, Hrubieszów IG 2, Kumów IG 1 wzrasta zawartość witrynu. Wyższą zawartość witrynu mają pokłady węgla na N od Chełma w otworach: Sawin IG 1, Michałów

IG 1 i Ostrówek IG 1. W ślad za zmiennym składem maceralnym zmienia się skład mikrolitotypowy tych pokładów węgla. W Tełatynie IG 1 przeważa klaryt z trimacerytem i inertytem oraz małą zawartością witrytu. W otworach Hostynne IG 1 i Grabowiec IG 4 najniższa jest zawartość klarytu, znaczna witrytu, bardzo liczny jest karbopiryt i trimaceryt. Od Grabowca IG 4 do Grabowca IG 2 wzrasta zawartość klarytu, a od Grabowca IG 2 zawartość klarytu jest 2-krotnie wyższa od witrytu. Pokłady węgla dolnej części warstw kumowskich mają skład petrograficzny zbliżony do składu petrograficznego pokładów węgla górnej części warstw bużańskich, natomiast pokłady węgla górnej części warstw kumowskich do składu petrograficznego pokładów węgla dolnej części warstw bużańskich i górnej części warstw komarowskich.

Skład petrograficzny pokładów węgla warstw lubelskich jest bardzo zmienny zarówno w profilu stratygraficznym, jak i przestrzennie. W pokładach węgla tych warstw występuje najwyższa zawartość witrynytu oraz najniższa egzynyty i inertynytu. Najwyższą zawartość witrynytu stwierdzono w otworach: Grabowiec IG 4, Grabowiec IG 2, Kumów IG 3, Rejowiec IG 4, Chełm IG 2, Sawin IG 1, Michałów IG 1. Najliczniej występującym mikrolitotypem jest w tych otworach klaryt z witrytem. Na N od Kumowa IG 2 w kierunku Dorohuczy, Milejowa i Łęcznej wzrasta zawartość inertynytu, a obniża zawartość witrynytu. Przeważającym mikrolitotypem jest witryt z klarytem, trimacerytem i karbargilitem oraz znaczną ilością substancji nieorganicznej. Niższą zawartość witrynytu i wyższą inertynytu oraz trimacerytu mają pokłady węgla na NW od Milejowa i Łęcznej w obszarach dokumentacyjnych Kolechowice I i Kolechowice II - K₆, K₇, K₈, K₅, K₄ /Z. Migaczewski 1981/ oraz w otworze Parczew IG 1.

Jakość węgla w Lubelskim Zagłębiu Węglowym

Jakość węgla poznana jest na podstawie wyników badań laboratoryjnych przeprowadzonych wyłącznie na próbkach węgla pobranych z rdzeni wiertniczych. Wykonane dotychczas badania laboratoryjne w miarę dostatecznie charakteryzują kształtowanie się zmian najważniejszych wskaźników jakości

W^a , IR, Q_s^{daf} , V^{daf} , C^{daf} , H^{daf} /. Przy analizie zmian tych parametrów w różnych rejonach zagłębia zauważa się duże zróżnicowanie jakości węgla zarówno w profilu pionowym, jak i w przestrzeni. Jest to wynikiem trzech zasadniczych czynników determinujących jakość węgla: składu wyjściowego materiału roślinnego, charakteru przemian i stopnia rozkładu tego materiału w fazie biochemicznej i metamorfizmu substancji organicznej przebiegającego w fazie geochemicznej /A. Kotas 1971/. Dwa pierwsze czynniki wpływają na zmienność parametrów jakości węgla izometamorficznych, a trzeci decyduje o strefowym rozkładzie różnych jakościowo węgla w profilu pionowym i w przestrzeni.

Analiza wyników badań laboratoryjnych wykazała, że zmiany parametrów charakteryzujących jakość węgla w profilu pionowym mają charakter statystyczny i nie są zmianami prostoliniowymi. Wartości liczbowe W^a , IR, Q_s^{daf} , V^{daf} , C^{daf} , H^{daf} tworzą w punktach rozpoznawczych zbiory liczb wykazujące charakterystyczny sposób uporządkowania do głębokości.

Zawartość wilgoci higroskopijnej W^a zmienia się w przedziale od 0,80 % do 12,63 % średnio dla północnej części LZW wynosi 4,97 %, dla CRW - 31,0 %, dla południowej części LZW - 1,50 %. Zmiany W^a w profilu pionowym charakteryzuje linia krzywa, która we wszystkich punktach rozpoznawczych ma podobny przebieg, co świadczy o jednakowym charakterze procesu metamorfizmu węgla w LZW.

Spiekalność węgla charakteryzowana indeksem Rogi /IR/ zmienia się od 0,0 w północnej części LZW do ponad 85 IR w Centralnym Rejonie Węglowym i południowej części LZW. Wartości średnie IR wynoszą dla północnej części 14,4 dla CRW 40,9 i dla południowej części 64,6 IR. Krzywa obrazująca zmiany IR w profilu pionowym ma kształt funkcji logistycznej typu tangens, a jej rozpiętość pionowa dla LZW wynosi około 1800 m. Punktem przegięcia tej krzywej jest wartość 55 IR. Krzywe z poszczególnych punktów badawczych są fragmentem krzywej ogólnej. Krzywa zmian wartości IR początkowo biegnie pionowo, następnie lekko odchyła się ku wartościom 10-20 IR, po czym wyraźnie wygina się ku wartościom 45-55 IR, aby ponownie obrać przebieg zbliżony do pionowego w granicach spiekalności 65-80 IR.

Przebieg zmian części lotnych V^{daf} w profilu utworów karbonu LZW jest nietypowy w porównaniu do GZW /A. Zdanowski 1981/. Zawartość V^{daf} wykazuje znaczne wahania w przedziale 27,8 - 57,2 %, przy czym w niższych pokładach przynależnych do serii paralicznej obserwuje się większą ilość wyższych wartości, a tym samym statystyczny wzrost wartości V^{daf} z głębokością.

Wyżej scharakteryzowane parametry jakości stanowią podstawę wydzielenia typów węgla. Wynika z nich, że w LZW występują węgle typu od 31 do 34, a ich rozmieszczenie ma charakter strefowy /Z. Buła, J. Porzycki, A. Zdanowski 1983/.

Strefa węgla typu 31 występuje w północnej części zagłębia, a parametry jakościowe tych węgla kształtują się następująco: $W^a = 5$ %, IR do 5, $V^{daf} = \text{ok. } 40$ %. Grubość tej strefy wykazuje tendencję wzrostu w kierunku północnym i północno-zachodnim osiągając wartość maksymalną ponad 200 m. Poniżej występuje strefa węgla typu 32 o następujących średnich parametrach: $W^a = 3,0$ %, IR = 5-45 i $V^{daf} = \text{ok. } 40$ %. Jej grubość zmienia się od kilkudziesięciu do około 500 m. W części spągowej tej strefy zdarzają się częste przypadki występowania węgla typu 33, a nawet 34. Na obecnym etapie rozpoznania zmian jakości węgla niemożliwe jest wydzielenie strefy typu 33. Niżej występuje strefa węgla typu 34 charakteryzujących się następującymi wielkościami: $W^a = 1,5$ %, IR = pow. 55, V^{daf} około 37 %. Grubość tej strefy osiąga wartości rzędu 800-1000 m. Granice stref jakości węgla, podobnie jak i wartości średnie występują na różnych głębokościach w stosunku do powierzchni karbonu, jak również do przewodnich poziomów korelacyjnych i aktualnej powierzchni terenu. Z tego wynika, że metamorfizm substancji organicznej jest niezależny od stratygrafii i od aktualnej głębokości występowania pokładów węgla.

Należy również zaznaczyć, że w strefie występowania węgla typu 34 w południowej części LZW w rejonie Rejowca i Tełatyna stwierdzono dwie ograniczone anomalie o podwyższonym stopniu metamorfizmu. Wyniki badań laboratoryjnych wskazują na występowanie w tych rejonach węgla typu 35.1 o wyraźnie nietypowej podwyższonej zawartości części lotnych /J. Porzycki, A. Zdanowski 1983/.

Własności technologiczne węgla LZW / A^d , S_t^a , Q_i^a / są w znacznym stopniu uzależnione od procesów sedymentacji torfowej, dlatego też nie wykazują takich zależności, jak parametry decydujące o stopniu metamorfizmu węgla /A. Zdanowski, T. Mazak 1982/.

Literatura

- Buła Z., Porzycki J., Zdanowski A. 1983: Investigations of processes determining the type and quality of Coal. In: Geological problems of coal Basins in Poland. Wyd. Geol. Warszawa.
- Feduszczyk M. J., Kuszniruk W. O., Bartoszyńska E. S. 1974: Atlas mikrostruktur węgla Lwowsko-Wołyńskiego Basiejskiego. Naukowa Dumka Kijów.
- Kmiecik H., Knafel S. 1983: Genesis coal beds of Lublin Coal Basin. Abstract of Papers X Int. Congr. Str. Geol. Carb.
- Knafel S., Kmiecik H. 1974: O sapropelicie z otworu Parczew IG 4 w Lubelskim Zagłębiu Węglowym. Kwart. Geol. t. 18. nr 1, Warszawa.
- Knafel S. 1983: Petrographic descriptions of selected coals from the Lublin and Upper Silesian Coal Basins. In: Geological problems of coal basins in Poland. Wyd. Geol. Warszawa.
- Knafel S. 1983a: Petrographic composition of coal from the Lublin coal Basin and its variation in stratigraphic section. Abstract of Papers X Int. Congr. Str. Geol. Carb.
- Knafel S. 1983b: Skład petrograficzny węgla południowej części Lubelskiego Zagłębia Węglowego i jego zmiany w profilu stratygraficznym. VI Sympozjum Geol. formacji węglonośnych Polski. Kraków.
- Kotas A. 1971: Uwagi o metamorfizmie węgla Zagłębia Górnośląskiego. Zesz. Nauk. AGH nr 292. Kraków.
- Migaszewski Z. 1981: Charakterystyka węgla kamiennych z obszaru Lubelskiego Zagłębia Węglowego. Biul. Inst. Geol. 330. Warszawa.

- Porzycki J. 1978: Obecny stan rozpoznania Lubelskiego Zagłębia Węglowego i perspektywy dalszych poszukiwań złóż węgla kamiennych. Prz. Geol. 9.
- Porzycki J., Zdanowski A. 1983: Budowa geologiczna południowej części Lubelskiego Zagłębia Węglowego. VI Sympozjum Geol. formacji węglonośnych Polski. Kraków.
- Ptak B. 1982: Budowa petrograficzna węgla z 4 odwiertów zlokalizowanych w obszarze Dorohucza - Krasnystaw w Lubelskim Zagłębiu Węglowym. V Sympozjum Geol. formacji węglonośnych Polski. Kraków.
- Zdanowski A. 1981: Budowa geologiczna i obszary perspektywiczne w Lubelskim Zagłębiu Węglowym. Materiały II Konf. nt.: Efektywność wykorzystania zasobów węgla kamiennego. Kraków.
- Zdanowski A., Mazak T. 1982: Metamorfizm i jakość węgla Lubelskiego Zagłębia Węglowego. Kwart. Geol. t. 26, z.4, Warszawa.

Jan K a c z y ń s k i

ZŁOŻE ROPY NAFTOWEJ W OKOLICY LUBLINA

Historia odkrycia złoża na tle wyników wierceń

Dnia 22 08 1982 r. w odwiercie Świdnik-9 położonym w Trześniowie pod Lublinem w horyzoncie karbońskim "E₁" zalegającym w interwale 1100-1126 m został zapięty rurowy próbnik złoża. Z próbника uzyskano ok. 2 m³ płynu zawierającego ropę naftową, emulsję ropno-wodną i płuczkę. Dalsze próby złożowe doprowadziły do uzyskania z powyższego poziomu produkcji ropy naftowej w ilości ok. 8 ton na dobę.

Otwór Świdnik-9 nie był pierwszym otworem odwierconym na antyklinie Świdnika rejestrowanej na profilach sejsmicznych w karbonie i dewonie. W latach 1970-1974 wykonano 7 wierceń: Świdnik-2, Świdnik-3, Świdnik-4, Świdnik-5, Świdnik-6, Świdnik-7, Świdnik-8 o całkowitym metrażu 15 630 m. Głównym i docelowym zadaniem tych wierceń było zbadanie facji, własności zbiornikowych i nasycenia warstw dewonu górnego, a dodatkowym zbadanie karbonu.

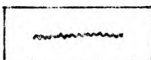
Najgłębszy z tych otworów - Świdnik-8 /głębokość końcowa 3294 m/ osiągnął famen dolny, pozostałe o głębokościach końcowych w przedziale 1602-2203 m - famen górny/warstwy hulczańskie/. W trakcie wiercenia i prób złożowych odnotowano przejawy węglowodorów w płuczce wiertniczej, rdzeniach i mediach złożowych. Na wzmiankę zasługuje uzyskanie przyływu lekkiej zagazowanej ropy ze stropu dewońskich wapieni pasias-tych w otworze Świdnik-8 w głębokości 2886 m. Po szczypaniu ok. 600 m³ ropy /wydajność dobową wynosiła 10-15 m³/ ciśnienie złożowe obniżyło się z 307 do 35 at, co świadczyło o szybkim wyczerpywaniu się zasobów ropy i niezwykle małych rozmiarach pułapki złożowej.

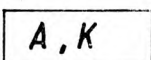
Objawy ropy i gazu obserwowano również w piaskowcach famenu górnego /otwory Św-5, Św-7, Św-8, Św-3/ oraz karbonu /Św-3, Św-5, Św-6, Św-7, Św-8. - ryc. 3/. Duże znaczenie dla późniejszego odkrycia złoża w Trześniowie miały wyniki prób przeprowadzonych w piaskowcach karbońskich w otworze Świdnik

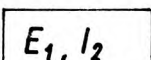
7. W otworze tym w czasie wiercenia opróbowano interwał 1095-1121,5 m uzyskując próbnikiem złoża przepływ 71 l zagazowanej płuczki ze śladami ropy. Zasadnicze próby złożowe przeprowadzono dwa lata później /w okresie od 29 09 1972 do 3 05 1973 r./. Poziom piaskowcowy zalegający w interwale 1110-1139 m opróbowano w dwóch etapach w przedziałach 1126-1139 m i 1109-1122 m. W obydwu przedziałach, po sperforowaniu, przeprowadzono hydrauliczne szczelinowanie z podsadzką. Z przedziału dolnego uzyskano przepływ $52,3 \text{ m}^3$ ropy i $46,3 \text{ m}^3$ solanki w ciągu 60 dni, natomiast z przedziału górnego $13,2 \text{ m}^3$ ropy i 73 m^3 solanki w ciągu 75 dni próbnej eksploatacji. Ze względu na znaczną zawartość solanki i niską wydajność przepływu ropy otwór zlikwidowano. Obecność solanki mogła być związana z położeniem otworu w strefie konturu złoża lub z nieszczelnością przestrzeni pozaurowej, powstałą przez złe zacementowanie rur. Ze względu na fakt, że z interwału górnego uzyskano mniej ropy, a więcej solanki niż z interwału dolnego, to drugie wyjaśnienie jest prawdopodobniejsze.

Następny otwór, Świdnik-3, usytuowany w odległości 950 m w kierunku SE od otworu Świdnik-7 nawiercił piaskowce "E₁" o 237 m niżej. Uzyskano z nich przypływ solanki lekko zgazowanej, bez śladów ropy naftowej. Fakt ten wpłynął na zaniechanie dalszych prac na antyklinie Świdnika. Zresztą w tym czasie nastąpiło generalne ograniczenie wierceń na Lubelszczyźnie spowodowane niską efektywnością dotychczasowych poszukiwań. Nie przekreślając szans na odkrycie złóż w karbonie i dewonie powzięto wkrótce decyzje o całkowitym przerwaniu prac polowych do czasu wypracowania kompleksowej metodyki poszukiwań adekwatnej do niezwykle złożonych cech budowy geologicznej tego rejonu. Potrzebny był czas na syntetyczne opracowanie nagromadzonych informacji i doświadczeń. Duże nadzieje wiązano z możliwością dokładniejszego kartowania planu strukturalnego dewonu i karbonu przez sejsmikę cyfrową. Rzeczywiście prace te wykonane w latach 1973-1976 przez Zakłady Geofizyki Górnictwa Naftowego /Kraków, Toruń/ oraz w mniejszym zakresie PBG-Warszawa potwierdziły te nadzieje. Uzyskano znaczną poprawę ciągłości rejestrowanych refleksów karbońskich i dewońskich, co umożliwiło dokładniejsze odwzorzenie układu przestrzennego karbonu i dewonu.

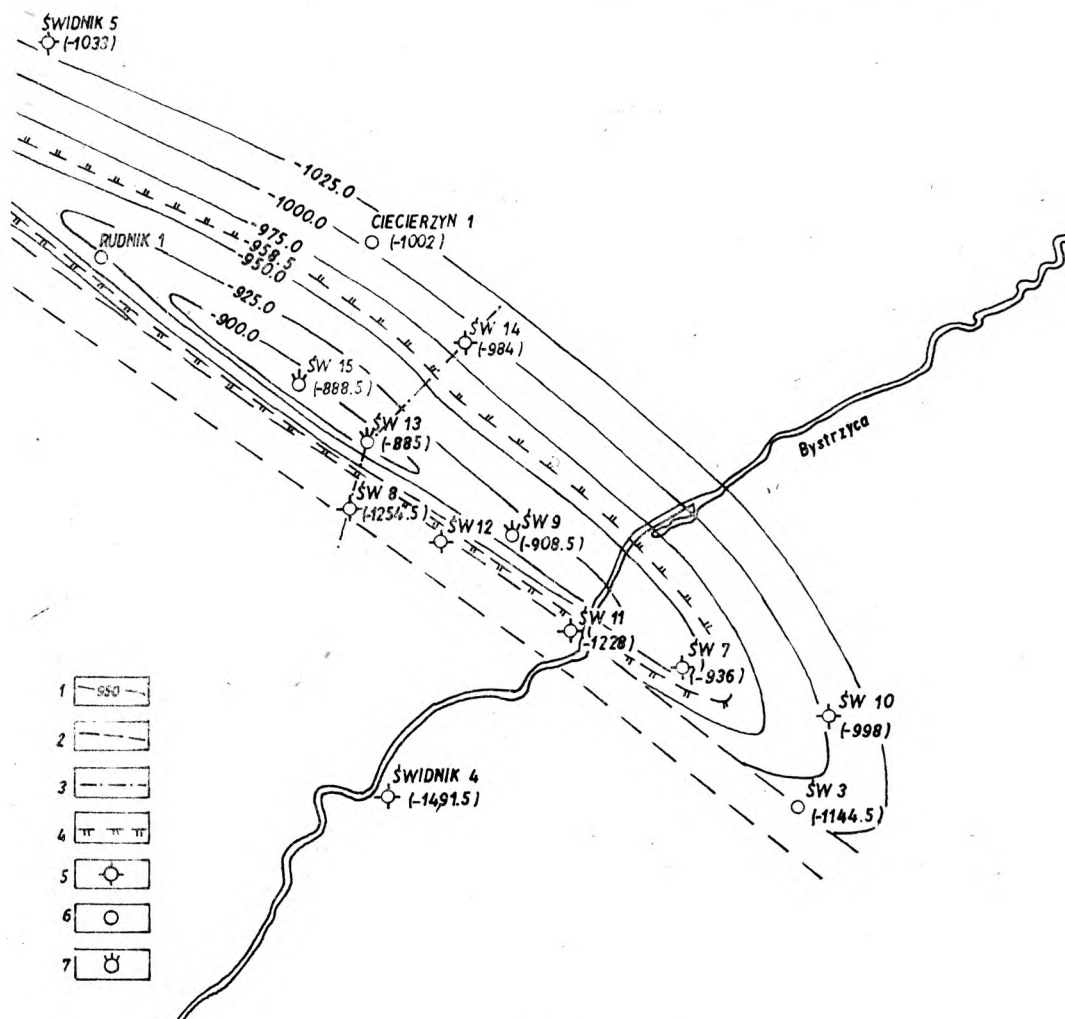
L		Westfal
K		
J		Namur
I	I ₂ I ₁	
H	H ₃ H ₂ H ₁	
G	G ₂ G ₁	
F		
E	E ₂ E ₁	
D	D ₂ D ₁	
C		Wizen górny
B	B ₂ B ₁	
A		

1 

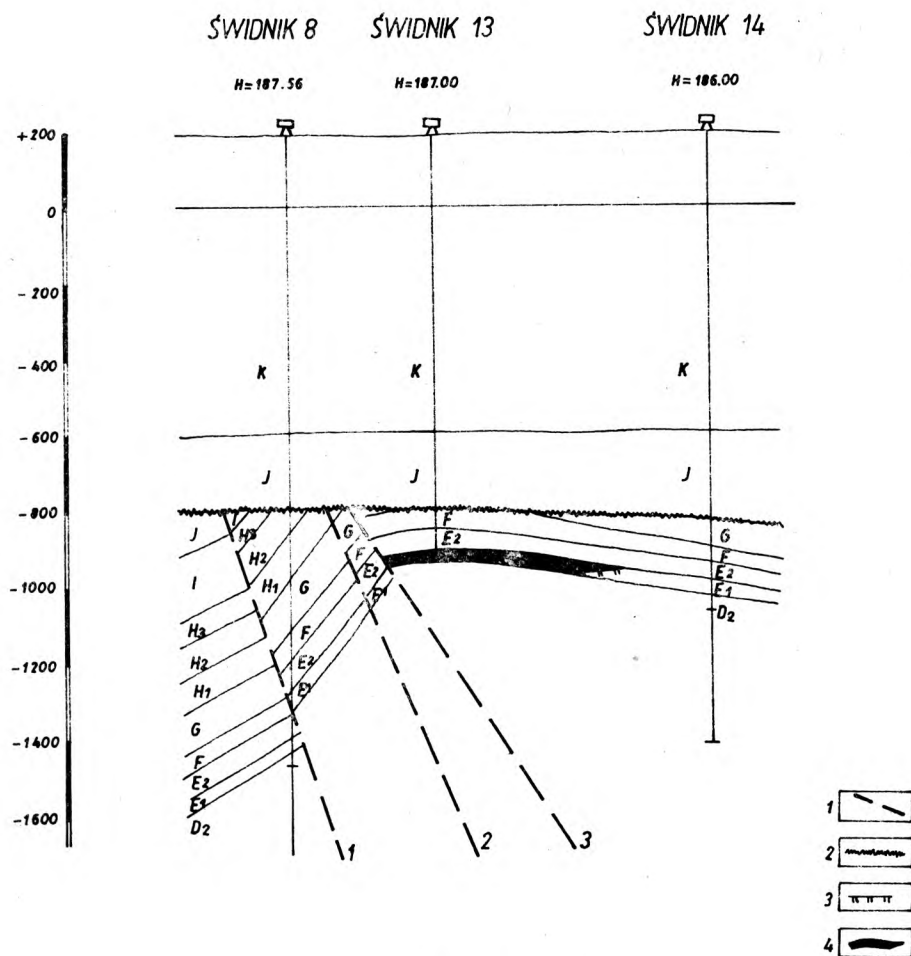
2 

3 

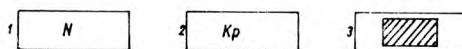
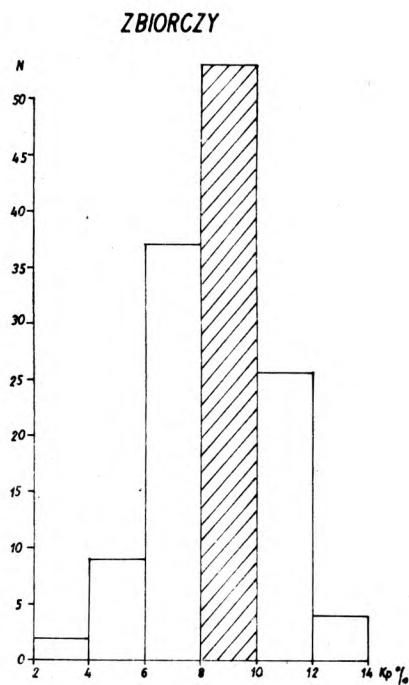
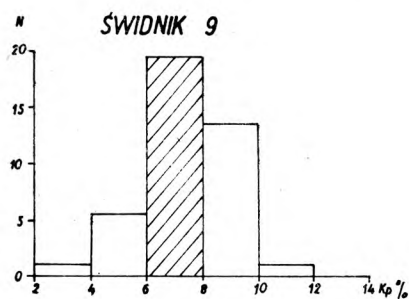
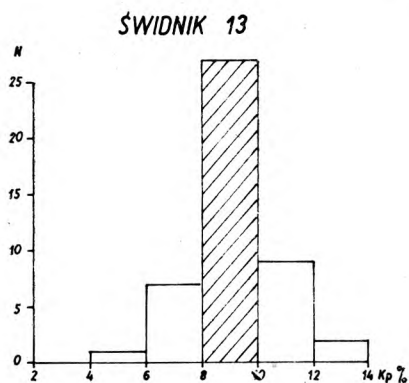
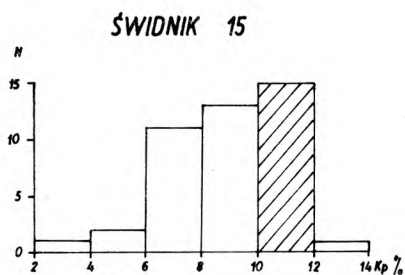
Ryc. 1



Ryc. 3



Ryc. 4



Ryc. 5

Opracowania syntetyczne wykonane przez Górnictwo Naftowe /ZPNIg-wołomin, ZOG-Geonafita/, Instytut Geologiczny i AGH przyczyniły się do określenia przyczyn dotychczasowych niepowodzeń i wniosły duży wkład w rozeznanie stratygrafii, litologii, własności zbiornikowych, hydrogeologii i geochemii paleozoiku Lubelszczyzny. Szczególne znaczenie miały prace, które przyczyniły się do ustalenia następstwa i identyfikacji przestrzennej warstw dewońskich i karbońskich. Warstwy te cechują się intensywnymi zmianami miąższościowo-facjalnymi oraz dużą anizotropią pionową charakteryzującą się naprężeniami ułożeniem poziomów zbiornikowych i uszczelniających. Każdy poziom zbiornikowy, w którym występowały objawy /a występowały bardzo często/, może być odrębnym obiektem poszukiwawczym. W takich warunkach znajomość stref optymalnego rozwoju tych poziomów jest warunkiem koniecznym do prawidłowego prowadzenia poszukiwań.

W latach 1972-1976 w oparciu o diagramy geofizyki wiertniczej i materiał rdzeniowy wykonano korelację przestrzenną karbonu i dewonu dla całego regionu. Wyniki korelacji przedstawiono w postaci tabel korelacyjnych wyróżnionych kompleksów, podając jednocześnie definicje granic podziału /J. Kaczyński i in. 1974/. W karbonie wyróżniono 12 kompleksów głównych oznaczonych literami od A do L, a wewnątrz tych kompleksów wydzielono szereg mniejszych jednostek /ryc. 1/. Poziomami zbiornikowymi są: L_1 , I_2 , K, uszczelniającymi B_2 , D_2 , F. Pozostałe poziomy w zależności od strefy występowania mają charakter bądź kolektorski, bądź uszczelniający. W oparciu o powyższy podział i wyniki cyfrowych prac sejsmicznych w 1977 roku autor wspólnie z W. Weilem opracował projekt wierceń na karboński poziom E_1 /z objawami ropy w otworze Świdnik-7 omówionymi powyżej/. Projekt ten został poprawiony /J. Kaczyński, R. Modzelewski/ w roku 1981 o wyniki prac sejsmicznych wykonanych po roku 1976 /bez zmiany lokalizacji wierceń/.

Prace wiertnicze na elemencie Świdnika wznowiono w roku 1982. Pierwszy, odwiercony otwór okazał się produktywny w horyzoncie karbońskim E_1 . W kolejno odwierconych otworach: Świdnik-10, Świdnik-14, Świdnik-12 i Świdnik-11 nie uzyskano produkcji ropy. W otworach Świdnik 10 i 14 horyzont E_1 zo-

stał nawiercony nisko i miał bardzo słabe własności zbiornikowe. Otwory Świdnik 11 i 12 zostały usytuowane /jak się okazało po ich wykonaniu/ w strefie uskokowej i nie nawierciły skrzydła wiszącego, w którym występuje złoże /ryc. 3/. Jednakże te ostatnie otwory wniosły szersze informacje do rozpoznania układu przestrzennego struktury Świdnika. W profilach tych otworów udokumentowano powtórzenie warstw w kompleksach F, G, H co w powiązaniu z powtórzeniami wykrytymi wcześniej w otworach Świdnik-3, Świdnik-8 i Świdnik-7 umożliwiło wykrycie trzech uskoków odwróconych oraz określenie ich biegu i upadu. Przykład powtórzenia warstw w otworze Świdnik-8 obrazuje ryc. 2. Uskok, o którym mowa, zapadają ku NE pod kątami: 73° - południowy, 68° - centralny i 57° - północny /ryc. 3 i 4/.

Powyższe dane posłużyły do udokładnienia mapy strukturalnej obrazującej kształt pułapki złożowej i trafnego zlokalizowania dalszych wierceń. Ze względu na bardzo małą /400-500 m/ szerokość tej pułapki dwa następne otwory, Świdnik-13 i Świdnik-15, usytuowano w osiowej strefie struktury. W obydwu otworach roponośny poziom E_1 został nawiercony wyżej niż w otworze Świdnik-9. W obydwu uzyskano przemysłową produkcję ropy: 13-15 ton na dobę w otworze Świdnik-13 /po zabiegu szczelinowania/ i ok. 40 ton na dobę w otworze Świdnik-15. Obecnie wiercony jest otwór Rudnik-1, którego zadaniem było zbadanie wyżej położonego piaskowca E_2 wyklinowującego się od NW ku SE oraz zbadanie położenia i nasycenia poziomu E_1 . Poziom E_2 występuje w tym otworze w facji niekolektorskiej, natomiast poziom E_1 zalega odpowiednio niżej o 39 m, 32 m i 19 m niż w otworach Świdnik 15, 13 i 9, a wyżej o 9 m niż w otworze Świdnik-7. Wykształcenie poziomu E_1 w tym miejscu jest dużym zaskoczeniem - miąższość poziomu wynosi 43 m /znacznie więcej niż w pozostałych otworach/, przeważają skały niekolektorskie: iłowce, mułowce, piaskowce zailone, drobnoziarniste, zbite. Objawy ropy stwierdzono jedynie w partii spągowej na odcinku 3 m. W najbliższym czasie zostaną przeprowadzone próby złożowe, które określą nasycenie poziomu.

Charakterystyka złoża

Na obecnym etapie rozpoznania nie określono jeszcze dokładnego położenia konturu ropa-woda. Należy przypuszczać, że kontur położony jest między izolinia - 937 m/spąg horyzontu E_1 w produktywnym otworze Świdnik-9/ a izolinia - 984 /strop horyzontu E_1 w nieproduktywnym otworze Świdnik-14/. Umownie kontur przyjęto na izolinii - 950 m. Przy tym założeniu pułapka złożowa zajmuje szczytową partię w skrzydle wiążącym dewońsko-karbońską antyklinę Świdnika, a jej wymiary wynoszą: długość ok. 4 km, szerokość 400-500 m, powierzchnia ok. 1,6 km². Granica południowa złoża przebiega równolegle do linii przecięcia się powierzchni uskoku odwróconego z powierzchnią horyzontu E_1 . Oś podłużna położona jest w odległości 125-200 m od tej linii. Miąższość poziomu roponośnego wynosi 26-43 m. Poziom ten zbudowany jest głównie z piaskowców drobnodziarnistych, miejscami średniodziarnistych. Niektóre partie piaskowców są gęsto laminowane ilowcami i mułowcami. W stropie poziomu występuje wkładka nieproduktywnych zbitych wapieni o miąższości 1,5-2,5 m. W niektórych otworach bezpośrednio pod wapieniami występują cienkie wkładki węgla kamiennych. W spągu śledzi się warstwę ilowców i mułowców laminowanych zbitymi piaskowcami o dużym zaileniu. Bezpośrednio pod nimi zalega wapień dolomityczny, zaliczony do poziomu D_2 . Tak więc granice korelacyjne poziomu E_1 przeprowadzone są w stropie górnej i dolnej warstwy wapieni dobrze śledzących się na dużym obszarze Lubelszczyzny.

Poziom produktywny E_1 rdzeniowany jest w 100 % koronkami diamentowymi. W Laboratorium Centralnym ZPNiG-Wołomin wykonuje się kompleksowe badania rdzeni obejmujące: badania składu mineralnego przy pomocy dyfraktometru, badanie charakteru przestrzeni porowej przy użyciu mikroskopów elektronowych JXA-35 oraz JEM-100C z przystawką skanningową ASiD-4 i analizatorem Link-System, badania petrograficzne w płytkach cienkich za pomocą mikroskopu polaryzacyjnego. Oprócz tego wykonuje się standardowe badania porowatości i przepuszczalności oraz pełne analizy chemiczne /pierwiastki główne i śladowe/. Z badań prowadzonych przy

użyciu mikroskopów elektronowych /A. Rochowicz 1983/ wynika, że piaskowce roponośne charakteryzują się znaczną zawartością spoiwa i zwartym upakowaniem wszystkich składników budujących te skały, co w sumie przy daleko posuniętej sylifikacji i illityzacji osadów tworzy raczej słabe własności zbiornikowe tych piaskowców. Wolne przestrzenie mają charakter mikro- i ultrapor połączonych ze sobą, choć na stosunkowo małych odległościach. Należy sądzić, że komunikacja między wolnymi mikroporami jest możliwa dzięki złożonemu systemowi dróg przepływu, co napewno utrudnia cyrkulację mediów złożowych. Obok tych objawów redukcji przestrzeni porowej zaobserwowano strefy wykazujące wzrost porowatości będący wynikiem rozkładu detrytycznych skaleni. Niektóre partie piaskowców wykazują większą porowatość, co wynika z mniejszej zawartości spoiwa cementującego i wzrostu średnicy ziaren. Według opisu petrograficznego omawiane skały są arenitami sublitycznymi, w których spoiwem jest substancja kwarcowo-ilasta. Składnikami ilastymi są kaolinit występujący głównie w postaci gniazdowych skupień oraz illit i chloryt. Parametry zbiornikowe, tzn. porowatości i miąższości serii efektywnej oceniane są na podstawie diagramów geofizyki wiertniczej i pomiarów laboratoryjnych wykonywanych na rdzeniach. W produktywnych odwiertach Świdnik-9, 13 i 15 parametry te przedstawiono w tab. 1.

Tab. 1

Nazwa otworu	Miąższość efektywna m	Porowatość %		
		min.-max.	średnia arytmetyczna	średnia ważona
Świdnik-9	19,0	3,36-10,64	7,4	7,6
Świdnik-13	19,5	5,27-12,52	9,38	9,14
Świdnik-15	20,7	2,73-12,44	9,08	8,86

Przedstawiono histogramy rozkładu porowatości w poszczególnych otworach i histogram zbiorczy obrazujący rozkład porowatości w centralnej partii złoża./ryc. 5/. Wydajność otworów związana jest głównie z miąższością /obrazowaną przez ilość obserwacji/ piaskowców o porowatości powyżej 10 %. W poszczególnych otworach porównanie to przedstawiono w tab.

Tab. 2.

Nazwa otworu	% obserwacji porowatości Kp 10 %	Wydajność
Świdnik-9	5	8 t/dobę
Świdnik-13	25	15 t/dobę
Świdnik-15	37	40 t/dobę

We wszystkich produktywnych otworach występuje ropa parafinowa bezsiarkowa, o ciężarze $0,89 \text{ g/cm}^3$ i niskim wykładniku gazowym. Denne początkowe ciśnienie złożowe wynosi 94-96 atn., a gradient ciśnienia ok. 0,86. W tych warunkach eksploatacja musi być prowadzona przez pompowanie, jedynie w otworze Świdnik-15 uzyskano samoczynny przypływ /związany ze wzrostem zawartości gazu/, lecz będzie on raczej krótkotrwały.

Literatura

- Kaczyński J. i in. 1974: Korelacja geologiczno-geofizyczna osadów dewonu i karbonu Synklinorium Lubelskiego. Arch. Inst. Geol. Warszawa.
- Kaczyński J. 1984: Perspektywy ropo- i gazonośności Lubelszczyzny. Prz. Geol. 6.
- Rochewicz A. 1983: Sprawozdanie z badań próbek skał metodą SEM. Dokumentacje wynikowe wierceń Świdnik-9, Świdnik-13. Arch. ZPNiG - Wołomin.

Spis rycin

- Ryc. 1. Schematyczne porównanie korelacji J. Kaczyńskiego ze stratygrafią karbonu; 1 - granica erozyjna karbon-jura, 2 - kompleksy korelacyjne, 3 - poziomy korelacyjne.
- Ryc. 2. Powtórzenie warstw w otworze Świdnik-8; 1 - kompleksy korelacyjne w karbonie, 2 - ślad płaszczyzny dyslokacji w otworze Świdnik-8.
- Ryc. 3. Mapa strukturalna poziomu E_1 w karbonie rejonu Świdnika; 1 - izohipsy poziomu E_1 , 2 - uskoki, 3 - poprzeczny

przekrój geologiczny, 4 - przypuszczalny kontur złoża ropy naftowej, 5 - otwory zlikwidowane, 6 - otwory w wierceniu lub próbach, 7 - otwory z produkcją ropy.

Ryc. 4. Poprzeczny przekrój geologiczny przez karbońską antyklinę Świdnika; 1 - uskoki, 2 - powierzchnia niezgodności karbon-dewon, 3 - przypuszczalny kontur złoża ropy naftowej, 4 - złożo ropy naftowej.

Ryc. 5. Histogramy rozkładu porowatości w otworach produkcyjnych; 1 - liczba obserwacji, 2 - współczynnik porowatości K_p %, 3 - przedziały o największej liczbie obserwacji.

Rena Kosmulska

STAN ROZPOZNANIA GEOLOGICZNEGO BAZY SUROWCÓW SKALNYCH WOJEWÓDZTWA LUBELSKIEGO

Badania geologiczne prowadzone od pierwszych lat po wyzwoleniu pozwoliły nie tylko na lepsze poznanie budowy geologicznej województwa lubelskiego, lecz również na udokumentowanie wielu złóż surowców skalnych stanowiących podstawę rozwoju przemysłu materiałów budowlanych. Do 1984 roku udokumentowanych zostało 58 złóż surowców skalnych. Są to surowce węglanowe związane z wychodniami utworów kredowych, surowce ilaste /lessy, iły zastoiskowe/ oraz surowce okruchowe - piaszki i utwory piaszczysto-żwirowe. Stan rozpoznania poszczególnych złóż jest różny. Od opinii i sprawozdań geologicznych zawierających podstawowe parametry jakościowe surowców i szacunkowe zasoby, poprzez paszportyzacje sporządzone w latach pięćdziesiątych, karty rejestracyjne, dokumentacje uproszczone, do dokumentacji geologicznych w kategoriach C₂, C₁, B i A.

Poza dokumentacjami ustalającymi zasoby i jakość złóż wykonane zostały opracowania kompleksowe dotyczące geologicznej oceny perspektyw surowcowych woj. lubelskiego /praca zbiorowa 1965, 1984/ oraz inwentaryzacje złóż surowców mineralnych uwzględniające całokształt zagadnień dotyczących budowy geologicznej, stanu udokumentowania eksploatacji złóż, wykonanych prac geologicznych, kierunków dalszych badań, oraz ochrony przyrody i rekultywacji. Obejmują one cały obszar woj. lubelskiego.

Wydana ostatnio monografia "Surowce mineralne środkowo-wschodniej Polski" /praca zbiorowa 1984/ może służyć jako źródło praktycznej informacji dla pracowników państwowej służby geologicznej, planistów, terenowych działaczy gospodarczych oraz jednostek zainteresowanych występowaniem, poszukiwaniem, eksploatacją i przetwórstwem surowców mineralnych.

Surowce węglanowe

Surowce węglanowe występujące w granicach woj. lubelskiego to głównie skały kredowe dolnego i górnego mastrychtu /Wyrwicka K. 1970, 1979/ wykształcone w postaci opok, margli, wapieni i kredy piszącej oraz gezy i margle paleoceńskiej serii siwaka. Zasięg facjalny osadów węglanowych kredy i paleocenu, ich stratygrafię i litologię omawiają szczegółowo w swoich pracach Z. Sujkowski /1931/, W. Pożaryski /1956, 1962, 1969/, S. Cieśliński /1959, 1969/, K. Wyrwicka /1970, 1979/.

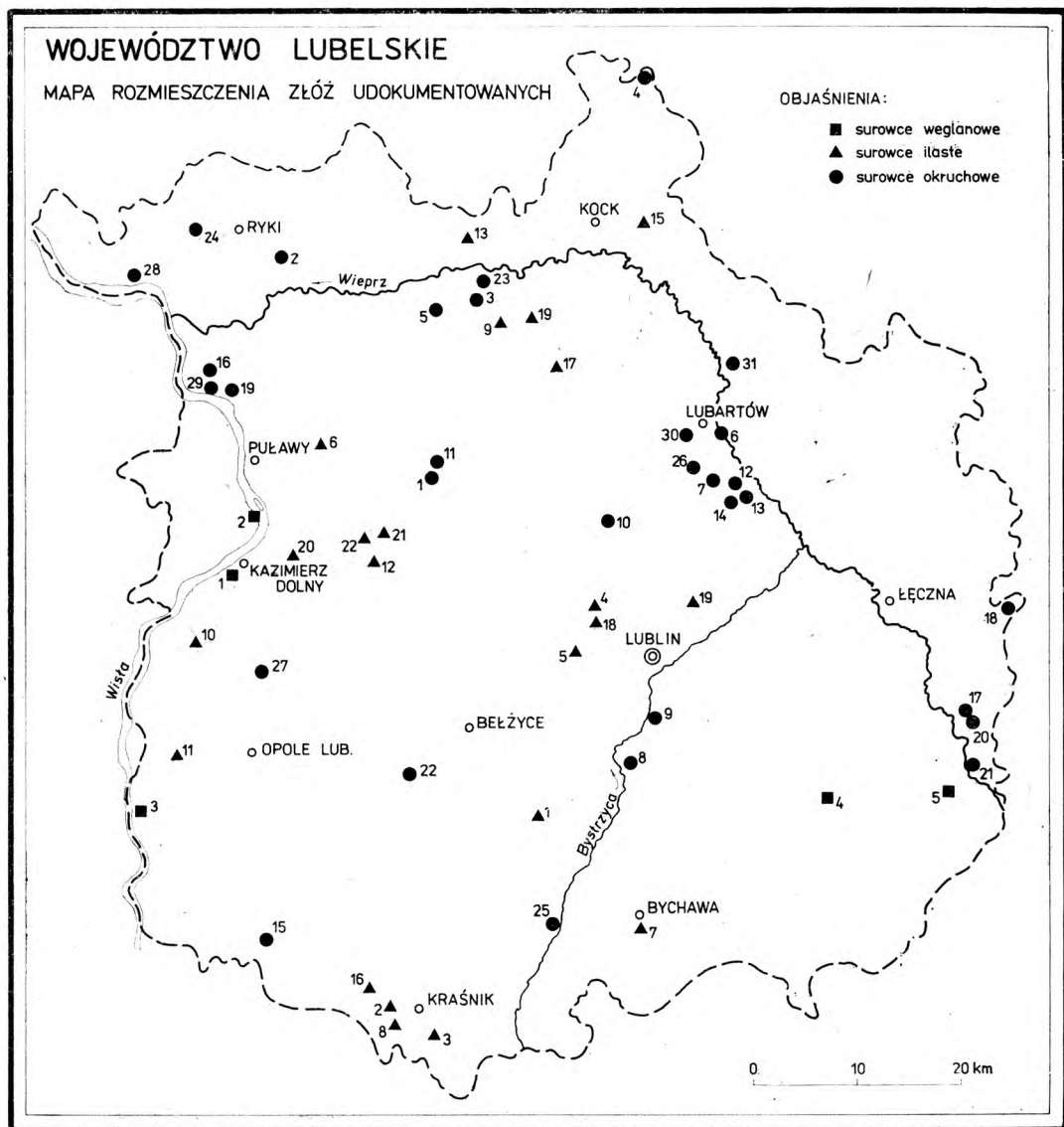
Charakterystyczna dla profilu kredowych utworów węglanowych jest duża zmienność stopnia węglanowości oraz związanych z tym własności fizykochemicznych poszczególnych skał i ich przydatności w przemyśle materiałów budowlanych.

Opoki i margle kredowe

Wśród opok górnego mastrychtu wyróżniamy dwa zasadnicze typy: opokę porowatą, lekką, dźwięczącą przy uderzeniu oraz ciężką, bardziej odporną na działanie czynników atmosferycznych, w której próżnie po rozpuszczonych igłach gąbek zostały wtórnie wypełnione kalcytem. Występują one na powierzchni lub pod niewielkim nakładem w rejonach: Kazimierza, Janowca, Nasiłowa, Kowali, Kraczewic, Karczmisk, na wschód od Chodla i Zakrzówka, na północny wschód od Niedrzwicy i Bychawy, na południe od Lublina /Siedliszczki, Głuszczyzna, Prawiedniki/, w rejonie Krzczonowa, Gardzienic, Rybczewic, Trawnik, Biskupic.

Opoki często przewarstwione są marglem, a liczne ich odmiany pośrednie między marglem a opoką o bardzo różnych parametrach jakościowych wydzielił W. C. Kowalski /1961/, np. margiel opokowy, opoka czertowa, margiel krzemionkowy, opoka marglista, opoka ilasto-wapienna itp.

Najwyższą zawartością CaCO_3 charakteryzują się według W. Pożaryskiego /1956/ wapniste opoki z Piotrowic i margle kredowe między Solcem, Mięcimierzem i Janowcem / CaCO_3 - 70 % do 80 %, SiO_2 - 16 %, Al_2O_3 - 2,5 %. W odmianach zsilifikowanych zawartość SiO_2 dochodzi do 75 %. W dolinie



Ryc. 1

Wisły opoka eksploatowana jest głównie dla potrzeb budownictwa wodnego. Porowata, lekka odmiana opoki jest chętnie stosowana przez miejscową ludność jako kamień łamany do budownictwa mieszkaniowego i gospodarczego.

Tab. 1. Stan udokumentowania surowców

Lp.	Lokalizacja złoż	Rodzaj do- kumentacji	Rodzaj su- rowca	Przydatność i wy- korzystanie suro- wca + złoża eksploatowane - złoża nieeksploatowane
1.	Kazimierz Dolny	"C ₁ "	opoka kredowa	dla potrzeb budownictwa wodnego /+/
2.	Nasiłów gm. Janowiec	"C ₁ + B"	opoka kredowa, gezy	dla potrzeb budownictwa wodnego /+/
3.	Piotrowice gm. Łaziska	"C ₁ + B"	opoka kredowa	dla potrzeb budownictwa wodnego /+/
4.	Wola Piasecka gm. Piaski	Sprawozd. w "C ₂ "	opoka kredowa	d/p kruszywa łamanego /-/
5.	Trawniki gm. Trawniki	Dok. w "C ₂ "	opoki i margle kredowe	d/p cementu /-/

Pozytywnie wypadły badania przydatności opok na kruszywa do betonów lekkich dla budownictwa niskokondygnacyjnego. Wyniki badań A. Trembeckiego /1947/ dowiodły, że kruszywo wapienne z rejonu Trawniki pozwala na otrzymanie betonów zwar-tych, odpornych na działanie mrozu, o wytrzymałości dostatecznej dla wykonania ścian nawet w budownictwie wielokondygnacyjnym o współczynniku przewodnictwa cieplnego $\lambda = 0,45 - 0,50 \frac{\text{Kcal}}{\text{mh}^\circ\text{C}}$ oraz betonów jednofrakcyjnych ściennych budynków jedno- dwukondygnacyjnych zabezpieczonych od zawilgocenia przy gorszych warunkach przewodnictwa cieplnego $\lambda = 0,30 \frac{\text{Kcal}}{\text{mh}^\circ\text{C}}$.

Badania przydatności opok do produkcji grysów wapiennych były kontynuowane przez ITB i "Miastoprojekt" Lublin na zlecenie Urzędu Wojewódzkiego w Lublinie, Wydział Gospodarki Wodnej, Geologii i Ochrony Środowiska /K. Mazurek 1977/.

Interesujące wyniki badań skał węglanowych z miejscowości Prawiedniki, Siedliszczki, Głuszczyzna uzyskano stosując "metodę" W. Fortunata. W okresie 5-7 miesięcy po wydobyciu skały ze złoża pod wpływem działania czynników atmosferycznych zmienia ona swoje własności fizyko-mechaniczne. I tak wytrzymałość na ściskanie wzrasta o 40-60 %. Wzrastają też takie właściwości, jak ciężar właściwy, porowatość, nasiąkliwość. Maleją ciężar objętościowy i ścieralność. Przeprowadzono również badania właściwości skał po wypale w różnych temperaturach stwierdzając, że wytrzymałość skał po wypaleniu do temp. 600°C wzrasta dość znacznie, a przy wyższych temperaturach gwałtownie spada. Ciężar właściwy w temp. 600°C maleje, a potem gwałtownie wzrasta. Porowatość do temp. 600°C niewiele się zmienia, a po jej przekroczeniu gwałtownie wzrasta.

Nowym zastosowaniem opok kredowych jest wykorzystanie ich do produkcji cementu portlandzkiego marki "550". Badania pod tym kątem prowadzi od 1965 r. Instytut Przemysłu Wiążących Materiałów Budowlanych w Krakowie. Podstawowym warunkiem przydatności surowca jako dodatku do produkcji cementów szybkosprawnych jest wysoki moduł krzemianowy. Moduł krzemianowy opok z rejonu Trawniki /złoża udokumentowane w kat. C₂/ wynosi średnio 7,37, a glinowy 2,42. Spełniają one wymagania stawiane przez przemysł cementowy dla opok do produkcji cementów szybkosprawnych /D. Tchórzewska 1968, 1971/.

Kreda pisząca

Utwory kredowe górnego mastrychtu wykształcone w postaci kredy piszącej odsłaniają się w okolicy miejscowości Upole Lubelskie - Chodel, Dobre n/Wisłą. Jest to kreda pisząca marglisto-piaszczysta /K. Wyrwicka 1970/ o zawartości CaCO_3 od 75 do 90 % i SiO_2 powyżej 10 %. Prace prowadzone w tym rejonie przez Instytut Geologiczny pozwoliły na ustalenie /K. Wyrwicka 1970, 1977/, że występujący tu kompleks surowcowy, na

który składają się kreda piszcząca, margle, opoka marglista z wkładkami wapieni, może być brany pod uwagę jako surowiec zupełny do produkcji cementu. Obecność opok w profilu surowcowym pozwoliłaby na uzyskanie cementów wysokich marek.

Przeprowadzone wstępne prace wytyczyły kierunki dalszych badań geologicznych wskazując na perspektywiczne możliwości surowcowe zachodniej części Wyżyny Lubelskiej.

Gezy paleoceńskie serii siwaka

W rejonie Nasikowa, Bochotnicy, Lublina, Łuszczowa, Stasina, Dominowa, Mełgwi, Krzczonowa i Piotrkowa odsłaniają się utwory paleoceńskie tzw. serii siwaka. Buduje je kompleks składający się z lekkich, porowatych opok i gez prze-warstwionych nieciągłymi ławicami twardego, ciemnoszarego wapienia.

Mięszczość gez w rejonie Puław wynosi 54 m /K. Pożaryska 1967/. W środkowej części województwa jest niewielka /od kilku do kilkunastu metrów/. Gezy są skałą wapnistą o zawartości CaO - 22,4 %, MgO - 0,8 %, SiO_2 - 50,6 %, Al_2O_3 - 3,4 %, Fe_2O_3 - 1,6 % /próbka z rejonu Wąwolnicy/.

Eksploatowane dla potrzeb budownictwa wodnego i lokalnego budownictwa gospodarczego stały się również przedmiotem zainteresowania przemysłu cementowego jako dodatek puculowany do cementów portlandzkich. Przeprowadzone badania laboratoryjne i przemysłowe okazały się pozytywne.

Surowce krzemionkowe

Na obszarze województwa występują dwa różne typy surowców krzemionkowych. Trzeciorzędowe piaskowce krzemionkowe i zlepy muszlowe morskiego sarmatu oraz tzw. ziemia krzemionkowa - tj. skała będąca produktem epigenetycznego odwapniania utworów kredy i paleocenu - głównie opok i gez.

Piaskowce krzemionkowe

Ten typ utworów występuje w rejonie Chmiela i Piotrkowa. Są to ławice potrzaskanych i silnie zniszczonych piaskowców sarmackich o niewielkiej mięszczości 2-5 m. Partiami

skała ma charakter silnie scementowanych zlepow muszlowych. Utwory te charakteryzują się dużą zwięzłością, są odporne na działanie czynników atmosferycznych i wykorzystywane przez miejscową ludność jako kamień fundamentowy i do budowy dróg lokalnych.

Badania technologiczne wykonane przez ITB na próbkach z rejonu Chmiela i Piotrkowa wykazują, że jest to skała o gęstości 2,60-2,65 Mg/m³, porowatości 2,19-2,48 %, nasiąkliwości 0,86-3,66 %, ścieralności 0,12-0,61 cm i wytrzymałości 39,7-179,3 MPa.

Istniejące materiały geologiczne nie pozwalają na ustalenie zasobów i rozprzestrzenienia tych piaskowców, a mała miąższość i zalesienie terenów występowania stawia pod znakiem zapytania celowość ich dokumentowania.

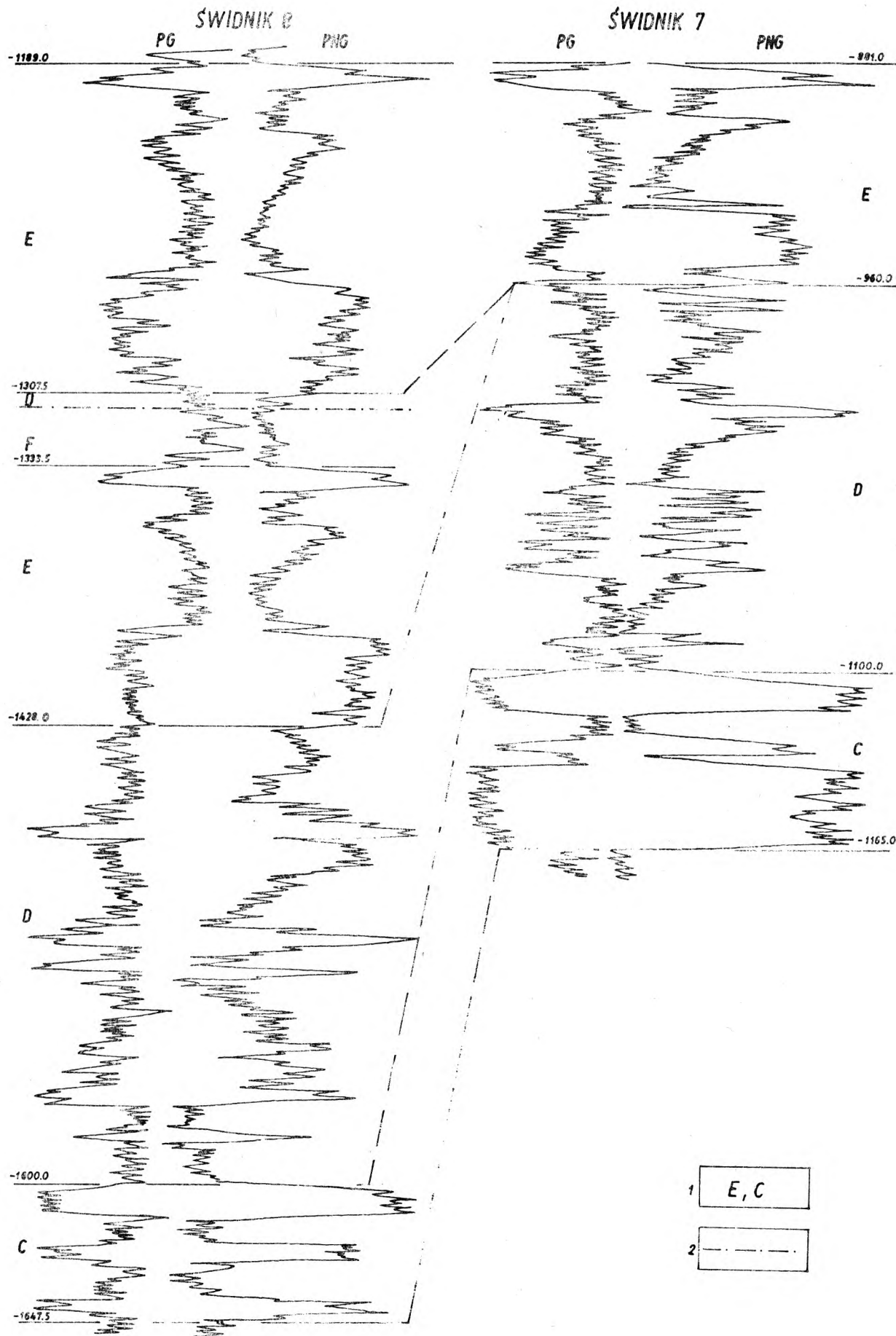
Ziemia krzemionkowa /opoka odwapniona/

Ten typ utworów znany jest z okolic Góry Puławskiej, Parchatki oraz Krzczonowa i Piotrkowa. Procesami odwapniania zostały objęte w trzeciorzędzie przypowierzchniowe warstwy skał typu opoki i gezy. Głębokość odwapnienia wynosi 2-8 m. Wyjątkowo w rejonie Bożego Daru stwierdzono odwapnienie sięgające 30 m /E. Szelałowska-Skrzypczak 1969/.

Najmniej można powiedzieć na temat ziemi krzemionkowej z okolic Piotrkowa i Krzczonowa. Brak wierceń nie pozwala na ustalenie rozprzestrzenienia się i zasobów, jak również jakości i przydatności surowca.

Złoże opoki odwapnionej w Górze Puławskiej odkrył i rozpoznał W. Pożaryski /1952/. Na podstawie ponad 100 wierceń stwierdził, że utwory odwapnione zalegają pod nakładem 0-20 m. Ich miąższość wynosi 2-8,5 m. Skała jest jasnoszara, lekka, porowata, występuje na obszarze około 90 ha. Zasoby oszacowano na około 4 mln m³.

Brak badań technologicznych uniemożliwia określenie wartości złoża i celowości dalszego dokumentowania.



Ryc. 2

Surowce okrucowe

Z punktu widzenia przydatności w budownictwie rozróżniamy wśród surowców okrucowych 3 zasadnicze grupy. Są to: piaski budowlane do betonów, zapraw, wypraw i gładzi; piaski kwarcowe do produkcji cegły wapienno-piaskowej i betonów komórkowych oraz utwory piaszczysto-zwirowe tzw. pospółki, które są surowcem najbardziej poszukiwanym przez budownictwo. Stan zasobów pospółek oraz niewielka szansa na udokumentowanie nowych, mieszczących się w kryteriach bilansowych, złoży stawią ją woj. lubelskie w rzędzie województw deficytowych. Udokumentowane złoża podano w tab. 2.

Piaski kwarcowe przedczwartorzędowe

Piaski kwarcowo-glaukonitowe grubo-, średnio- i drobnoziarniste datowane na oligocen są znane z rejonu Lubartowa, Nowodworu, Skrobowia, Gawłówki i Góry Puławskiej. Zalegają pod różnej miąższości warstwą piasków i glin czwartorzędowych bądź też bez nadkładu, jak to ma miejsce w Łucie i Gawłowie. Piaski glaukonitowe rejonu Lubartowa zostały udokumentowane łącznie z piaskami czwartorzędowymi do produkcji betonów komórkowych. Są to piaski grubo- i średnioziarniste, ku dołowi przechodzące w drobnoziarniste, a na głębokości 18-23 m w pylaste.

Podobne następstwo występuje również w udokumentowanym, lecz nie zatwierdzonym złożu "Gawłówka". Piaski rejonu Gawłówki zbadane zostały pod kątem ich przydatności do celów odlewniczych. Piaski glaukonitowe rejonu Góry Puławskiej o miąższości 4-6 m stanowią część utworów zalegających w strobie ziemi krzemionkowej i nawiercone zostały na głębokości 5-15 m.

Piaski i zwirowe strefy czołowomorenowej

Formy czołowomorenowe zbudowane są z osadów piaszczysto-zwirowych nie warstwowanych, źle wysortowanych, o dużej wartości materiału lokalnego. Są to przeważnie złoża nie zawadnione, o punkcie piaskowym w granicach 50-80 % i zawartości pyłów 3-15 %. Charakteryzują się dużą zmiennością w

pionie i poziomie, zarówno pod względem procentowej zawartości frakcji grubszych, jak również wkładek piasków pylastych i glin zwałowych wciśniętych między osady piaszczysto-zwirowe /J. Morawski 1965/. Powoduje to duże trudności przy rozpoznawaniu tego typu złóż, a niewielkie zasoby przy wysokim punkcie piaskowym i dużym zapyleniu eliminują je ze złóż odpowiadających kryterium bilansowości. Formy czołowo-morenowe występują w północnej części województwa w rejonie Frzytoczna, Kocka, Niedźwiady, Nowej Woli, Kolechovic, Krasienina. Eksploatowane są na lokalne potrzeby budowlane oraz do konserwacji dróg.

Piaski rzeczne i wodno-lodowcowe

Utwory piaszczysto-zwirowe i piaszczyste pochodzenia rzecznego i wodno-lodowcowego związane są ze strefą moren czołowych i z terasami plejstocenskimi towarzyszącymi prawemu brzegowi Wisły oraz dolinom Wieprza i Bystrzycy. Występują na Pojezierzu Łęczyńsko-Włodawskim oraz w obrębie wyżyn polodowcowych /R. Kosmulska 1973/.

Głównym składnikiem mineralnym frakcji podstawowej jest kwarc, którego udział przekracza zwykle 90 %. Utwory te wykorzystywane są dla celów budowlanych oraz dla przemysłu cegły wapienno-piaskowej i betonów komórkowych. Nadają się również dla celów odlewniczych jako piaski formierskie. Dla potrzeb przemysłu odlewniczego udokumentowane zostało złożo piasków w Górcie Lubartowskiej. Są to piaski klasy ZKP i LKP o temp. spiekania 1350°C /B. Zaliwska 1965/ nadające się do sporządzania form ciężkich i średnich odlewów żeliwnych.

Piaski zwałowe

Piaski zwałowe związane są z rozległymi obszarami wyżyn lodowcowych. Są to piaski różnoziarniste, pylaste, często z glazikami, źle wysortowane, miejscami ze znacznym udziałem frakcji zwirowej, w stropie zanieczyszczone związkami żelaza. Występują w rejonie Kraśnika, Popkowic, na północ i zachód od Lublina, w rejonie Kocka i Woli Osowińskiej, gdzie towarzyszą formom czołowomorenowym. Wykorzystywane są przez miejscową

ludność do zapraw i wypraw budowlanych oraz na podsypki drogowe i do stabilizacji. Z uwagi na złe wysortowanie i duże zapylenie nie mieszczą się w kryteriach bilansowości.

Piaski wydymowe

Piaski wydymowe są efektem przywiania piasków rzecznych, wodnolodowcowych, zwałowych i innych. Stąd ich specyficzny charakter, drobne i równe uziarnienie, brak zanieczyszczeń, wysoka 93-98 % zawartości krzemionki. Kształt i wielkość form wydymowych jest bardzo różna. Wysokość wydym przekracza niekiedy 20 m. Piaski wydymowe występują na terasach rzek Wisły, Wieprza i ich dopływów w rejonie Janiszowa, Opola Lub. Karczmisk, Rogowa, między Dęblinem i Końskowolą i na zachód od Firleja. Piaski wydymowe stosowane są do robót budowlanych, do zapraw, gładzi, do produkcji cegły wapienno-piaskowej i betonów komórkowych oraz produkcji pustaków i na podsypki drogowe.

Tab. 2. Stan udokumentowania złóż surowców okrucowych

Lp. złóż	Lokalizacja	Rodzaj dokumentacji	Rodzaj surowca	Przydatność i wykorzystanie surowca +złóża eksploatowane -złóża nieeksploatowane
1	Kłoda I gm. Kurów	Karta rejestr.	piaski+ pospółka	do budownictwa drogowego i produkcji mieszanek mineralnych do mas bitumicznych /+/-
2	Sierskowola gm. Ryki	Karta rejestr.	pospółki	do nawierzchni drogowych, prod. mieszanek do mas bitumicznych, betonów cementow. i stabilizacji /+/-
3	Kotarzyn gm. Michów	Dok. C ₂	Piaski i pospółki pp 58 %	do betonu i zapraw budowlanych /-/-
4	Olszewnica gm. Borki, Radzyń	Dok. C ₂	Kruszywo nat.żwirowe o pp 6r.	d/p mieszanek grubych i drobnych o raz pospółki. Do

Tab. 2 c.d.

1	2	3	4	5
			68,66 % Pia- ski	prod. piasków nie klasyfikowanych do betonów i zapraw bud. /+/-
5	Gródek gm. Baranów	Karta rejestr.	Kruszywo nat. piasz- czysto-żwi- rowe	d/p mieszanek mine- ralnych, do mas bi- tumicznych i beto- nów oraz piasek do robót drogowych /+/-
6	Lubartów /Jacek-Łucka	Dok. upro- szczona	Piasek bu- dowlany	Do betonów, zapraw, wypraw /-/-
7	Trzciniec gm. Lubartów	Dok. upro- szczona	Piasek bu- dowlany	Do betonów, zapraw, wypraw /-/-
8	Zemborzyce -Prawiedniki m. Lublin	Karta rejestr.	Piaski	Do sypania zapory i wałów /-/-
9	Zemborzyce gm. Lublin	Karta rejestr.	Piaski	Do zapraw i wypraw /-/-
10	Krasienin gm. Niemce	Karta rejestr.	Piasek z domieszką żwiru	Do robót drogowych /+/-
11	Kłoda II gm. Kurów	Karta rejestr.	Piaski	Do robót drogowych /+/-
12	Niemce-Rokitno gm. Lubartów	Dok. C ₁ +B	Piaski	Do robót drogowych zapraw, wypraw /+/-
13	Niemce-Rokitno II gm. Lubar- tów	Dok. C ₁ +B	Piaski	Do robót drogowych, betonów, zapraw, wypraw /+/-
14	Niemce-Rokitno gm. Lubartów	Dok. C ₂	Piaski budowlane	Do betonów, zapraw, wypraw /+/-
15	Sosnowa Wola gm. Dzierzkowice	Dok. C ₂	Piaski	D/p betonów, zapraw, wypraw /+/-
16	Gołęb gm. Dęblin	Karta rejestr.	Piaski budowlane	Piaski odmiany III
17	Kol. Jaszców gm. Milejów	Karta rejestr.	Piaski	Do sypania nasy- pów /+/-
18	Albertów gm. Puchaczów	Karta rejestr.	Piaski i pyły pia- szcyste	Do robót ziemnych /+/-

c.d. Tab. 2

1	2	3	4	5
19	Puławy	Karta rejestr.	Piaski bu- dowlane	Piaski odmiany I, II, III /+/-
20	Kol.Jaszczów II gm.Mile- jów	Karta rejestr.	Piaski	Do robót drogowych /+/-
21	Dorohucza gm.Trawniki	Karta rejestr.	Piaski	Do robót drogowych /+/-
22	Dylążki gm.Bełżyce	Karta rejestr.	Piaski bu- dowlane	Odmiany III /+/-
23	Drewnik gm.Jeziorzany	Karta rejestr.	Piaski bu- dowlane oraz nie- klasyfiko- wane oraz kruszywo drobne	Do betonów, zapraw oraz robót drogo- wych /+/-
24	Kol.Swaty gm. Ryki	Karta rejestr.	Piaski	Do budownictwa i robót drogowych /-/-
25	Borkowizna gm.Strzyżewice	Karta rejestr.	Piaski	Do robót drogowych /+/-
26	Nowodwór gm.Lubartów	Karta rejestr.	Piaski	Do robót drogowych /+/-
27	Karczmiska gm.Karczmiska	Dok.C ₂	Piaski wy- dmowe	D/p cegły wapien- no-piaskowej /-/-
28	Stężyca gm.Ryki	Dok.B+C ₁	Piaski wydmowe	D/p cegły wapien- no-piaskowej /+/-
29	Gołęb gm.Puławy	Dok.B+C ₁	Piaski wydmowe	D/p betonów ko- mórkowych
30	Lubartów	Dok.B+C ₁	Piaski kwarcowe	D/p betonów ko- mórkowych /+/-
31	Górka Lubartowska gm.Niedźwiada	Dok.C ₂	Piaski kwarcowe	Formierskie kla- sy 2KP i 1KP

/Uwaga: numeracja na mapie zgodna z tabelą/.

Surowce ilaste

Wszystkie surowce ilaste występujące na terenie woj. lubelskiego, takie jak: gliny zwałowe, iły i mułki zastoiskowe, mułki rzeczno-rozlewiskowe i lessopodobne oraz lessy i gliny lessowe, związane są z utworami czwartorzędowymi. Największe rozprzestrzenienie mają utwory lessowe występujące na powierzchni $2/3$ województwa.

Gliny zwałowe

Gliny zwałowe wykształcone w czasie zlodowacenia środkowo-polskiego występują w północnej części województwa w rejonie Ryk, Ostrówka, Kamiennowoli, Niedźwiady, Rudna i Brzostówki. Gliny zwałowe zalegają płatami na niewielkich obszarach. Miąższość ich jest różna od kilku do kilkunastu metrów. Zanieczyszczenie materiałem piaszczystym i żwirowym oraz zamarglenie sprawia, że nie przedstawiają one większej wartości dla przemysłu ceramicznego. Surowiec ten sporadycznie wykorzystywany jest w niewielkich cegielniach, np. Michów, Wincentów, Wilków, Łaziska.

Iły i mułki zastoiskowe /warwowe/

Iły i mułki warwowe związane ze zlodowaceniem środkowo- i północnopolskim występują w północno-zachodniej części województwa między Puławami a Górką Kocką. Badania geologiczne wykonane przez Instytut Geologiczny pozwoliły na ocenę warunków występowania i własności fizyko-mechanicznych i technologicznych zastoiskowych utworów ilastych występujących na terenie woj. lubelskiego oraz występowanie terenów perspektywicznych dla dalszych prac. T. Uberta /1963, 1965/ charakteryzuje utwory warwowe województwa jako wapniste iły i mułki o miąższości 2,8-14,0 m zalegające pod nakładem 0,2-6,0 m. Zawartość margla o ϕ pow. 0,5 mm wynosi 0,02-0,08 %, woda zasobowa $\approx$ 30 %, skurcz. suszenia 8,3-9,8 %, nasiąkliwość 11,61-13,63 %, wytrzymałość na ściskanie po wypale w temp. 960°C 28,1-55,7 MPa, mrozoodporność całkowita /25 cykli/. Jakość surowca odpowiada kryterium bilansowości dla surowców

do produkcji wszelkiego rodzaju wyrobów ceramiki grubościennnej, cienkościennnej, a nawet dachówki.

Takimi własnościami charakteryzują się udokumentowane złoża "Przytoczno", "Żelków" i "Górka Kocka". Gorsze jakościowo jest złożo "Młynki" /tab. 3/.

Mułki rzeczno-zastoiskowe i lessopodobne

Mułki rzeczno-rozlewiskowe i lessopodobne powstały w czasie zlodowacenia środkowopolskiego przez nawiewanie i zmywanie utworów lessowych do zbiorników wodnych powstałych przez zatanowanie odpływu rzek Wyżyny Lubelskiej.

Utwory tego typu zalegają w spągu udokumentowanych w Nierdrzwicy lessów stanowiąc łącznie z nimi złożo. Miąższość ich wynosi około 10 m, a stosunkowo duży udział frakcji ilowej wpływa korzystnie na jakość surowca.

Mułki lessopodobne występują w złożu "Bychawa" i związane są ze zlodowaceniem północnopolskim. Jest to złożo bardzo interesujące, gdyż w części mułków stwierdzono własności ziem odbarwiających "8" w skali Tonsil. Tę część złoża objęto niezatwierdzoną kartą rejestracyjną jako złożo ilów bentonitowych. Miąższość ich przekracza 7 m, lecz nieregularne rozmieszczenie w złożu utrudnia ustalenie ich charakteru litologicznego i rozprzestrzenienia.

Lessy i gleby lessowe

Utwory lessowe występujące w południowej i środkowej części województwa powstały w czasie zlodowacenia środkowo- i północnopolskiego /A. Maliński 1950, J. E. Mojski 1965/. Wyróżnia się następujące typy facjalne lessów: lessy subarealne, typowe, niewarstwowane oraz zsoliflukcyjne i aluwialne. Miąższość utworów lessowych na terenie woj. lubelskiego wynosi około 25 m. Surowcowo nie są one materiałem atrakcyjnym dla ceramiki budowlanej, gdyż z uwagi na małą plastyczność otrzymywana z nich cegła charakteryzuje się niską wytrzymałością i dużą nasiąkliwością. Lessy nie nadają się do produkcji mechanicznej z uwagi na niskie właściwości formiercze. Mimo tych nie najlepszych właściwości są powszechnie stosowane do wypału cegły, a większość udokumentowanych

złóż ceramiki budowlanej to utwory lessowe /tab. 3/.

Lessy stały się przedmiotem zainteresowania przemysłu kruszywa sztucznego /agloporytów/. Dla potrzeb tego przemysłu udokumentowano 5 złóż.

Tab. 3. Stan udokumentowania złóż surowców ilastych

Lp.	Lokalizacja złóż	Rodzaj dokumentacji	Rodzaj surowca	Przydatność i wykorzystanie surowca
				+złóżo eksploatowane -złóżo nieeksploatowane
1	2	3	4	5
1	Niedrzwica Kościelna gm.Niedrzwica Duża	Dok.A+B	lessy ilaste i mułki	D/p cegły pełnej /-/
2	Kraśnik III gm.Kraśnik	Dok.A+B	lessy	D/p cegły pełnej /+/
3	Słodków gm.Kraśnik	Dok.A+B+C ₁	lessy	D/p cegły pełnej /+/
4	Dębówka gm.Jastków	Dok.A+B	lessy	D/p cegły pełnej /-/
5	Płouszowice gm.Jastków	Dok.A+B	lessy	D/p cegły pełnej /-/
6	Młynki gm.Końskowola	Dok.C ₂	iły warwowe	D/p wyrobów ceramicznych /-/
7	Bychawa gm.Bychawa	Karta rejestr.	mułki lessopodobne iły bentonitowe	D/p cegły pełnej /+/
8	Kraśnik IV gm.Kraśnik	Karta rejestr.	lessy	D/p cegły pełnej /-/
9	Michów-Mejnerzyn gm.Michów	Karta rejestr.	gliny żwałowe ża- piaszczyste	D/p cegły pełnej /+/
10	Wilków gm.Wilków	Karta rejestr.	gliny, mułki, iłły	D/p cegły pełnej /+/

Tab. 3 c.d.

1	2	3	4	5
11	Iaziska	Karta rejestr.	gliny zwa- żowe	D/p cegły pełnej /-/
12	Łopatki gm.Wąwolnica	Karta rejestr.	lessy i mułki	D/p cegły pełnej /+/
13	Przytoczno gm.Jeziorzany	Dok.C ₂	iłły zasto- iskowe	D/p ceramiki gru- bo- i cienkościen- nej /-/
14	Żelków gm.Michów	Dok.C ₂	iłły zasto- iskowe	D/p cienkościen- nych wyrobów ce- ramiki budowla- nej /-/
15	Górka Kocka gm.Kock	Dok.C ₂	iłły zasto- iskowe	D/p cienkościen- nych wyrobów ce- ramiki budowla- nej /-/
16	Wyżnica gm.Dzierzko- wice	Dok.C ₁	lessy i gliny les- sowe	D/p cegły pełnej /+/
17	Olśzowiec gm.Michów	Dok.C ₂	iłły zasto- iskowe	D/p wyrobów grubo- i cienkościennych /-/
18	Dębówka gm.Jastków	Dok.C ₂	lessy	D/p agloporytu /-/
19	Żulin gm. Niemce	Dok.A+B+C ₁	lessy	D/p agloporytu /-/
20	Wierzchoniów gm.Kazimierz D.	Dok.C ₂	lessy	D/p agloporytu /-/
21	Klementowice II gm.Kurów	Dok.C ₁ +B	lessy	D/p agloporytu /-/

Literatura

- Cieśliński S. 1959: Alb i cenoman północnego obrzeżenia Gór Świętokrzyskich. Prace IG. T. 28. Warszawa
- Cieśliński S., Pożaryski W. 1969: Stratygrafia mezozoiku obrzeżenia Gór Świętokrzyskich, Kreda. Prace IG. T. 56. Warszawa.

- Dembowski Z. i inni 1965: Geologiczna ocena perspektyw surowcowych obszaru województwa lubelskiego. IG Warszawa. Arch. UW w Lublinie.
- Jahn A. 1956: Wyżyna Lubelska, Warszawa. Prace IG PAN Nr 7.
- Kosmulska R. 1973: Surowce okruszowe woj. lubelskiego. Mat. Arch. Woj. Arch. Geol. Lublin.
- Kowalski W. C. 1961: Wytrzymałość na ściskanie budowlanych skał senońskich przełomowego odcinka Wisły środkowej na tle ich litologii, Biul. Geol. UW W-łu Geologii, T 1, cz. 2. Warszawa.
- Kalicki A. 1950: Geneza i rozmieszczenie lessów w środkowej i wschodniej Polsce. Annales UMCS, sec. B vol. 4. Lublin.
- Mazurek K. 1977: Sprawozdanie z badań laborat. skał węglanowych z miejscowości Głuszczyzna, Prawiedniki, Kol. Siedliszczki metodą prof. Fortunata dla ustalenia zmian fizyko-mechanicznych i przydatności dla celów budowlanych. Mat. Arch. WAG Lublin.
- Mojski J. B. 1965: Stratygrafia lessu w dorzeczu doliny Huczwy. Biul. Geol. IG Nr 187, Warszawa.
- Morawski J. 1965: Z zagadnień sedimentacji i rzeźby czwartorzędu środkowej i północnej Lubelszczyzny. Annales UMCS sec. B v. 12 Lublin.
- Pożaryska K. 1967: Badania warstw pogranicznych kredy i trzeciorzędu w Polsce pozakarpackiej. Kwart. Geol. T. 11, z. 3. Warszawa.
- Pożaryski W. 1952: Orzeczenie geologiczne występowania ziemi krzemionkowej w Górze Puławskiej. Mat. Arch. IG, Warszawa.
- Pożaryski W. 1956: Jura i Kreda na Wyżynie Lubelskiej. Reg. Geol. Polski T. II. Kraków.
- Pożaryski W. 1962: Atlas geologiczny Polski z. 10. Kreda. Warszawa.
- Siliwończuk Z. 1976: Programy poszukiwań złóż kruszywa naturalnego w woj. lubelskim IG Warszawa. Arch. UW Lublin.
- Sujkowski Z. 1931: Petrografia kredy Polski. Spraw. PTG, t. 6, z. 3, Warszawa.
- Szelągowska-Skrzypczak E. 1969: O występowaniu geiz odwapniających w rejonie Piotrkowa Lub. Prz. Geol. nr 10.

- Tchórzewska D. 1968: Ekspertyza dotycząca określenia przydatności surowców regionu lubelskiego do produkcji cementu portlandzkiego marki "550". Kraków. Arch. UW Lublin.
- Tchórzewska D. 1971: Dokumentacja geologiczna złoża opoki kredowej "Trawniki". Kraków. Arch. UW. Lublin.
- Trembecki A. 1947: Wstępne ujęcie właściwości technologicznych wapieni lekkich płyty lubelskiej i nieckiej łódzkiej. Mat. Bud., nr 1. Warszawa.
- Uberna T. 1963: Analiza wyników II etapu prac dla poszukiwań geologicznych większych złóż ilastych surowców ceramiki budowlanej na terenie woj. lubelskiego i białostockiego. Mat. Arch. IG Warszawa.
- Uberna T., Bałuk A. 1965: Geologiczne podstawy dla poszukiwania złóż surowcowych ilastych na obszarze woj. lubelskiego. Prace IG, Arch. Warszawa.
- Wyrwicka K., 1970: Opracowanie perspektyw surowców węglanowych Lubelszczyzny, Mat. arch. IG. Warszawa.
- Wyrwicka K., 1979: Poszukiwanie surowców węglanowych przydatnych do produkcji cementu i kamienia budowlanego - obszar lubelski i radomski. Prace Arch. IG. Warszawa.
- Zalewska B. 1965: Dokumentacja geologiczna złoża piasków formierskich Górka Lubartowska. IG. Warszawa. Arch. UW Lublin.

Zdzisław M i c h a l c z y k, Stefan P r z e m y s k i

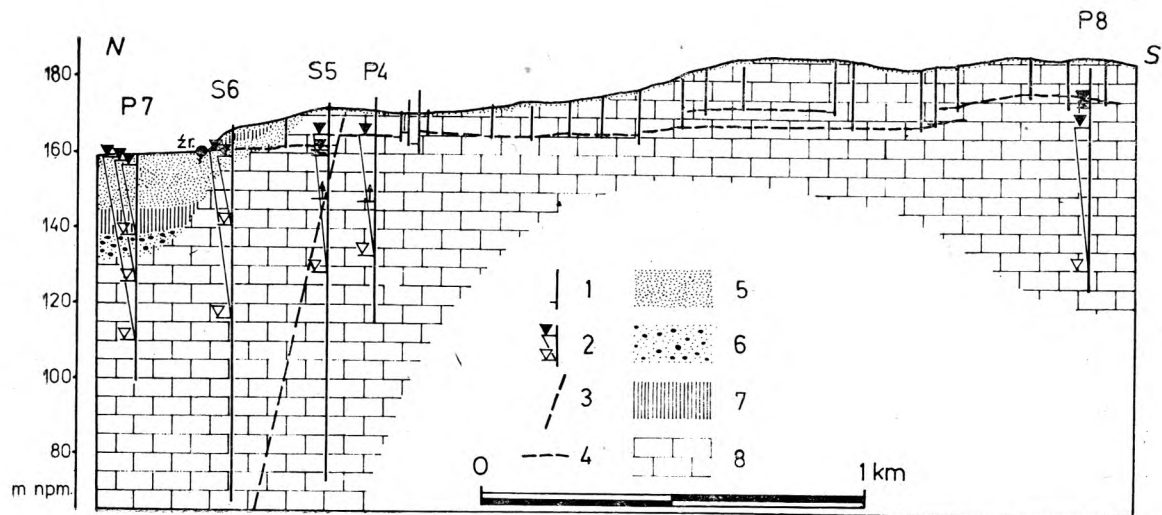
ANIZOTROPIA KREDOWEGO PIĘTRA WODNEGO W REJONIE TURKI KOŁO LUBLINA

Wstęp

Badania i obserwacje kredowego piętra wodonośnego w rejonie miejscowości Turka koło Lublina wykonano w czasie wiercenia studni i piezometrów budowanego tam ujęcia wody, w okresie indywidualnych i zespołowych pompowań studni, oraz zbierano informacje hydrogeologiczne poprzez kartowanie hydrograficzne i trzyletnie pomiary stanów wód podziemnych. Ujęcie wody w Turce zostało zaprojektowane na zaspokojenie potrzeb projektowanej Odlewni Żeliwa. W pierwszym etapie rozwoju tego zakładu woda miała być pobierana ze studni zlokalizowanych na prawym brzegu doliny Bystrzycy między miejscowościami Turka i Łuszczów. Początkowo studnie zlokalizowano w dolinie rzeki. Jednakże z uwagi na potrzebę ochrony jakości wody podziemnej przed ściekami doprowadzanymi na łąki, a więc przed ewentualnym zanieczyszczeniem wód, pozostawiono w dolinie tylko dwa piezometry. Pozostałe otwory rozpoznawcze zlokalizowano na terasie nadzalewowej południowego brzegu Bystrzycy. Dalsze potrzeby wodne Odlewni miały być zaspokajane z drugiej części ujęcia zlokalizowanej na północ od rzeki. Projekt badań hydrogeologicznych opracowany na lewostronną część ujęcia /S. Przemyski 1976/ zakładał wykorzystanie również zasobów wodnych dorzecza Ciemięgi. Dla obu części ujęcia Turka I i II zlokalizowanych na obu brzegach Bystrzycy udokumentowano pompowniami indywidualnymi zasoby wody w ilości $2378 \text{ m}^3/\text{h}$, z tego $1015 \text{ m}^3/\text{h}$ w części leżącej na południe od rzeki.

Budowa geologiczna

Badany obszar ujęcia wody położony jest na pograniczu dwu subregionów Wyżyny Lubelskiej oddzielonych północnym zboczem doliny Bystrzycy: Płaskowyżu Nałęczowskiego i Rów-



Ryc. 1

niny Łuszczowskiej. Budowa geologiczna warstw przypowierzchniowych oraz warunki hydrogeologiczne zostały rozpoznane dzięki wykonaniu w latach 1974-1980 37 wierceń hydrogeologicznych o głębokości od 56 do 110 m oraz 6 rdzeniowanych wierceń geologicznych o głębokości od 30 do 73 m. Ponadto w tym okresie zarejestrowano około 1000 studni kopanych, dla których drogą wywiadu zebrano informacje o profilu hydrogeologicznym.

Podłoże skalne rejonu ujęcia stanowią utwory mastrychtu wykształcone w strefie przypowierzchniowej głównie jako margle. Skały te przykryte są płatowo występującymi geozami paleocenu oraz pokrywą osadów czwartorzędowych /M. Harasimiuk, A. Henkiel 1982/. Miąższość oraz wykształcenie litologiczne czwartorzędu jest bardzo zmienne. Na południowy wschód od Bystrzycy grubość piasków drobnoziarnistych jest mała, a miejscami skały podłoża wychodzą na powierzchnię. Na północny zachód od rzeki występują lessy osadzone na węglanowych skałach paleocenu lub górnej kredy oraz na czwartorzędowych glinkach żwółkowych i piaskach. Miąższość czwartorzędu w kopalnej dolinie Bystrzycy wynosi od 25 do 50 m. Natomiast największą jego grubość stwierdzono w kopalnej rymnie erozyjnej Łuszczowa - 87 m /P-10/ oraz w rowie Sobianowie - 60 m /P-15/. Głębokie obniżenia skał węglanowych wypełnione są żwirami i piaskami rzecznyymi, na których leżą mułki lub gliny przykryte różnoziarnistymi piaskami.

Strop węglanowych osadów górnej kredy i paleocenu występuje na wysokości od poniżej 100 m w rymnie Łuszczowa do ponad 190 m n.p.m. w obszarach wierzchwinowych. Na SE od rzeki gezy paleocenu zajmują niewielką powierzchnię, natomiast na NW od Bystrzycy występują zwartą pokrywą. Granica między marglami mastrychtu i geozami paleocenu ustalona została w oparciu o stwierdzone występowanie tzw. "twardego dna" i na podstawie badań mikrofauny /M. Harasimiuk, A. Henkiel 1982/.

Margle mastrychtu miejscami przechodzące w opoki margliste lub margle ilaste są skałą mało odporną na ściskanie, a ich porowatość utrzymuje się w granicach 40-50 % /M. Harasimiuk, A. Henkiel 1982/. Zróźnicowanie wykształcenia litologicznego margli obserwowano na obszarze badań oraz w rdzeniach wiertniczych. Zróźnicowanie litologii margli potwier-

dzają badania geofizyczne wykonane w kilku studniach, które wykazały obecność przewarstwień ilastych o miąższości 2-3 m w serii margli twardych. Również właściciele studni kopanych stwierdzają liczne przewarstwienia skał miękkich i twardych oraz potwierdzają występowanie wód swobodnych i naporowych. Dużą zmienność litologiczną wykazują także osady paleocenu, wśród których najczęściej występują gezy o porowatości 45-52 %. Natomiast wapienie margliste mają porowatość rzędu kilku procent /M. Harasimiuk, A. Henkiel 1982/. Zmienność litologiczną węglanowych osadów górnej kredy i paleocenu znajduje odzwierciedlenie w warunkach hydrogeologicznych rejonu ujęcia wody.

Przestrzenne zróżnicowanie warunków przepływu wody

Zróżnicowanie warunków hydrogeologicznych wynika - oprócz zmienności litologicznej - z tektoniki obszaru. Badania M. Harasimiuka i A. Henkla /1982/ wykazały istnienie wielu dyslokacji w skałach mastrychtu i paleocenu o kierunku SW-NE oraz NW-SE. Problem pionowego zasięgu spękań nie został rozwiązany. Udokumentowano bezspornie przesunięcia bloków skalnych rzędu kilkudziesięciu metrów. Rola dyslokacji oraz stref dyslokacyjnych dla wodoprzepuszczalności górotworu jest bardzo duża i różnokierunkowa /M. Harasimiuk, A. Henkiel, S. Przytycki 1980/. Strefy te mogą ułatwiać lub utrudniać przepływ wód podziemnych. Najważniejszą rolę hydrogeologiczną wydaje się odgrywać strefa dyslokacyjna Bystrzycy, która może mieć założenia w tektonice podłoża paleozoicznego. Złożone warunki tektoniczne oraz zmienność litologiczna komplikują warunki występowania wód podziemnych.

W dolinie Bystrzycy oraz w strefach głębokich rowów tektonicznych czy tektoniczno-erozyjnych pierwszy poziom wody występuje w piaszczystych osadach czwartorzędu. Zwierciadło wody w miejscach najniżej położonych występuje bardzo płytko, a w strefach oddalonych od rzeki miąższość bezwodnego czwartorzędu dochodzi do kilkunastu metrów. Zasobność wodna tego poziomu jest zróżnicowana, co wynika z miąższości i składu mechanicznego warstw wodonośnych. Zasilanie piasków odbywa się

poprzez infiltrację opadów atmosferycznych i podzienny dopływ wód z piętra kredowego, z którym wody czwartorzędowe pozostają w ścisłej łączności hydraulicznej.

Wody w utworach węglanowych występują na głębokości od 5 do 35 m. Poza kopalnymi rynnami stwierdza się istnienie swobodnego zwierciadła wody pierwszego poziomu /warstwy/ kredowego. Natomiast w strefach kopalnych rynien oraz głębsze warstwy piętra kredowego mają wody naporowe. Przepływ wód podziemnych odbywa się w kierunku doliny Bystrzycy. Hydroizohipsy układają się wzdłuż rzeki z niewielkimi odchyleniami stwierdzonymi przy ujściu dolin założonych na strefach tektonicznych. W obrazie hydroizohips występuje duże zróżnicowanie spadków hydraulicznych. W niektórych obszarach spadki zwierciadła wody w naturalnych warunkach są większe od gradientu hydraulicznego notowanego w czasie indywidualnych i zespołowych pompowań. Miejsca dużych spadków wód zaznaczono jako strefy nieciągłości pierwszego zwierciadła wód podziemnych. Ich istnienie nawiązuje do zmienności litologicznej i tektoniki warstw kredowo-paleoceńskich. Niektóre z tych stref muszą być zinterpretowane jako utrudnienia przepływu wody spowodowane przez uskoki /M. Harasimiuk, A. Henkiel, S. Przemyski 1980/. Rola uskoków w ułożeniu zwierciadła wody jest niekiedy zamazywana przez duże różnice w szczelinowości warstw przy podobnych parametrach porowatości. Według badań geofizycznych zawartość wody wolnej w marglach wynosi 25-35 %. Część jej znajduje się w porach, a część w szczelinach. Ponadto w skałach pozostaje 10-15 % wody związanej. Szczeliny w marglach ilastych mają małą drożność, gdyż są zaciskane. Natomiast w osadach twardszych występują duże szczeliny ściągające wodę z drobnych spękań masywu kredowego. Podczas głębień otworów zauważono zmiany średnicy wiercenia będące wynikiem obrywania się ścian w szczelinach skalnych. W efekcie otwory znaczenie poszerzają się, aż do wytworzenia kawern. Ponadto stwierdzono występowanie w niektórych studniach gładkich ścian, które świadczą o występowaniu również spękanych bloków.

Pionowe zróżnicowanie warunków hydrogeologicznych

W czasie wiercenia studni i piezometrów stwierdzono istnienie kilku stref, z których następował zwiększony dopływ wody. Warunki te wywołane są zmiennością przewodności zróżnicowanych litologicznie warstw masywu kredowego, między którymi istnieje łatwa lub utrudniona łączność hydrauliczna. Naporowe zwierciadła wody poszczególnych warstw i otworów wykazywały różną wielkość ciśnienia piezometrycznego oraz stabilizowały się na nieco innych wysokościach /ryc. 1/.

Znając zróżnicowanie litologiczne-tektoniczne rejonu ujęcia S. Przemyski /geolog dokumentujący/ zastosował głębokie rurowanie otworów tak, aby oddzielić górne warstwy wód podziemnych ujmowanych studniami kopanymi od poziomów przewidzianych do eksploatacji. Rury cembrowe posadowione zostały w korkach ilowych umieszczonych na głębokościach przekraczających 26 m, co przy słupie wody powyżej 20 m nie wymaga zabezpieczania otworów rurami perforowanymi. Takie rozwiązanie pozwala na obserwowanie zmian położenia wody lub zmian ciśnienia piezometrycznego w otworach obserwacyjnych oraz w studniach wierconych i kopanych.

W wyniku naturalnego ruchu wód podziemnych, który przeważnie jest zbliżony do poziomego oraz okresowych zmian klimatycznych naturalna przepuszczalność pozioma warstw luźnych jest większa niż pionowa. Zdolność filtracji w kierunku poziomym jest zwykle od kilku do kilkunastu razy większa niż w kierunku pionowym. W niektórych utworach, jak lessy, torfy i mady przepuszczalność pionowa jest większa od poziomej /L. Jarodzki 1972/. Również w skałach szczelinowych przepuszczalność pionowa jest większa od poziomej. Jednakże w warstwach, gdzie szczelin nie ma lub są bardzo drobne /kreda, miękkie margle/ warunki filtracji w kompleksie węglanowym są podobne jak w skałach luźnych.

Pompowania indywidualne i zespołowe studni wierconych wykazały w pewnych obszarach podobne obniżenia zwierciadła wody w piezometrych i w studniach kopanych, a w innych wielkości depresji bardzo różniły się. Zbliżone wielkości obniżenia lustra wody stwierdzono przy dobrej łączności hydrau-

licznej między poszczególnymi warstwami w czasie wymuszonego przepływu wody. Natomiast przy słabej więzi hydraulicznej nie notowano spadku zwierciadła wody lub obniżenie było niewielkie. Na przykład w czasie pompowania studni V obniżenie lustra wody było w kilku studniach i piezometrach podobne /ponad 1,2 m/. Jednakże spadek stanów wody w piezometrach głęboko zafiltrowanych był zawsze większy niż w studniach kopanych. W dwóch najbliższych leżących studniach kopanych spadek lustra wody wynosił po około 0,2 m. Studnie te ujmują wody z innych warstw, których statyczne zwierciadło wody ustala się około 4 m niżej lustra wody w sąsiednich studniach. Pompowanie studni nr V również nie powodowało obniżenia się stanów wód piętra czwartorzędowego występującego wysoko ponad dnem doliny Bystrzycy. Wody czwartorzędowe utrzymują się na warstwie zwierzeliny kredowej oraz na cienkiej pokrywie glin.

Podczas długotrwałego pompowania /ponad 2 miesiące/ studni I nie stwierdzono ujemnego oddziaływania poboru wody na położenie zwierciadła wody w studniach kopanych. Natomiast rejestrowano obniżenie lustra wody w głęboko zafiltrowanych innych studniach wierconych i w piezometrych oddalonych nawet o 2 km. Wielkość obniżenia stanów wody, przedstawiających zmniejszenie się ciśnienia piezometrycznego, malała wraz ze wzrostem odległości od miejsca poboru wody. Podobną sytuację zarejestrowano w czasie tygodniowego pompowania studni VII, IX i XIII, tzn. piezometry wykazywały pewien spadek stanów wody, natomiast w studniach gospodarskich lustro wody utrzymywało się na stałym poziomie.

W czasie miesięcznej eksploatacji studni VI notowano obniżenie zwierciadła wody tylko w jednej studni kopanej /0,4 m/. Spadek stanów wody w tej studni był wielokrotnie mniejszy niż w sąsiedniej studni wierconej - 2,2 m oraz w piezometrze - 1,0 m. Różną wielkość obniżenia lustra wody w studniach kopanych i w piezometrach stwierdzono podczas pompowania otworu VIII i XII; studnie kopane 0,27 m, a piezometry ponad 1 m.

Szybkość przepływu wody określona na podstawie próbnych pompowań również wskazuje na zmienne warunki filtracji. Współczynnik filtracji obliczony tylko na podstawie obserwacji w studniach eksploatowanych wynosił dla dopływu quasi ustalonego od $3,8 \cdot 10^{-5}$ do $1,1 \cdot 10^{-3}$ m/s, a dla dopływu nieustalo-

nego od $3,5 \cdot 10^{-5}$ do $8,8 \cdot 10^{-4}$ m/s. Natomiast jego wielkość określona na podstawie pomiarów tylko w otworach obserwowanych była znacznie wyższa i wykazywała mniejsze zróżnicowanie od $1,3 \cdot 10^{-4}$ do $8,7 \cdot 10^{-4}$. Obliczenia te wskazują na dużą rolę drożnych szczelin tektonicznych determinujących warunki przepływu wody w warstwie wodonośnej. Studnie wiercone w Turce ujmują warstwy wodonośne występujące poniżej 30 m. Wydaje się, że najkorzystniejsze warunki ujmowania wody są w tym obszarze do głębokości 70 m. Pompowania dwóch otworów na głębokości 80 m, a następnie na 100 m nie wykazały przyrostu wydajności. W piezometrze P-10 badano dopływ wody z margli występujących na głębokości 90-110 m. Ilość uzyskiwanej wody była mała, a współczynnik filtracji kształtował się na poziomie $2 \cdot 10^{-7}$ m/s.

Pionowe zróżnicowanie wodoprzepuszczalności skał węglanowych monokliny śląsko-krakowskiej było analizowane przez Z. Wilka i J. Motykę /1977/. Autorzy na podstawie obliczeń statystycznych doszli do wniosku, że populacja współczynników filtracji może być sumą dwu lub więcej podzbiorów o różnych parametrach rozkładu lub o zgoła innych jego charakterach. Prawdopodobnie wynika to z regionalnego zróżnicowania przepuszczalności zarówno w pionie, jak i poziomie. Ważną rolę w tworzeniu warunków przepływu wód odgrywają uskoki, które rozdzielają poziom wodonośny na oddzielne hydrostruktury.

Badania P. Herbicha /1930/ wykazały w rejonie Chełma znaczne zróżnicowanie przewodnictwa wody wzdłuż szczelin oraz na kierunku prostopadłym do szczelin ciosowych. Prawdopodobnie są one uskokami schodowymi powstałymi jako czynnik relaksujący w epizodach zwiększonego naprężenia. Anizotropowe warunki filtracji w skałach kredowych udokumentowali w rejonie Chełma S. Krajewski i P. Herbich /1976/, a w rejonie Turki i w dolinie Wieprza M. Harasimiuk, A. Henkiel i S. Przemyski /1980/.

Zakończenie

Zebrane informacje z rejonu Turki wskazują na warstwowo-szczelinowy charakter wód podziemnych, podobnie jak to stwierdził Wilgat /1959, 1970/ na obszarze pozostałej części Wyżyny Lubelskiej. Zasobność wodna poszczególnych warstw jest uzależniona od warunków przepływu wody i możliwości zasilania. W czasie poboru wody odbywającego się przy dużych depresjach może nastąpić rozwarstwienie pozornie jednolitego zbiornika wody. Rozdział na poszczególne warstwy następuje wówczas, gdy wypływ wody z warstwy przekracza dopływ wody do tej warstwy z przesiąkania, a na miejsce wypływającej wody wejdzie powietrze. Rozdział na poszczególne warstwy następuje w warunkach naturalnych, wówczas gdy brakuje wody do utrzymania jednolitego zwierciadła. Jest to spowodowane lepszymi warunkami odpływu z jakiejś strefy, podobnie działającego jak duży pobór wody. Ułożenie zwierciadła wody dodatkowo komplikują dyslokacje ułatwiające drenaż wód podziemnych przez główne szczeliny.

W obrębie Równiny Łuszczowskiej /prawobrzeże Bystrzycy/ duże szczeliny tektoniczne prawdopodobnie mają kierunek NNW-SSE przy uskokach ekranizujących WNW-ESE. Natomiast w obrębie Płaskowyżu Nałęczowskiego, z gęstą siecią suchych wąwozów, zarówno uskoki, jak i znaczna część dużych szczelin ma kierunek zbliżony do równoleżnikowego, co stwarza korzystniejsze warunki zasilania jak i eksploatacji wody w lewobrzeżnej części ujęcia.

Literatura

- Butrym J. Harasimiuk H., Henkiewicz A. 1980: Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1:50 000 A. Lublin. Wyd. Geol. Warszawa.
- Harasimiuk M., Henkiewicz A. 1982: Objaśnienia do szczegółowej mapy geologicznej Polski A. Lublin. Wyd. Geol. Warszawa.
- Harasimiuk M., Henkiewicz A., Przemyski S. 1980: Neotektonika i jej wpływ na warunki wodne Centralnego Rejonu Węglowego, Mat. z sesji Metody i wyniki badań hydrogeologicznych złóż węgla kamiennych w rejonie CRW LZW. Wyd. Geol. Warszawa.

- Herbich P. 1980: Tektoniczne uwarunkowanie horyzontalnej anizotropii wodoprzepuszczalności utworów górnej kredy rejonu Chełma. Technika Poszuk. Geol. z. 3, Warszawa.
- Jarodźki L. 1972: Zasady obliczeń hydrogeologicznych ujęć wód podziemnych. Wytyczne obliczeń współczynnika filtracji na podstawie polowych metod nadeń hydrogeologicznych. Wyd. Geol. Warszawa.
- Krajewski S., Herbich P. 1976: Ocena anizotropii warunków filtracji w skałach szczelinowych na podstawie pomiarów szczelinowatości. Biul. Geol. Uniw. Warsz. t. 21. Warszawa.
- Przenyski S. 1980: Dokumentacja hydrogeologiczna ujęcia wód podziemnych z utworów kredowych w kat. B. dla Odlewni Żelna FSC Lublin w miejscowości Turka, Sobianowice, Łuszczów. Maszynopis Przed. Hydrogeol. O. Lublin, Lublin.
- Wilgat T. 1959: Z badań nad wodami podziemnymi Wyżyny Lubelskiej Annales UMCS s. B, v. XII, Lublin.
- Wilgat T. 1970: Kontrowersja na temat sposobu występowania wód w kredzie lubelskiej. Przegl. Geogr. t. XLII, z. 1, Warszawa.
- Wilk Z., Motyka J. 1977: Kontakty między poziomami wodonośnymi w olkuskim regionie kopalnictwa rud. Roczn. Pol., Tow. Geol. t. 47, z. 1.

Spis rycin

- Ryc. 1. Przekrój hydrogeologiczny; 1 - studnie kopane z zaznaczonym zwierciadłem wody w lutym 1984 r., 2 - studnie wiercone z zaznaczonym nawierconym i ustabilizowanym zwierciadłem wody /poziom zafiltrowany - stan z II 1984/, 3 - uskok, 4 - zwierciadło wody, 5 - piaski różnoziarniste, 6 - piaski ze żwirami, 7 - mułki i gliny, 8 - margle, P - piezometr i jego numer, S - studnia i jej numer.

UJĘCIE WODY W PRAWIEDNIKACH

Wprowadzenie

Położenie Lublina w regionie o małych zasobach wód powierzchniowych sprawia, że ujęcia komunalne i przemysłowe wykorzystują wyłącznie wody podziemne odznaczające się dobrą jakością i korzystnymi warunkami występowania. Zorganizowany pobór wód podziemnych rozpoczął się od początku obecnego wieku, kiedy to w latach 1898-1914 wybudowano 11 studni komunalnego ujęcia "Centralna" zlokalizowanego w dolinie Bystrzycy. W następnych latach wybudowano ujęcia: komunalne 1926-1928 "Wrotków" - w dolinie Bystrzycy, 1953-1957 "Dziesiąta" - w dolinie Czerniejówki, 1955-1961 "Sławinek" - w dolinie Czechówki. W okresie uruchamiania studni ujęcia "Sławinek" Przedsiębiorstwo Hydrogeologiczne z Wrocławia przeprowadziło badania mające na celu określenie zasobów wód podziemnych i zestawienie poboru wody w rejonie Lublina. Zadaniem tego opracowania było również wytypowanie obszarów nadających się do budowy komunalnych ujęć wody, które w perspektywie miały zaspokoić potrzeby wodne miasta Lublina.

W opracowanej dokumentacji dotyczącej ujęć wód podziemnych Lublina pracownicy Przedsiębiorstwa Hydrogeologicznego z Wrocławia /T. Morasiewicz, S. Popiel, J. Sawicki 1962/ wskazują tereny położone na południe od ujęcia Wrotków jako obszar budowy perspektywicznego ujęcia wody. Studnie miały być budowane na prawym brzegu Bystrzycy w pobliżu miejscowości Prawiedniki, czyli około 6 km na południe od istniejącego wówczas ujęcia "Wrotków". Nowe ujęcie miało na wiele lat rozwiązać problem zaopatrzenia Lublina w wodę.

Charakterystyka hydrogeologiczna okolic Prawiednik

Rejon ujęcia budują skały górnego maszytychu wykształcone jako margle z przewarstwieniami wapieni i opok występu-

jących niemal na powierzchni terenu. W miejscach wyżej wyniesionych na kredzie zalegają gezy paleocenu. W strefie erozyjnego doliny Bystrzycy na osadach kredowych leży kilkunastometrowa warstwa osadów fluwioglacjalnych osiagająca maksymalnie 20 m. W dnie doliny Bystrzycy wspomniane osady pokrywa gruba warstwa holocen'skich osadów torfu.

Wody podziemne w rejonie ujęcia występują w utworach kredowych i czwartorzędowych. W strefie kopalnej doliny Bystrzycy wypełnionej częściowo osadami czwartorzędowymi stwierdzono wody w utworach piaszczystych i w torfach. Głębokość ich występowania wynosiła przed wybudowaniem ujęcia Zalewu Zemborszyckiego od 0,2 do 0,4 m w dnie doliny oraz od 3 do 7 m na terasie nadzalewowej. Są to wody o swobodnym zwierciadle, którego rzędna w dolinie Bystrzycy układała się na wysokości 178-181 m n.p.m., a w dolinie Czerniejówki 183-187 m n.p.m. Wody piętra czwartorzędowego nie tworzą w dolinach rzecznych odrębnego zbiornika, ale pozostają w łączności hydraulicznej z wodami piętra kredowego. Ścisłym związkiem hydraulicznym sprzyja dobra przepuszczalność utworów piaszczystych, których współczynniki filtracji wynoszą kilka metrów na dobę. Ponadto wody te wykazują związek hydrauliczny z wodami powierzchniowymi doliny Bystrzycy, wynikający ze zmiennego napełnienia koryta rzeki. Zasilanie tego poziomu odbywa się przez infiltrację opadów atmosferycznych oraz przez dopływ wody krążącej w skałach kredowych ze strefy wierzchowin. Wody czwartorzędowe powszechnie wykorzystywane były w gospodarstwach usytuowanych na terasie nadzalewowej, w części przylegającej do dna doliny. Naturalne zmiany położenia zwierciadła wody utrzymywały się około 1 m. Wysokie stany wypadały w okresach dużego napełnienia koryta - głównie wiosna - a niskie pod koniec lata.

Wody w piaskach czwartorzędowych stwierdzono także poza doliną Bystrzycy - w strefie wierzchowinowej /ryc. 1/. Są to wody wierzchońkowe utrzymujące się na zwietrzelinie kredowej i warstwie rozmytych glin. Mimo małej zasobności wody te wykorzystywane są przez mieszkańców kilku gospodarstw Kolonii Polanówka. Wody wierzchońkowe zawieszono są względem poziomu kredowego o ponad 10 m.

Tuż poza dolinami Bystrzycy i Czerniejówki pierwszy poziom wody stwierdzany jest w marglach, opokach i wapieniach mastrychtu, a w miejscach wyżej położonych w gwałtach paleocenu. Swobodne lub lekko naporowe zwierciadło wody występuje w sąsiedztwie dolin na głębokości 6-9 m, a pod wierzchołkami miąższość strefy aeracji wzrasta do 30-45 m. Natomiast w dnach dolin rzecznych stwierdzane są wody naporowe, ich zwierciadło ustala się nieco poniżej powierzchni terasy zalewowej. Porowatość przepuszczalność węglanowych utworów kredy i paleocenu jest mała. O zasobności wodnej i możliwościach eksploatacyjnych decydują szczeliny skalne i ich drożność. Naturalne zasilenie wód krążących w osadach węglanowych pochodzi wyłącznie z opadów atmosferycznych.

Wody piętra kredowego tworzą dwa poziomy. Studnie ujęcia Prawiedniki eksploatują wody poziomu głównego występującego na wysokości 178-180 m n.p.m. Jego zwierciadło nawiązuje do wysokości położenia wody w dolinie Bystrzycy. Również ku tej dolinie stwierdzono ogólne nachylenie zwierciadła wody, a wielkość spadku hydraulicznego w kierunku północno-zachodnim wynosiła około 3‰. Zasobność wodna poziomu głównego jest silnie zróżnicowana. Jest to uzależnione od występowania spękań i szczelin, przy czym najkorzystniejsze warunki przepływu wody stwierdza się w szczelinach pochodzenia tektonicznego. W rejonie ujęcia osiągnęto w czasie indywidualnych pompowań blisko leżących studni od poniżej 50 do ponad 230 m³/h. Jeszcze większe zróżnicowanie wykazują wydajności jednostkowe poszczególnych studni. Współczynniki filtracji obliczone z wyników próbnych pompowań wynoszą od 1 do 10 m/d. Do czasu uruchomienia ujęcia w Prawiednikach z tego poziomu pobierały wodę gospodarstwa istniejące na międzyrzeczu Bystrzycy i Czerniejówki.

Na południe od ujęcia, w odległości kilkuset metrów od studni wierconych, stwierdzono istnienie w skałach węglanowych wyższego poziomu. Jego zwierciadło występuje na wysokości 191-200 m n.p.m. Lustro wody wykazuje ogólne nachylenie w kierunku północno-zachodnim i północno-wschodnim. W dorzeczu Bystrzycy poziom wyższy oddzielony jest od głównego wyraźną strefą nieciągłości pierwszego zwierciadła wody /ryc. 1/. Różnica wysokości i głębokości występowania zwier-

ciadła wody w sąsiednich studniach położonych w odległości 50 metrów wynosi 9-12 m. Jest to wartość wyraźnie zauważalna w czasie badań terenowych. Istnienie wyższego poziomu, nawiązującego wysokością położenia zwierciadła wody do doliny Czernejówki, wynika ze zróżnicowania litologicznego i tektoniki węglanowych utworów górnej kredy i paleocenu. Niestety, na obecnym etapie badań nie dysponujemy szczegółową dokumentacją zmienności litologicznej węglanowych warstw górnej kredy i paleocenu. Jednakże w wielu profilach hydrogeologicznych studni ujęcia Prawiedniki dokumentowana jest zmienność litologiczna serii marglistej poprzez wykazywanie zmian barwy oraz twardości skały. Kilcumetrowe składki miękkich margli są wystarczającym ekranem dla stałego utrzymywania się wyższego poziomu wody. Prawdopodobnie między poziomami istniało w naturalnych warunkach ciągle zawodnienie skały. Potwierdzają to obserwacje z głębszych piezometrów wykonanych w obszarze istnienia wyższego poziomu wody, w których lustro wody stabilizuje się na wysokości górnego poziomu. Występowanie wód wyższego poziomu ogranicza od północo-zachodu strefa dyslokacyjna. W obszarze rozluźnienia tektonicznego uzyskuje się duże wydajności studni. W sąsiedztwie tej strefy stwierdza się występowania wyspowe wyższego poziomu. Spowodowane jest to zapewne dużą rolą hydrogeologiczną prostopadłych szczelin drenażujących masyw kredowy. Mimo zróżnicowanej zasobności nie stwierdzono w warunkach naturalnych całkowitego wysychania studni. Wahanía stanów wody poziomu wyższego dochodzą jednak do 5 m, a w strefie nieciągłości zwierciadła wody wzrastają do kilkunastu metrów. Zebrane obserwacje potwierdzają koncepcję warstwowo-szczelinowych wód Wyżyny Lubelskiej wysuniętą przez T. Wilgata /1959, 1970/.

Badania zasobów wód podziemnych

Pierwsze prace terenowe w rejonie ujęcia wykonane zostały w latach 1964-1965 przez Przedsiębiorstwo Hydrogeologiczne z Warszawy. Odwiercono wówczas 4 studnie, w których wykonano pojedyncze próbné pompowania. Na podstawie zebranych informacji opracowano dokumentację hydrogeologiczną

ustalającą zasoby eksploatacyjne w kategorii "C" na 1530 m³/h. Dla ujęcia tej ilości wody zaprojektowano wykonanie 15 dalszych studni o głębokości 120 m. Komisja Dokumentacji Hydrogeologicznych zasugerowała w 1965 r. przesunięcie projektowanych studni ku dolinie Bystrzycy, gdzie należało się spodziewać korzystniejszych parametrów hydrogeologicznych w skałach górnej kredy. Po poprawieniu lokalizacji 7 studni Przedsiębiorstwo Hydrogeologiczne z Warszawy wykonało w latach 1968-1969 zaprojektowane otwory. Pompowanie pojedyncze studni wykazało olbrzymie zróżnicowanie wydajności całkowitych: od 49,5 m³/h przy depresji 15,1 m do 234 m³/h przy S = 2,1 m. Wydajności jednostkowe poszczególnych otworów zmieniały się od kilku do ponad 100 m³/h/lmS. Silne zróżnicowanie wydajności notowano nawet między sąsiednimi studniami oddalonymi o kilkaset metrów. Natomiast pompowania indywidualne nie wykazały wzajemnego oddziaływania poszczególnych studni. Łączna wydajność 15 nowych studni określona jako suma trzeciego stopnia pompowania wynosiła 2545 m³/h /J. Morawska 1969 /. Duże wydajności uzyskane w czasie pompowań indywidualnych wskazywały na możliwości wykonania pompowania zespołowego o łącznej wydajności 2800 m³/h. Z uwagi na dużą liczbę studni, brak energii i agregatów oraz kłopoty z odprowadzeniem wody zdecydowano, że pompowanie zespołowe odbędzie się w dwu fazach. W pierwszym etapie trwającym od 13 VIII do 18 IX 1971 r. pompowano 8 studni łączną wydajnością 1328 m³/h, a w następnym okresie od 13 X do 12 XI 1971 r. pobierano wodę z 10 otworów w ilości 1252 m³/h. /Z. Kącka 1972/. Długa przerwa między pompowaniami spowodowana była powolną stabilizacją lustra wody. Zasięg oddziaływania ujęcia w czasie pompowania zespołowego zaznaczono na ryc. 1.

Analiza wyników pompowań zespołowych wskazuje na zmniejszenie się wydajności całkowitych i jednostkowych oraz wzrost depresji w stosunku do wyników pompowań indywidualnych. Suma wydajności uzyskanej w czasie dwu faz pompowania zespołowego 2580 m³/h - wnioskowana do zatwierdzenia zasobów - wynosiła jedynie 86.% ilości wydobywanej wody w okresie pompowań indywidualnych. Należy zaznaczyć, że łączna wydajność studni byłaby jeszcze mniejsza, gdyby pom-

powano jednocześnie wszystkie otwory. Po przeanalizowaniu wyników badań hydrogeologicznych zatwierdzono w lutym 1972 r. zasoby eksploatacyjne ujęcia /kat. B/ w ilości $2000 \text{ m}^3/\text{h}$. Wielkość ta miała być uzyskiwana z 11-12 studni, w których depresje wynosiłyby od 7 do 25 m.

Problemy eksploatacji ujęcia wody

Eksploatację 4 studni /3, 7, 8, 15/ rozpoczęto w 1972 r. Wodę w ilości $800-1000 \text{ m}^3/\text{h}$ dostarczano do miasta przez przepompownię ujęcia "Dziesiąta". W tym czasie zaobserwowano obniżenie się zwierciadła wody w ujęciu około 1,5 m, a w sąsiedztwie pracujących studni o 3-4 m. Po wybudowaniu własnej stacji pomp ilość tłocznej wody pobieranej już z 7-9 studni wzrosła w czerwcu 1976 roku do $1400 \text{ m}^3/\text{h}$. Eksploatowane studnie pracowały przy depresjach zbliżonych do zarejestrowanych w czasie pompowań indywidualnych. Z uwagi na brak wodomierzy nie można określić wydajności poszczególnych studni, zatem nie wiadomo, jakie ilości wody uzyskiwano przy tych depresjach. Wielkość poboru oraz położenie zwierciadła wody w nieczynnej studni nr 1 oraz mierzone w czasie krótkich przerw w pracy pompy w otworze 11 przedstawiono na ryc. 2. Każdy wzrost poboru wody - określonego /ryc. 2/ początkowo dla roku, a następnie dla kwartałów - zaznacza się obniżeniem zwierciadła wody. Do 1980 r. stany wody w rejonie ujęcia wykazywały silny związek z wielkością zasilania atmosferycznego. Zwiększenie w 1976 r. poboru wody, przy dość niskich opadach, spowodowało spadek stanów wód podziemnych w rejonie ujęcia o dalsze 2-3 m /ryc. 2/.

Pełne wykorzystanie ujęcia mogło nastąpić dopiero po zakończeniu budowy /czerwiec 1979 r./ drugiej nitki rurociągu tłoczącego wodę do Lublina. Okazało się wówczas, że z istniejących 18 studni nie można uzyskać, przy zachowaniu warunków eksploatacji określonych w dokumentacji hydrogeologicznej kat. B, zatwierdzonej wydajności $2000 \text{ m}^3/\text{h}$. Podanej wielkości wydobywania nie osiągnięto mimo dodatkowego zasilania obszaru ujęcia z Zalewu Zemborzyckiego oddanego do użytku w lipcu 1974 r. Podpiętrzenie stanów wody w dolinie Bystrzycy umożliwiło infiltrację wód z Zalewu do podziemia

w ilości około 12 mln m^3 /rok /Z. Michalczyk, M. Łoś, Z. Sawicka-Ner 1983/. Ponadto w 1978 i 1979 r. nastąpiło duże zasilanie wód podziemnych spowodowane wysokimi opadami. Najwyższe stany wód podziemnych w rejonie ujęcia były zbliżone do zarejestrowanych w 1971 i w 1976 r. Zatem zasilanie całkowicie pokrywało pobór wody w ilości 1400 m^3 /h oraz spowodowało okresowe podniesienie poziomu wody /ryc. 2/.

Po włączeniu w lipcu 1979 r. wszystkich 12 studni przewidzianych do eksploatacji /decyzja Kom. Dok. Hydrogeol./ ilość pobieranej wody rejestrowana na urządzeniach zbiorczych wynosiła 1500-1600 m^3 /h. W krótkim czasie po zwiększeniu poboru wody nastąpiło obniżenie stanów wody w ujęciu o 3-6 m. Najmniejszy spadek zwierciadła wody rejestrowano w studniach leżących najbliżej rzeki i Zalewu Zemborzyckiego, a największy w południowo-wschodniej części ujęcia. Dzięki utrzymującemu się okresowi wilgotnemu i wysokiemu zasilaniu w 1980 r. w rejonie ujęcia nastąpiło pewne podniesienie się stanów wody, ale były one znacznie niższe od notowanych w poprzedzającym roku. Natomiast poza oddziaływaniem ujęcia najwyższe stany wody notowano pod koniec 1980 r.

W celu osiągnięcia projektowanej wydajności ujęcia zwiększano w studniach moc pomp, co spowodowało okresowy wzrost ich wydajności - przy przekroczeniu ustalonych /kat. B/ depresji nawet do 12 m. Zabiegi te doprowadziły do osiągnięcia jesienią 1981 r. wydobywania wody z 15 studni w ilości 1938 m^3 /h, czyli jedynie 76 % wielkości uzyskanej w czasie pompowania zespołowego. Dalszy wzrost poboru wody zamierzano uzyskać poprzez odwiercenie dwu nowych studni. Niestety, wydajność jednego z nowych otworów jest znikomo mała. W 1982 roku pobierano, przy podobnych depresjach jak w 1981 roku, 1750-1850 m^3 /h wody. Natomiast w 1983 i 1984 r. wydajność studni ustabilizowała się na około 1600 m^3 /h.

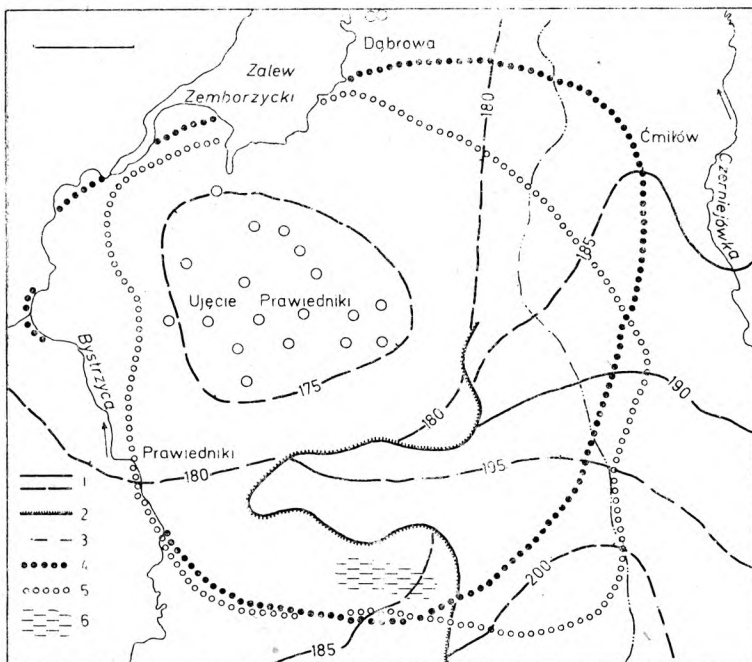
Eksploatacja studni wierconych spowodowała powstanie lejów depresyjnego o powierzchni około 25 km^2 . Zasięg oddziaływania eksploatowanych studni wraz z zarysem sytuacji hydrogeologicznej opracowanej na podstawie przeglądowych badań wykonanych latem 1981 r. przedstawiono na ryc. 1. Zaznaczony obszar wpływu ujęcia na środowisko podlega pewnym zmianom wynikającym z wielkości zasilania /Z. Michalczyk,

M. Łoś, Z. Sawicka-Ner 1983/. Obfite opady z lat 1978-1980 spowodowały wzrost stanów wody w całym obszarze międzyrzecza Bystrzycy i Czerniejówki, czyli podobnie jak na Wyżynie Lubelskiej. Duże zasilanie spowodowało zmniejszenie obszaru leja depresyjnego. Od wiosny 1981 r. rejestruje się naturalny spadek stanów wód podziemnych. W dwóch następnych latach zasięg oddziaływania zwiększył się w kierunku południowym i południowo-wschodnim o 300-800 m, obejmując obszary położone w promieniu 2-3 km od studni. W ciągu ostatniego roku nie rejestrowano spadku stanów wody w rejonie ujęcia /ryc. 2/ oraz stosunkowo niewielkie obniżenie w sąsiednich piezometrach. W kierunku północno-zachodnim zasięg leja depresyjnego dochodzi do doliny Bystrzycy i Zalewu Zemborzyckiego. Natomiast nie stwierdzono wysychania studni kopanych ujmujących wody wierzchówkowe i wody wyższego poziomu kredowego, mimo że znajdują się one w zasięgu leja depresyjnego i pozostają w odległości 1 km od eksploatowanych studni. Depresja rozwija się tylko w głównym poziomie wodnym złożonym z warstw o zróżnicowanych warunkach wodoprzepuszczalności. Zasięg oddziaływania ujęcia w obszarze występowania wyższego poziomu wykreślono hipotetycznie /ryc. 1/.

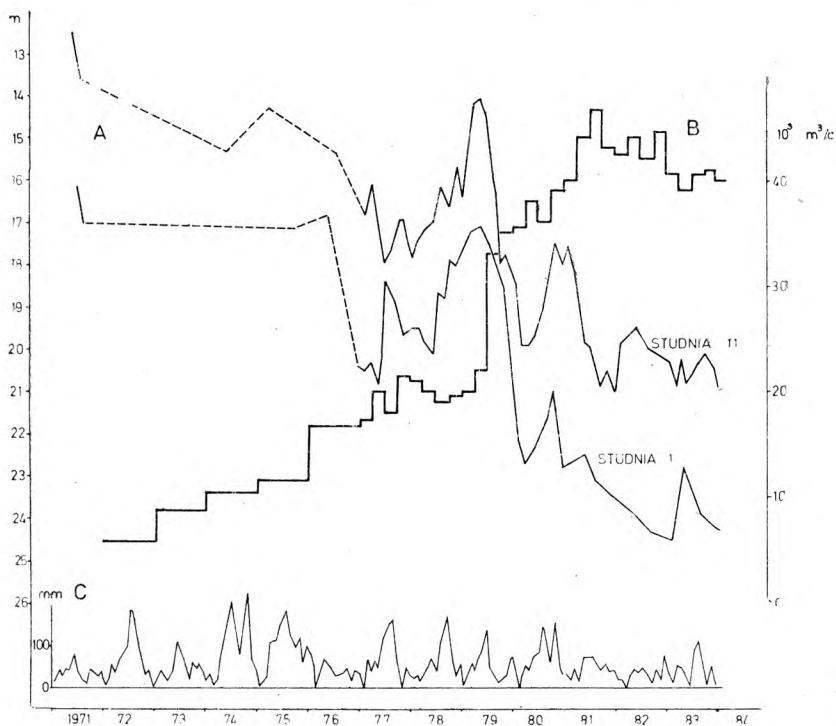
Obserwacje terenowe wykonywane w 1983 r. wskazują na pełną stabilizację warunków hydrodynamicznych w rejonie ujęcia /przy wydobywaniu $1600 \text{ m}^3/\text{h}$ wody/. Na obecnym etapie rozpoznania nie można dokładnie zbilansować pobieranej wody oraz określić zasięgu obszaru zasilania ujęcia. Wiadomo jedynie, że rejon ten zasilany jest wodami opadowymi i roztopowymi, wodami podziemnymi regionalnego krążenia oraz wodami infiltrującymi z Zalewu Zemborzyckiego.

Podsumowanie

Kilkuletnia eksploatacja studni nasuwa spostrzeżenia, które powinny być wykorzystane przy projektowaniu i rozruchu przyszłych dużych ujęć rejonu Lublina. Zebrane informacje wskazują na potrzebę zachowania dużej ostrożności w obliczaniu /szacowaniu/ zasobów wodnych regionu, w którym drogi krążenia oraz obszar i wielkość zasilania wód szczelinowo-warstwowych



Ryc. 1



Ryc. 2

nie zostały całkowicie poznane. Poprawny szacunek poboru wody - przy wieloletniej i sezonowej zmienności zasobów - przyczyni się do bezawaryjnej pracy ujęcia, oszczędzi wydatkowanie funduszy oraz uchroni przyległe tereny przed nadmiernym przesuszeniem.

1. Pobór wody z poszczególnych studni uzyskiwany przy zachowaniu parametrów określonych w kat. B wynosi jedynie połowę wydajności udokumentowanej pompowaniami indywidualnymi. Zatem, wyniki krótkotrwałych pompowań indywidualnych i grupowych nie informują dokładnie o możliwej wielkości długotrwałego poboru wody z ujęcia złożonego z kilkunastu studni.

2. Zmniejszenie poboru wody jest efektem dużego spadku wydajności uzyskiwanych z poszczególnych studni. Dwa z wykonanych otworów nie były eksploatowane, dwa dalsze wyłączono z eksploatacji, a w kilku innych studniach wydajność spadła do 25-50 % pierwotnie udokumentowanych wielkości. Jedną z przyczyn spadku wydajności może tkwić w poborze zmiennych zasobów dynamicznych, które w rejonie ujęcia podlegają dużym wieloletnim wahaniom.

3. Małą zmianę wydajności i depresji stwierdza się w otworach usytuowanych na kierunku dopływu wody - w tektonicznej strefie doliny Bystrzycy oraz w studniach najbliższej leżących Zalewu Zemborzyckiego. Obserwacje te wskazują na niezbyt korzystne rozmieszczenie studni oraz na zbyt duży pobór wody z rejonu ujęcia.

4. Dążenie do uzyskania jak największych ilości wody poprzez zatapianie silnych pomp spowodowało przekroczenie w 9 studniach dopuszczalnej depresji. Nadmierny jej wzrost powoduje zamulanie studni /np. pierwotna głębokość studni 13 wynosiła 120 m, a obecna 70 m/ lub przestrzeni między bosym otworem i filtrem, co w efekcie powoduje zmniejszenie się wydajności poszczególnych otworów /np. wydajność studni 3 była określona na $200 \text{ m}^3/\text{h}$, a obecnie uzyskuje się z niej $53 \text{ m}^3/\text{h}$ /. W warunkach hydrogeologicznych kredy lubelskiej nie należy eksploatować studni przy zbyt dużych depresjach.

5. Ze względów technicznych i ekonomicznych na wybudowanych 20 studni wodę można praktycznie pobierać tylko z 14 otworów. Z ogółu studni $1/3$ cechuje się dobrymi parametrami

hydrogeologicznymi, $1/3$ średnimi oraz $1/3$ słabymi. Normalna wielkość poboru wody powinna utrzymywać się na poziomie $3/4$ ustalonych zasobów.

6. Względnie mała wydajność ujęcia znajduje tylko częściowe wyjaśnienie w warunkach technicznych wynikających między innymi z nieprawidłowej eksploatacji studni. Brak wodomierzy utrudnia wykonanie szczegółowej analizy pracy poszczególnych studni i zmian ich parametrów hydrogeologicznych. Jedną z przyczyn mniejszych wydajności może być zbyt płytkie rurowanie studni /S. Przemyski 1976/, co przy dużych depresjach prowadzi do przerwania więzi hydraulicznej między warstwami odznaczającymi się nieco innymi współczynnikami filtracji.

7. Wokół ujęcia wytworzył się lej depresyjny o nieregularnym zasięgu. Jest to wynik dużego poboru wody z obszaru odznaczającego się pionową i poziomą zmiennością parametrów hydrogeologicznych. W zasięgu leja depresyjnego istnieją i są używane wody wyższego poziomu kredowego i czwartorzędowego. Obszar i wielkość obniżenia zwierciadła wody poziomu głównego podlegają sezonowym zmianom nawiązującym do wieloletnich okresów nadmiarów i niedoborów wilgoci.

Literatura

- Kącka Z. 1972: Ujęcie wody podziemnej z utworów kredowych w Prawiednikach k. Lublina. Maszynopis Przed. Hydrogeol. Warszawa.
- Michalczyk Z., Łoś M., Sawicka-Ner Z. 1983: Zasięg oddziaływania ujęć wód podziemnych miasta Lublina. Prace Hydrogeol. Inst. Geol. s. spec. z. 16, Warszawa.
- Morasiewicz T., Popiel S., Sawicki J. 1962: Ujęcie wód podziemnych z utworów kredowych dla wodociągów miejskich Lublina. Maszynopis, Przeds. Hydrogeol. Wrocław.
- Morawska J. 1969: Sprawozdanie z prac wiertniczych i badań hydrogeologicznych przeprowadzonych w latach 1968-1969, w Prawiednikach k/Lublina. Maszynopis, Przed. Hydrogeol. Warszawa.

- Przemyski S. 1976: Spadek wydajności studni kredowych przy obniżaniu lustra wody poniżej zarurowania. Technika Poszuk. Geolog. z. 6, Warszawa.
- Krajewski S., Tuszko A. i inni 1981: Sprawozdanie z badań naukowych nad ujęciem wody dla miasta Lublina w Prawiednikach za 1980 rok wraz z ogólną charakterystyką całokształtu badań w okresie 1971-1980 oraz z wnioskami końcowymi. Maszynopis Zakł. Prac. Geol. Uniw. Warsz. Warszawa.
- Wilgat T. 1959: Z badań nad wodami podziemnymi Wyżyny Lubelskiej. Annales UMCS s. B, v. XII, Lublin.
- Wilgat T. 1970: Kontrowersja na temat sposobu występowania wód w kredzie lubelskiej. Przegl. Geogr. t. XLII, z. 1, Warszawa.

Spis rycin

- Ryc. 1. Zarys sytuacji hydrogeologicznej okolicy Prawiednik 1 - hydroizohipsy, 2 - strefa nieciągłości pierwszego zwierciadła wody podziemnej, 3 - powierzchniowy dział wodny, 4 - zasięg oddziaływania ujęcia stwierdzony badaniami 1981 roku, 5 - zasięg leja depresyjnego w czasie zespołowego pompowania 1971 r wg Z. Kąckiej, 6 - obszar występowania wód wierzchniowych.
- Ryc. 2. Położenie zwierciadła, pobór wody oraz miesięczne sumy opadu; A - wahania zwierciadła wody w studniach ujęcia Prawiedniki, st. 1 nieeksploatowana, st. 11 - pomiary w czasie przerw w pracy, B - roczny i kwartalny pobór wody, C - miesięczne sumy opadu /za lata 1971 - 1980 w Zemborzycach, za okres 1981-1983 w Wilczopolu/.

Piotr H e r b i c h

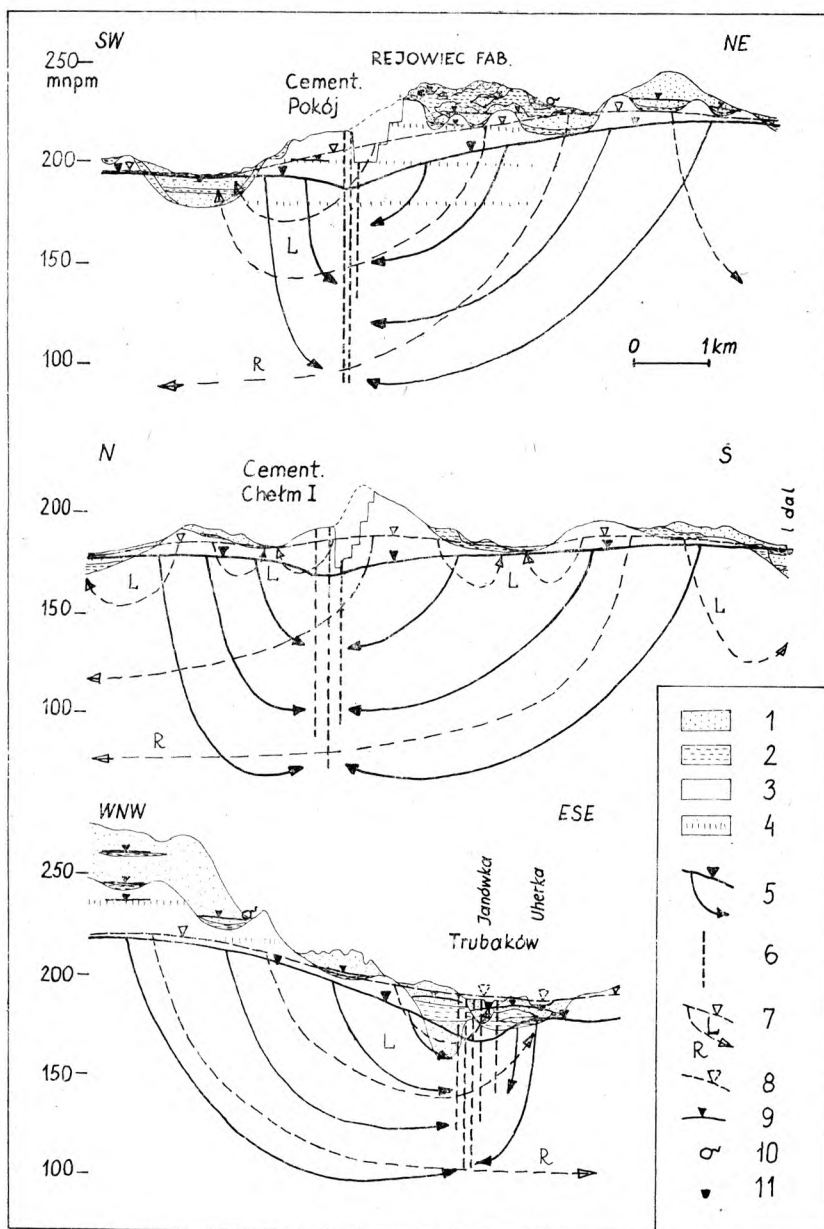
STRUKTURA ZASOBÓW EKSPLOATACYJNYCH UJĘĆ WÓD PODZIEMNYCH CHEŁMA I REJOWCA

Wstęp

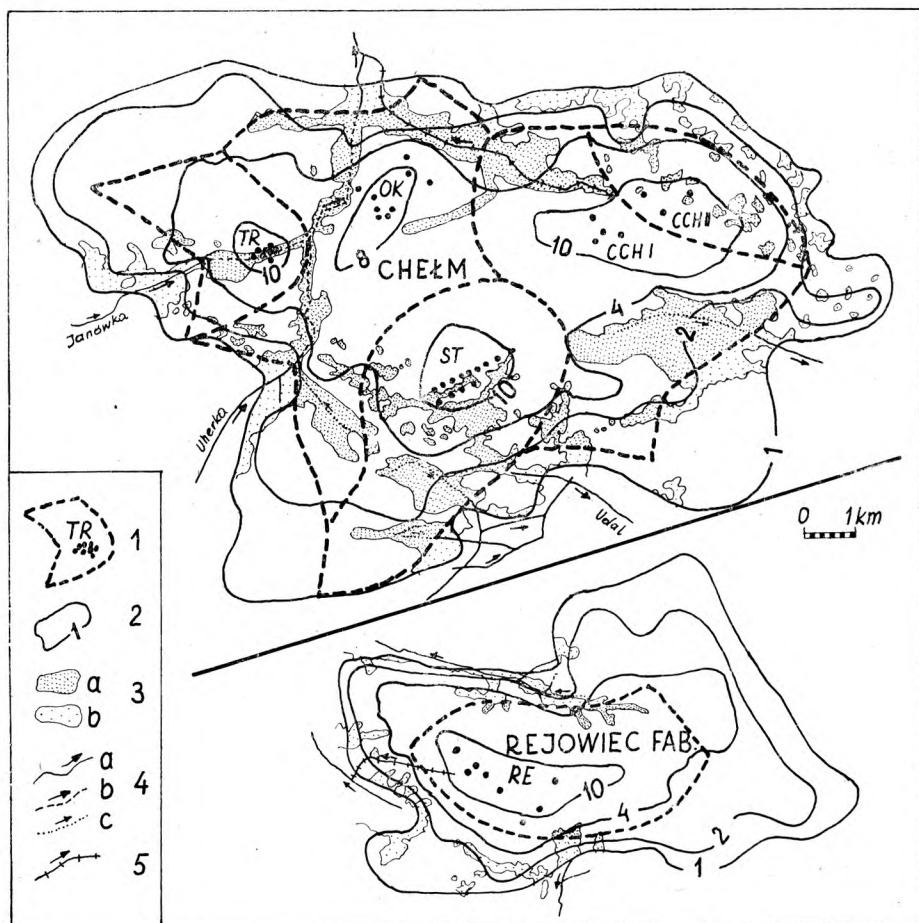
Zasobność i możliwości eksploatacyjne użytkowych poziomów wodonosnych w regionie kredy lubelskiej były przedmiotem wielu opracowań /m.in. B. Paczyński i in. 1965, B. Paczyński 1976, S. Krajewski 1972, 1980, S. Krajewski i in. 1977, 1978, 1979, 1981, T. Wilgat 1980, A. Zwierzchowski 1981, Z. Michalczyk i in. 1979, 1983, P. Herbich 1983/.

Modelowe prognozy rozwoju poboru wód podziemnych w rejonie Chełma i CRW-LZW /S. Krajewski i in. 1977, 1981/ wykazały konieczność szczegółowego zbadania charakteru i zakresu zmian odnawialności zasobów wód podziemnych, wywołanych intensywną eksploatacją ujęć wód z utworów górnokredowych lubelszczyzny. Badania takie zostały przeprowadzone na obszarach oddziaływania ujęć Chełma i Rejowca na tle warunków hydrogeologicznych międzyrzecza Wieprza i Bugu, ograniczonego na południu Wolicą i Wełnianką, zaś na północy - Swinką i Wałem Uhruskim /P. Herbich 1983/.

Zmiany odnawialności zasobów wód podziemnych w rejonach ich intensywnej eksploatacji mogą wynikać z redukcji ewapotranspiracji i wzrostu infiltracji opadów atmosferycznych w obszarach zdepresjonowania płytko położonego zwierciadła wód gruntowych, z infiltracji wód powierzchniowych w obrębie leja depresyjnego, przebudowy układu krążenia wód podziemnych /F. M. Boczewier 1968/. Warunki hydrogeologiczne, panujące na badanym obszarze, stwarzają możliwości wytworzenia się wszystkich typów zasobów wzbudzonych. Sprzyja temu obecność rozległych zabagnień, znaczna miąższość strefy, wodoprzepuszczalnej i korzystne warunki dla filtracji pionowej w utworach podkorytowych.



Ryc. 1



Ryc. 2

Warunki hydrogeologiczne

Rejony zasilania ujęć Chełma i Rejowca w całości znajdują się w obrębie wyspowych wzgórz i rozdzielających je kotlin Pagórów Chełmskich, natomiast zdefiniowany we wstępie obszar międzyrzecza obejmuje ponadto rozległe, zabagnione równiny Obniżenia Dorohuckiego i Obniżenia Dubienki oraz tereny wyżynne Wzniesień Grabowieckich. Udział bagien i okresowych podmokłości w powierzchni zlewni rzecznych obszaru badań wzrasta wraz z zanikaniem cech wyżynnych w ich stosunkach geomorfologicznych /zabagnienie zlewni Wojsławki sięga 7,8 % jej powierzchni, Rejki 17,6 %, Uherki 24,7 %, Mogilnicy 28,8%, Udału 32,8 %.

Badany obszar znajduje się w regionie kredy lubelskiej /B. Paczyński 1976/ i charakteryzuje się warunkami hydrogeologicznymi dość typowymi dla tej jednostki. Dominującą część środowiska wód podziemnych w strefie intensywnej wymiany /do ok. 130 m p.p.t./ tworzą szczelinowe i szczelinowoporowe margle, opoki i kreda pizząca mastrychtu; jest to środowisko o wybitnie niejednorodnych warunkach filtracji /S. Krajewski 1972, P. Herbich, S. Krajewski 1977, P. Herbich 1980, 1984a/.

Pokrywa kenozoiczna zbudowana jest głównie z piasków i mułów rzeczno-jeziornych, które wypełniając obniżenia, tworzą wspólnie z utworami kredowego podłoża środowisko wód podziemnych lokalnych systemów krążenia. Utwory pokrywowe, występujące w obrębie pagórów i wierzchowin /piaski i gliny glacialne, lessy, piaski i mułki trzeciorzędowe/, tworzą środowisko powszechnie występujących poziomów wód zawieszonych. Poziomy zawieszone w utworach pokrywy kenozoicznej i podłoża mastryckiego spełniają rolę buforu w przebiegu procesu zasilania wód podziemnych lokalnych systemów krążenia, opóźniając i wydłużając czas jego trwania oraz wyrównując jego intensywność /Z. Smoleń 1980, P. Herbich 1983/.

Układ krążenia wód podziemnych w znacznym stopniu kształtowany jest przez właściwości hydrogeologiczne i cechy przestrzenne stref drenażowych.

W warunkach naturalnych strefę drenażową stanowią podmokłe i zabagnione obniżenia terenowe wraz z występującą tu siecią hydrograficzną. Jest to zatem powierzchnia graniczna

o poziomej rozciągłości, gdzie ewapotranspiracja i odpływ do sieci hydrograficznej są równorzędnymi elementami drenażu wód podziemnych. Podziemne zasilanie strefy drenażowej wymaga pokonania oporów hydraulicznych filtracji pionowej w utworach pokrywowych, co powoduje straty ciśnienia rzędu 5-20%.

Badania stosunków hydrogeobatymentrycznych i struktury odpływu 11 zlewni wykazały /P. Herbich 1983/, że 31-50% części rozchodowej bilansu hydrogeologicznego lokalnych systemów krążenia stanowi drenaż ewapotranspiracyjny, zaś 69-50% - odpływ do wód powierzchniowych /wartości reprezentatywne dla roku średniego z lat 1971-1980/. Odpływ podziemny z_p do rzek jest zróżnicowany głównie w zależności od typu zlewni. W zlewniach typu wyżynnego osiąga on wartości rzędu 90-120 mm/r /2,8-3,8 l/skm²/, zaś w zlewniach o znacznym udziale zabagnionych obszarów nizinnych - 40-70 mm/r /1,3-2,2 l/skm²/. Wartość wskaźnika drenażu ewapotranspiracyjnego wód podziemnych e_{pp} w obszarach zabagnionych i okresowo podmokłych /odniesiona do całej powierzchni zlewni A/ zmienia się w mniejszym zakresie /32-43 mm/r lub 1,0-1,4 l/skm²/, co wynika ze znacznie większej intensywności przebiegu ewapotranspiracji w wąskich zabagnionych dolinach rzek typu wyżynnego niż w rozległych podnokłościach i bagnach terenów równinnych.

Znaczna miąższość utworów wodonośnych, pionowe zróżnicowanie ich wodoprzepuszczalności oraz ograniczony zasięg penetracji hydraulicznej naturalnych stref lokalnego drenażu /doliny sieci hydrograficznej III i niższego rzędu/ powodują hydrodynamiczny podział strumieni wód podziemnych strefy intensywnej wymiany. W systemach lokalnego krążenia, wykorzystujących 30-60% miąższości strefy wodoprzepuszczalnej, bierze udział od 72 do 78% /zależnie od typu zlewni/ wód podziemnych strefy intensywnej wymiany /P. Herbich 1983/; pozostała część tworzy przejściowy i regionalny system krążenia, drenowany w strefach o pełnej penetracji hydraulicznej utworów wodonośnych - w dolinach głównych rzek regionu /Wieprza i Bug/.

Odnawialność zasobów wód podziemnych w warunkach ich intensywniej eksploatacji

Skupiona eksploatacja wód podziemnych powoduje istotne zmiany w ich odnawialności, krążeniu i drenażu /ryc. 1/.

Znacznemu przekształceniu ulega układ krążenia wód podziemnych, co wyraża się w przebudowie pola hydrodynamicznego lokalnych systemów krążenia i wzroście zasięgu penetracji hydraulicznej ich stref drenażowych /ryc. 1, 2/. Zjawiska te zachodzą głównie w wyniku zmiany lokalizacji i sposobu drenażu wód podziemnych: z drenażu powierzchniowego, zachodzącego w obrębie rozległej, płaskiej strefy o poziomym rozprzestrzenieniu na drenaż podziemny, skupiony w ograniczonej strefie o liniowej, pionowej rozciągłości.

Analiza map hydroizohips, obrazujących stany zwierciadła wód podziemnych w zróżnicowanych warunkach ich zasilania i drenażu w latach 1971-1980, pozwoliła wydzielić sześć systemów krążenia, wytworzonych przez eksploatację skupionych zespołów studzien wierconych /ryc. 2/. Zespoły te stanowiły /lub w nich dominowały/ ujęcia: cementowni Chełm I, cementowni Chełm II, cementowni "Pokój" w Rejowcu Fabr., WPGK-Chełm Zakładu Wodociągowego "Trubaków", WPGK-Chełm Zakładu Wodociągowego "Strupin", ZPCW i PKP-Chełm - w rejonie ulicy Okszowskiej. Struktura genetyczna zasobów eksploatacyjnych poszczególnych ujęć /lub grup ujęć/, wyrażona w postaci wartości średnich z lat 1971-1980 /tab. 1/, została określona metodą analizy stosunków hydrogeobatymetrycznych obszarów krążenia wód podziemnych o kontrolowanym wydatku stref drenażowych /P. Herbich 1983, 1984b,c/.

Wyniki przeprowadzonych obliczeń wykazały, że zasoby wzbudzone odgrywają największą rolę /ponad 50% zasobów eksploatacyjnych/ w zasilaniu ujęć, zlokalizowanych w naturalnych strefach drenażowych lub w ich bezpośrednim sąsiedztwie /Trubaków, Okszowska/, zaś najmniejszą /33%/ - w strefach przepływu naturalnego strumienia wód podziemnych w obrębie rozległych wzniesień /Rejowiec Fabr./. Pozostałe ujęcia zostały zlokalizowane w obszarach o znacznym naturalnym zabagnieniu /Strupin, Cementownia Chełm I i Chełm II/, co sprzyjało - mimo położenia w rejonie stref wododziałowych - tworzeniu się za-

sobów wzbudzonych, sięgających 38-46% zasobów eksploatacyjnych.

W strukturze zasobów wzbudzonych ujęć zlokalizowanych w rejonie naturalnych stref drenażowych /tab. 1/ przeważają zasoby pochodzące z infiltracji wód powierzchniowych /40-43% zasobów wzbudzonych/. W świetle przeprowadzonych pomiarów hydrometrycznych stanowią one małoźmienny składnik zasobów eksploatacyjnych /średnio 22-23%, okresowo 18-27%/.

W strukturze zasobów wzbudzonych pozostałych ujęć przeważają zasoby powstałe w wyniku oddziaływania hydraulicznego sztucznej strefy drenażowej /studzien wierconych najczęściej o głębokości od 80 do 100 m/ na całość wód podziemnych, pochodzących z infiltracji opadów w obrębie obszarów zasilania ujęć /wyznaczonych wododziałami powierzchni hydroizohips/. Zasoby pochodzące z likwidacji podziału hydrodynamicznego strumieni wód podziemnych stanowią od 52% do 77% zasobów wzbudzonych i 23-26% zasobów eksploatacyjnych; w strukturze zasobów ujęć dolinnych odgrywają one znacznie mniejszą rolę /34-38% zasobów wzbudzonych, 19-20% zasobów eksploatacyjnych/.

Obliczenia wysokości zasobów, pochodzących z odsączania grawitacyjnego wód podziemnych obszarów zasilania ujęć w bezopadowych okresach regresji ich zwierciadła, dają wyniki w pełni bilansujące /w przypadku ujęć dolinnych wraz z infiltracją wód powierzchniowych/ pobór wód podziemnych. Pozwala to na przyjęcie tezy o braku znaczących dopływów wód podziemnych w rejon ujęć spoza obszarów ich zasilania, wyznaczonych wododziałami powierzchni hydroizohips. Oznacza to, że pełna przebudowa układu krążenia wód podziemnych, dokonana poprzez zmianę położenia i zasięgu penetracji hydraulicznej strefy drenażowej, obejmuje jedynie obszary zasilania ujęć. Przemianę tę stanowi wytworzenie się jednorodnego układu krążenia wód podziemnych w miejsce układu wielosystemowego.

Zasoby wzbudzone redukcją ewapotranspiracji i wymuszeniem infiltracji efektywnej w osuszonych terenach dawnych podmokłości odgrywają największą rolę w obszarach o znacznym stopniu naturalnego zabagnienia /Cementownia Chełm I, Strupin/. Ich udział w zasobach eksploatacyjnych tych ujęć sięga 21-22% /48% zasobów wzbudzonych/.

Tab. 1. Struktura genetyczna zasobów eksploatacyjnych ujęć wód podziemnych Chełma i Rejowca Fabr. /wartości reprezentatywne dla okresu lat 1971-1980/

Ip.	Obszar zasilania ujęć	Pow. obszaru zasilan. A_{u2} km ²	Powierzchnia osuszonych podmokłości		Pobór wód w obszarze Q_u m ³ /d	Udział i struktura zasobów wzbudzonych / Q_w /											
			A_o km ²	% A_u		likwidacja podziału hydrodynam. krążenia Q_{wk}	redukcja ewapo-transp. i wzmożenie infiltracji Q_{we}			infiltracją wód powierzh. Q_{wp}			Łącznie Q_w				
							m ³ /d	% Q_w	% Q_u	m ³ /d	% Q_w	% Q_u	m ³ /d	% Q_w	% Q_u	m ³ /d	% Q_u
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
1	Cement. Chełm I	21,3	5,3	25	7640	1840	52,9	24,1	1640	47,1	21,5	-	-	-	3480	45,6	
2	Cement. Chełm II	9,3	1,5	16	3450	880	66,7	25,5	440	33,3	12,8	-	-	-	1320	38,3	
3	Strupin	8,4	2,0	24	3840	890	52,4	23,2	810	47,6	21,1	-	-	-	1700	44,3	
4	Trubaków	8,3	1,3	16	4640	910	37,9	19,6	470	19,6	10,1	1020	42,5	22,0	2400	51,7	
5	Okszowska	20,7	4,6	22	9430	1810	34,1	19,2	1360	25,6	14,4	2140	40,3	22,7	5310	56,3	
6	Rejowiec Fabr.	14,5	1,1	7,6	7090	1800	77,2	25,4	530	22,8	7,5	-	-	-	2330	32,9	

W obrębie rozległych pagórów, gdzie - niezależnie od charakteru strefy drenażowej - strefa aeracji posiada znaczną miąższość i jest środowiskiem występowania wód zawieszonych, zasoby wzbudzone redukcją ewapotranspiracji i wzrostem infiltracji odgrywają nieznaczną rolę /8% zasobów eksploatacyjnych ujęć Rejowca, 23% zasobów wzbudzonych/.

Eksploatacyjne zasoby wód podziemnych badanych ujęć /w przypadku ujęć Trubakowa i Ukszowskiej pomniejszone o wartość infiltracji wód powierzchniowych/ stanowią od 18,4% do 23,3% opadów atmosferycznych w obszarach ich zasilania /rozpatrywane są wartości średnie z lat 1971-1980/. Ponieważ na peryferiach obszarów zasilania ujęć występuje niewielki drenaż ewapotranspiracyjny w terenach o płytkim zaleganiu zwierciadła wód podziemnych, infiltracja efektywna jest nieco wyższa i osiąga od 19,8% do 23,5% opadów atmosferycznych.

W warunkach naturalnego reżimu hydrogeologicznego badanych obszarów ok. 28% infiltracji efektywnej opadów zasilało wody podziemne systemów krążenia, drenowanych w obrębie dolin głównych rzek regionu, zaś ok. 72% - w strefie lokalnej sieci hydrograficznej. Zasilanie lokalnych stref drenażowych pochłaniało zatem od 11,6% do 15,7% opadów atmosferycznych; stanowiło to zasoby kształtujące ich wydatek - odpływ do wód powierzchniowych i ewapotranspirację.

Zakres zmian reżimu hydrodynamicznego wód podziemnych, wywołanych eksploatacją ujęć, uwidacznia porównanie /tab.2/ jednostkowych wskaźników eksploatacji ujęć q_u i poboru wód podziemnych q_{gu} /odniesionych do powierzchni obszarów zasilania ujęć A_u / z jednostkowymi wskaźnikami zasilania podziemnego stref drenażowych z_d i zasilania podziemnego rzek z_r /odniesionych odpowiednio do powierzchni obszarów zasilania wód podziemnych w obrębie zlewni A_{zz} i powierzchni całej zlewni A_z /. Wartość q_{gu} kształtują wody podziemne pochodzące wyłącznie z infiltracji opadów atmosferycznych, natomiast q_u także wody infiltrujące z koryt rzecznych w lej depresyjny ujęć dolinnych. Wskaźniki z_d i z_r charakteryzują wydatek naturalnych stref drenażowych lokalnych systemów krążenia.

Tab. 2. Zasilanie naturalnych i sztucznych stref drenażowych wód podziemnych systemów krążenia lokalnego /naturalnego i wymuszonego eksploatacją ujęć/. Objaśnienia symboli w tekście. Wartości reprezentatywne dla okresu lat 1971-1980

Obszary naturalnego Ip. krążenia wód podziemnych /1090 km ² /			Obszary krążenia wód podz.wy- muszonego eksploatacją ujęć /82,5 km ² /		
wskaznik	wartość		wskaznik	wartość	
	mm/r	l/skm ²		mm/r	l/skm ²
1 z_d	120	3,8	q_{gu}	153	4,8
2 z_r	63	2,0	q_u	168	5,3
3 $z'_d = \lambda_n z_r$	122	3,9	$q'_{gu} = \lambda_s q_{gu}$	173	5,5
4 $z'_r = \lambda_n z_r$	64	2,0	$q'_u = \lambda_s q_u$	188	6,0

Różnice w wysokości zasilania naturalnych i sztucznych stref drenażowych stają się jeszcze wyraźniejsze /tab. 2/, jeżeli uwzględni się przestrzenne zróżnicowanie warunków odnawialności zasobów wód podziemnych /współczynnik λ koryguje przestrzenną zmienność sumy opadów atmosferycznych i warunków infiltracji efektywnej/.

Analiza przedstawionych wartości uwidacznia rolę hydrodynamicznego podziału układów krążenia oraz ewapotranspiracji w kształtowaniu wydatku elementów składowych strefy drenażowej: $q'_{gu} = 1,4$ $z'_d = 2,7$ z'_r . Wykazuje też ona, jak dalece niewystarczające jest rozpoznanie jedynie podziemnego zasilania rzek dla oceny eksploatacyjnych bądź dyspozycyjnych zasobów wód podziemnych regionu. Porównanie wartości q'_{gu} , a szczególnie q'_u , z wartością z'_r wyjaśnia pozorną sprzeczność pomiędzy niską wartością odpływu podziemnego rzek regionu a znacznymi możliwościami eksploatacyjnymi większości ujęć i ograniczonym zasięgiem ich oddziaływania. Zestawienie takie wskazuje na znaczne rezerwy eksploatacyjnych zasobów wód podziemnych, istniejące w warunkach obecnego stanu sieci hydrograficznej oraz na dalszy wzrost zasobów po hydrotechnicznym przekształceniu zlewni /wielozadaniowe zbiorniki małej reten-

cji, stawy infiltracyjne itp./. Ograniczenia w rozwoju eksploatacji wód podziemnych mogą wynikać głównie z potrzeb wodnych upraw łąkowych i leśnych; zaopatrzenie gospodarstw wiejskich w wodę w obszarach zdepresjonowanych może i powinno odbywać się z lokalnych wodociągów.

Literatura

- Boczewier R. M. 1968: Rascziety eksploatacyjnych zapasów podziemnych wód. Moskwa.
- Herbich P. 1980: Tektoniczne uwarunkowanie horyzontalnej anizotropii wodoprzepuszczalności utworów górnej kredy rejonu Chełma. Tech.Posz.Geol. R. XIX, z. 3/87/. Warszawa.
- Herbich P. 1983: Zmiany odnawialności zasobów wód podziemnych w rejonach ich intensywnej eksploatacji ze szczególnych utworów górnej kredy wschodniej lubelszczyzny. Maszynopis rozprawy doktorskiej. Biblioteka Wydz. Geologii UW, Warszawa.
- Herbich P. 1984a: Hydrogeologiczna charakterystyka opok i margli górnego maestrychtu. Rola przewarstwień półprzepuszczalnych w zasilaniu i krążeniu szczelinowych wód podziemnych kredy lubelskiej. Przew. LVI Zjazdu PTGeol. Lublin.
- Herbich P. 1984b: Rola ewapotranspiracji w drenażu wód podziemnych. Mat. III. Symp. "Aktualne problemy hydrogeologii", Kraków /w druku/.
- Herbich P. 1984c: Dynamika zwierciadła wód podziemnych w obszarach oddziaływania ujęć Chełma i Rejowca. Mat. Sesji Nauk. "Rzecz. regionalnych badań hydrogeologicznych w Polsce", Warszawa /w druku/.
- Herbich P., Krajewski S. 1977: Określenie horyzontalnej anizotropii warunków filtracji w utworach szczelinowych na podstawie analizy nieustalonego dopływu do studzien. Prz. Geol. R. XXV, nr 8-9 Warszawa.
- Michalczyk Z., Wiater Z. 1979: Wpływ ujęcia wód podziemnych w Strupinie na stosunki hydrogeologiczne okolic Chełma. Mat. Konf. Kom. Hydrogr. PTG "Antropogeniczne zmiany stosunków wodnych" UMCS Lublin.

- Michalczyk Z., Łoś M., Sawicka-Ner Z. 1983: Zasięg oddziaływania ujęć wód podziemnych miasta Lublina. IG, Pr. Hydrogeol. Seria specj., z. 16, Warszawa.
- Krajewski S. 1972: Strefowość zawodnienia utworów górnej kredy na obszarze Lubelskiego Zagłębia Węglowego. IG, Pr. Hydrogeol. Seria specjal. z. 3.
- Krajewski S. 1980: Odnawialność a dyspozycyjność zasobów wód podziemnych kredy lubelskiej. Mat. I Symp. "Wsp. probl. hydrogeol. reg.", Warszawa.
- Krajewski S., Herbich P., Knyszyński F., Smoleń Z. 1977: Zasoby wód podziemnych, prognozy ich zmian w rejonie Chełma oraz hydrogeologiczne podstawy zaopatrzenia miasta w wodę. Arch. Komb. Cem. "Chełm".
- Krajewski S., Herbich P., Knyszyński F., Smoleń Z. 1978: Ocena zasobów wód podziemnych i możliwości ich zagospodarowania na obszarze woj. lubelskiego. Arch. Urz. Woj. w Lublinie.
- Krajewski S., Herbich P., Knyszyński F., Smoleń Z. 1979: Zasoby wód podziemnych, ich rejonizacja i możliwości ich wykorzystania na terenie woj. chełmskiego. Arch. Urz. Woj. w Chełmie.
- Krajewski S., Herbich P., Knyszyński F., Smoleń Z. 1981: Hydrogeologiczna ocena możliwości zaopatrzenia w wodę z utworów czwartorzędowych i kredowych rejonów górniczych i aglomeracji miejskich CRW-LZW wraz z prognozą zmian reżimu hydrogeologicznego. Arch. IG oddz. w Sosnowcu.
- Paczyński B., Jarząbek-Gałązkowa H., Michalska M. 1965: Wody podziemne regionu kredy lubelskiej. Arch. IG. Warszawa.
- Paczyński B. 1976: Atlas zasobów zwykłych wód podziemnych i ich wykorzystania w Polsce. Część tekstowa. Warszawa.
- Smoleń Z. 1980: Rola poziomów zawieszonych w krążeniu wód podziemnych regionu kredy lubelskiej. Mat. I Symp. "Wsp. probl. hydrogeol. reg.". Warszawa.
- Zwierzchowski A.: 1981 Normalny bilans wodny zlewni rzek w CRW-LZW. Tech. Posz. Geol., R. XX, z. 5. Warszawa.

Spis rycin

Ryc. 1. Przekroje hydrogeologiczne przez obszary zasilania wybranych ujęć; utwory pokrywy kenozoicznej: 1 - przepuszczalne, 2 - półprzepuszczalne; utwory mastrychtu: 3 - przepuszczalne, 4 - półprzepuszczalne; 5 - zwierciadło i linia prądu wód podziemnych drenowanych przez ujęcie /stan średni/; 6 - studnia wiercona w sąsiedztwie linii przekroju; 7 - zwierciadło i linia prądu wód podziemnych lokalnych /L/ i regionalnych /R/ systemów krążenia; 8 - linia ciśnień piezometrycznych /7, 8 - stan naturalny - przed eksploatacją ujęć/; 9 - zwierciadło wód poziomu zawieszonego; 10 - źródło; 11 - wody powierzchniowe.

Ryc. 2. Obszary zasilania ujęć wód podziemnych Chełma i Rejowca Fabrycznego; 1 - zasięg obszaru zasilania /wg stanu zwierciadła wód podziemnych z 1.VIII.1978r./; ważniejsze studnie wiercone i symbole ujęć /TR - Trubaków, ST - Strupin, OK - Okszowska, CCH I - Cementownia Chełm I, CCH II - Cem. Chełm. II, RE - Rejowiec Fabryczny/; 2 - izolinia obniżenia /m/ zwierciadła wód podziemnych /w stosunku do stanu naturalnego - przed eksploatacją ujęć/; 3 - obszary dawnych bagien, obecnie trwale /lokalnie okresowo/ osuszone: a - w obrębie obszarów zasilania ujęć, b - poza nimi; 4 - ważniejsze ciekły powierzchniowe: a - drenujące, b - infiltrujące, c - okresowe; 5 - kanał ściekowy.

Kazimierz Zarębski

MODEL HYDROGEOLOGICZNY UTWORÓW MEZOZOICZNYCH OBSZARU KOPALN K-1 i K-2 W CRW - LZW W ASPEKCIE STOSOWANIA RÓŻNYCH METOD BADAWCZYCH

Wprowadzenie

Warunki hydrogeologiczne CRW-LZW opracowano dotychczas w ok. 4000 dokumentacjach i publikacjach. Doświadczenia zebrane podczas sporządzania opinii określających zagrożenia wodne dla kopalń K-1 i K-2 /B. Skinderowicz i in. 1981, 1983/ wskazują, iż podstawową trudność w sprecyzowaniu tych zagrożeń stanowi brak dobrej znajomości modelu hydrogeologicznego. Nowe otwory badawcze nie zmieniają już w zasadzie oceny parametrów hydrogeologicznych warstw wnosząc jednak ważne informacje o zaleganiu poszczególnych serii skalnych. Niezależnie od wierceń wykonywano dotychczas badania sejsmiczne, geoelektryczne i pomiary geotermiczne. Badania te słabo lub wcale niewykorzystane wnoszą duży wkład w rozpoznanie modelu hydrogeologicznego nadkładu złoża, głównie w zakresie lokalizacji uskoków. Na obecnym etapie budowy kopalń w LZW warunki hydrogeologiczne mają zasadnicze znaczenie dla lokalizacji szybów i projektowania eksploatacji w niektórych częściach złoża /J. Rosielski i in. 1983/.

Podstawowym zagadnieniem, które musi być rozwiązane w najbliższym okresie, jest zlokalizowanie ważniejszych dyslokacji w kredzie górnej i następnie ocena parametru przesączania tej serii. Istnieją podstawy do przypuszczeń, iż obszar zasilania jury /lokalny?/ może znajdować się w rejonie struktury Kocka. Przedstawiono również efekty zastosowania różnych metod badawczych dla rozpoznania tektoniki i warunków hydrogeologicznych nadkładu karbonu.

Parametry hydrogeologiczne i cechy strukturalne warstw skalnych

Spośród cech masywu skalnego, w ujęciu tej części ośrodka skalnego, która jest dostępna działalności ludzkiej /J. Liszkowski, J. Stochlak 1976/, decydujących o jego modelu hydrogeologicznym można wyróżnić następujące czynniki: cechy fizyczne skał decydujące o ich parametrach hydrogeologicznych, powierzchnie nieciągłości masywu określające jego strukturę.

Spośród cech fizycznych i parametrów hydrogeologicznych skał badanych przy pomocy otworów wiertniczych, wykazujących wzajemne, interesujące korelacje wymienić należy następujące: przepuszczalność porowa skał - k_p /mD/, współczynnik filtracji masywu - $k/m/s$ /, porowatość - n_e /%/, wilgotność naturalna - W_n /%/, wytrzymałość na ściskanie w stanie wilgotności naturalnej - R_{cn} /MPa/, zawartość Cl^- w wyciągach wodnych ze skał - S_c /mg/100 g skały/, temperatura skał masywu - T /°C/.

Powierzchnie nieciągłości masywu /spękania i uskoki/ mają istotny wpływ na przebieg granic strukturalnych i hydrodynamicznych oraz na warunki zasilania poziomów /warstw/ wodonośnych w danej strukturze hydrogeologicznej masywu skalnego /S. Dobrowolski, J. Przybyłek, 1980/. Określenie tych czynników jest możliwe tylko poprzez obserwację skutków drenażu naturalnego lub odwadniania górotworu i po wykonaniu odpowiednich obliczeń.

Dla określenia modelu hydrogeologicznego obszarów kopalń K-1 i K-2 ważne są obliczenia następujących parametrów hydrogeologicznych piętra albsko-jurajskiego: wodoprzepuszczalności - T /m²/s/, współczynnik pojemności sprężystej - β^* /m⁻¹/, współczynnik piezoprzewodności - a /m²/s/. Wpływ wymienionych trzech parametrów zawierających w sobie element czasu na rozwój leja depresji zostanie omówiony w dalszej części pracy.

Masyw skał kredowo-jurajskich w rejonie kopalń K-1 i K-2 cechuje zmienność tych czynników i cech. Dotyczy to zarówno skał posiadających cechy zbiornikowe, jak i zalegających w formie warstw "nieprzepuszczalnych". W profilu utworów me-

zozoicznych, tj. do głębokości 680 - 730 m p.p.t. przeważają zdecydowane skały węglanowe, które cechuje porowatość szczelinowa różnych typów i różnego pochodzenia. Wyjątek stanowi cienka warstwa utworów albu oraz lokalnie jury środkowej i liasu o porowatości międzyziarnowej, niekiedy porowo-szczelinowej /K. Zarębski, B. Czaja-Jarzmik, A. Frajnt, 1975 i 1976; A. Frajnt, M. Małek, A. Kadłubowski, 1982; K. Dyjor, Z. Szydeł, M. Małek, 1984/.

Charakterystyka warunków hydrogeologicznych kopaliń

K - 1 i K - 2

Piętro wodonośne czwartorzędowo-górnokredowe

Utwory czwartorzędowe występują na całym omawianym obszarze osiągając miąższość od 20 m /rejon otworu L-13 L-25/ do 60-80 m /rejon otworu L-5, L-4, L-19/. W profilu przeważają utwory piaszczysto-żwirowe z wkładkami pyłów, glin zapiaszczonych i torfów. Rozpoznanie geoelektryczne /J. Młacka, 1982/ wskazuje, iż w stropie niżej zalegających utworów kredowych istnieje system głęboko wciętych dolin, o niewątpliwie tektonicznych założeniach. Należy tu wymienić strefy wzdłuż otworów L-8, L-5, L-IG-4, L-19, dolinę o kierunku N-S położoną 0,5 km na W od otworu L-IG-15, na linii L-IG-16, L-2, L-IG-15, na linii L-9, L-IG-11 oraz L-27 i L-28.

Strop utworów kredowych zalega przeciętnie na rzędnej 120-130 m n.p.m., obniżając się do rzędnych 110-90 m n.p.m. we wspomnianych dolinach. Według badań karotażowych spękane i skrasowiałe zawodnione wapienie sięgają do głębokości 150-200 m od stropu. Strefy dolin należy więc uznać przede wszystkim za obszary infiltracji wód czwartorzędowych w kredę /M. Harasimiuk, A. Henkiel, S. Przemyski 1980 oraz M. Harasimiuk, A. Henkiel 1981/. Przepuszczalność średnia pionowa skał kredowych nie przekracza 1 mD, przepuszczalność średnia pozioma przekracza 2 mD, zaś współczynnik filtracji uwzględniający szczelinowatość masywu wynosi przeciętnie 10^{-6} - 10^{-5} m/s. Zwierciadło wód I piętra wodonośnego zalega na głębokości 0,5-4,0 m p.p.t. Cieki i zbiorniki zasilają lub drenują utwo-

ry czwartorzędowe w zależności od sezonowych wahań tego poziomu.

Piętro trzeciorzędowe

Zawodnione utwory trzeciorzędowe /piaski, żwiry/ występują na S od CRW. W obrębie granic obszarów K-1 i K-2 wykształcone są w postaci ilów jasnopopielatych, twardoplastycznych i plastycznych niekiedy szarozielonych pylastych. Zwarta pokrywa tych ilów występuje w rejonie na W od rzeki Swinki /Brzeziny - Puchaczów/, gdzie rozdziela ona piętro czwartorzędowo-górnokredowe na oddzielne poziomy wodonośne. Miąższość ilów osiąga tam do 30 m. Na obszarze K-1 i K-2 ilły trzeciorzędowe występują w stropie kredy jako płyty na zboczach, rzadziej w osiach dolin osiągając miąższość do 10 m /L-1C-4, L-23, L-134/.

Utwory kredy górnej /gł. 200 do ok. 600 m/

W osadach kredy do głębokości 150-200 m następuje wyraźny spadek wodonośności wskutek zaciskania por i szczelin w tych stosunkowo miękkich skałach $R_{c_n} = 7,0-15,0$ MPa/. Profilowanie rdzeni wykazuje jednak obecność w całym profilu kredy licznych spękań i luster tektonicznych, co tłumaczy występowanie w niektórych rejonach obszaru K-1 i K-2 niewielkich dopływów ze związlejszych niż margle wapieni kredopodobnych /otwory badawcze, szyby/. Dopływy te nie przekraczają kilku litrów na minutę dla utworów kredy nie naruszonych odkształceniami poeksploatacyjnymi. Uzasadnia to w zasadzie nazwę "kreda nieprzepuszczalna" dla omawianego kompleksu skalnego. Średnia przepuszczalność wynosi od 1-3 mD /L-11/ do 5 mD /OP-3/. Obecność szczelin suchych stwierdzono na różnych głębokościach w szybach S-1.2 i S-1.1. Zawilgoceń i drobne wycieki stwierdzono w szybie S-1.4., którego rejon stanowi /w stosunku do otoczenia/ blok tektonicznie wyniesiony. Górotwór jest tu słabo spękany /otwór L-11/, stwierdzono też liczne szczeliny suche.

Należy przypuszczać, iż obecnie nastąpiło już trwałe zaburzenie warunków hydrogeologicznych CRW. Wskutek deformacji masywu kredowego nad "eksploatowanym złożem" wód jurajskich następuje penetracja wód jurajskich i górnokredowych w górotwór. Zjawisko to występuje w strefie zewnętrznej niecki osiadania, zaś w strefie rozciągania jego zasięg wynika z aktualnych ciśnień warstw wodonośnych zasilających /alb-jura, kreda górna/.

Przemieszczanie się niesymetrycznej /anizotropia jury/ i zmiennej w czasie amplitudy deformacji /zmiany w intensywności i lokalizacji punktów odbioru/ będzie powodować w przyszłości zmiany wielkości ciśnienia wód napotykanymi wyrobiskami w szczelinach kredy górnej. Ciśnienie to może znacznie przekraczać wielkość aktualnych ciśnień piezometrycznych piętra jurajskiego /np. BP-3 ok. + 5,0 m n.p.m./. Te anormalne ciśnienia można ewentualnie wiązać z ciśnieniem przenieszczających się skał górotworu. Wydajność wód wypływających ze szczelin nie powinna być znaczna /R. Szydeł inf. ustna głęb. 578 m $Q = 0,5 \text{ m}^3/\text{godz.}$ przy depresji - 230 m/. W otworze tym nie stwierdzono wpływu mrożenia szybu 2.2.

Piętro wodonośne albsko-jurajskie

Zbiornik wód w utworach kredy dolnej - albu, wapieniach jury górnej oraz dolomitach, piaskowcach i wapieniach jury środkowej o łącznej miąższości do 180 m rozciąga się na przestrzeni setek kilometrów kwadratowych aż poza rzekę Bug. Ze względu na monoklinalne zaleganie warstw karbońskich posiada on kontakty hydrauliczne z piaskowcami warstw lubelskich i pokładami węgla. Zasila on również występujące w obniżeniach stropu karbonu utwory jury najniższej /lias?/ w obrębie obszarów K-1 i K-2 oraz piaskowce kumowskie i utwory dewonu na NW od obszaru K-1 i K-2.

Poziom albski

Utwory albu wykształcone są jako osady piaszczysto-glaukonitowe z fosforytami, margliste w stropie, luźne w partii spągowej. Miąższość utworów wynosi 3-5 m w części południo-

wej obszaru K-2, zaś w NE części obszaru K-1 wynosi 1-2 m. W tym ostatnim rejonie wzrasta również udział skał z obfitszym spoiwem węglanowym, są one zwięźlejsze, słabiej wodonośne, zaś współczynniki filtracji niższe $/1 \times 10^{-7} - 1 \times 10^{-6} \text{ m/s}/$. W strefach występowania większych miąższości albu współczynniki filtracji wynoszą $1 \times 10^{-6} - 1 \times 10^{-5} \text{ m/s}$. Stwierdza się korelację między miąższością całkowitą albu i miąższością warstwy kurzawkowej /M. Maj, K. Zarębski, W. Glik, 1981/. Praktycznie przy miąższości albu powyżej 2 m miąższość kurzawki przekracza średnio 1 m. Utwory albu wykazują związek hydrauliczny ze stropowymi utworami jury.

Poziom jury górnej

Miąższość utworów jury górnej wynosi na obszarze K-1 i K-2 przeciętnie 100-110 m. Większość opracowań podaje niestety zwykle łącznie miąższość jury górnej i środkowej. Największą miąższość osiąga jura w obniżeniach tektonicznych /np. L-IG-16/, najmniejszą na wyniesieniach /np. L-11/. Określona na podstawie badań polowych i laboratoryjnych przepuszczalność jury górnej wynosi do 10 mD, zaś współczynniki filtracji zawierają się w granicach $10^{-9} - 10^{-6} \text{ m/s}$, średnio $1 \times 10^{-7} \text{ m/s}$. Odpowiada to przewodności hydraulicznej do $1 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$.

Stosunkowo niska wodonośność jury górnej wynika z jej wykształcenia litologicznego. W stropie zalega seria słabo przepuszczalnych wapieni pelitycznych /kp = 0-1 mD/ z warstwami i soczewami wapieni oolitowych zawodnionych /kp = 5-30 mD/. Seria wapieni pelitowych i oolitowych osiąga miąższość od 30 do 40 m /L-11, OP-3/ i wytrzymałość 14,0 - 50,0 MPa, średnio 40,0 MPa. Niżej zalega seria wapieni marglistych i pelitycznych z wkładkami wapieni zlepieńcowatych i margli o miąższości 25-35 m, przepuszczalności poniżej 1 mD, często praktycznie nieprzepuszczalnych /próbki poza strefami spękań/. Seria wapienno-marglista zbudowana ze skał o wytrzymałości 15,0-30,0 MPa stanowi warstwę półprzepuszczalną, rozdzielającą lokalnie na obszarze K-1 i K-2 piętro albsko-jurajskie na poziom górny albsko-górnojurajski i poziom dolny

górnourajsko-środkowo-jurajski. Współczynnik filtracji masywnego skalnego dla serii wapienno-marglistej można ocenić na średnio 1×10^{-8} m/s.

Najniższa część jury górnej wykształcona jest w postaci wapieni organodetrytycznych często kawernistych z wkładkami wapieni pelitycznych o miąższości 40-50 m. Współczynnik filtracji tej serii wynosi 10^{-7} - 10^{-6} m/s. Wytrzymałość na ściskanie wynosi $R_{c_n} = 20,0$ MPa. Dla serii tej typowe jest zróżnicowanie własności filtracyjnych nawet na przestrzeni kilkudziesięciu metrów w poziomie.

Poziom jury środkowej

Seria ta obok albu najwyraźniej odróżnia się litologicznie od innych poziomów w obrębie piętra wodonośnego. Budują ją piaskowce wapniste, dolomity i wapienie dolomityczne kawerniste. Współczynnik filtracji tych skał wynosi 10^{-6} - 10^{-5} m/s. Miąższość serii wynosi od kilku do kilkunastu metrów w obniżeniach morfologicznych stropu utworów starszych /rejon L-27, 16,6 m/. W północno-zachodniej części obszaru K-1 serii tej brak /rejon L-5/. Przewodność hydrauliczna jury środkowej wynosi do 1×10^{-5} m²/s, co odpowiada przewodności całej serii jury górnej. Występowanie poziomu jury środkowej decyduje więc w dużym stopniu o zawoźnieniu całego piętra wodonośnego albsko-jurajskiego w tej części CRW.

Poziom jury dolnej

Utwory najniższej jury prawdopodobnie wieku dolnourajskiego /lias?/ zalegają w obniżeniach morfologicznych stropu karbonu posiadających zwykle założenia tektoniczne /A. Trajnt, M. Małek, A. Kadzubowski, 1982 i Z. Szydeł i R. Szydeł 1981/. Są to bardzo słabo związane iłowce, mułowce i piaskowce z wkładkami lignitów powstałe jako osady rzek i bagnisk z materiału karbońskiego. Zaleganie ich nie ma ciągłości na większej przestrzeni obszarów K-1 i K-2.

Uwarunkowania tektoniczne i hydrodynamiczne rozwoju leja depresji

Uwarunkowania tektoniczne

Warstwy karbońskie w rejonie kopalni K-1 i K-2 zalegają w formie asymetrycznej synkliny o kierunku NW-SE. Upad warstw północno-wschodniego skrzydła synkliny wynosi $2-4^{\circ}$, a południowo-zachodniego $12-17^{\circ}$. Skrzydło południowo-zachodnie przechodzi w antyklinalno-zrębową elewację Kocka /J. Porzycki 1984/, pozbawioną karbonu na wskutek przedjurajskiego ścięcia erozyjnego. Uskok o kierunku NE-SW, np. północny i świerszczowski, przecinające karbon prostopadle do rozciągłości posiadają zmienną amplitudę zrzutów /do kilkudziesięciu metrów/. Uskoki o kierunku NW-SE /np. zachodni I i II oraz wschodni/ są mniej liczne, przecinają karbon równolegle do rozciągłości, zrzuty uskoków wynoszą 20-40 m. Niektóre uskoki przecinające warstwy karbonu były odnawiane dwukrotnie po osadzeniu się jury górnej i kredy dolnej. W rezultacie powstały lokalne zrębowe struktury. Wzajemne ułożenie warstw w sąsiednich strukturach zrębowych decyduje więc o więzi hydraulicznej /lub braku więzi hydraulicznej/ między poziomami i piętrami wodonośnymi.

Uskoki zachodni I i II, wschodni, północny i świerszczowski wytwarzają wyraźną deformację kształtu leja depresji wytworzonego wokół szybów w Bogdanie i Nadrybiu, co świadczy o zwiększonej wodoprzewodności stref przyuskokowych /M. Małek 1984/. Równocześnie w kierunku E od pól K-1 i K-2 obserwuje się znacznie wolniejszy rozwój leja depresji. Zjawisko to należy tłumaczyć przerwaniem przez dwa uskoki: prostopadły do linii łączącej szyb S-1.4. - otwór I-IG-16 i uskok wschodni, ciągłości poziomów górno- i środkowo-jurajskiego, wzdłuż których rozwija się głównie spadek ciśnienia w jurze. Uskoki rozciągające podłoże jury na obszary wyniesione i obniżone powodują występowanie w wielu rejonach bocznego zasilania warstw piaskowców i węgla karbońskich aż po pokłady 375-376. Według niektórych autorów /K. Zarębski, W. Glik, 1980, K. Zarębski, W. Glik, 1982 i M. Małek 1984/ w rejonie uskoków zachodniego I i II, a przede wszystkim kockiego następuje bezpośrednie zasilanie jury przez nadkład.

Ważną wskazówką są tutaj wyniki okonturowania otworami badawczymi uskoków zachodniego I i II oraz kockiego na sąsiednim obszarze Ostrów I /K. Dyjor, R. Szydeł, M. Małek 1984/, gdzie wzdłuż rozległej rynny w stropie kredy /do rzędnej 80 m p.p.t./ położonej nad tymi uskoki, stwierdzonymi w karbonie, wykazano rozległe anomalie geotermiczne do jury oraz wydobywanie wód porowych w kredzie i jurze w stosunku do otoczenia /M. Małek 1984/.

Obserwacje piezometrów zainstalowanych w jurze wskazują na dalsze obniżenie ciśnienia wód II piętra wodonośnego w okresie pierwszego kwartału 1984 r. /w nawiasach obniżenie do stanu "zerowego"/: BP-1 - 3,40 m /298,50 m/ - obok szybu S-1.2; L-134 - 2,22 m /27,66 m/ - 3,92 km na NE od S-1.2; L-129 - 4,69 m /43,18 m/ - 5,0 km na NE od S-1.2; w utworach albu: L-123 - 0,68 m, ok. 11,97 km od S-1.2; Ch-22 - 0,10 m, ok. 34,1 km od S-1.2; L-138 - wzrost o 0,01 m, ok. 10,6 km od S-1.2.

Rozległy lej depresyjny w poziomach wodonośnych jurajskim i albskim wykracza swym zasięgiem znacznie poza granice Centralnego Rejonu Węglowego. Obniżenie ciśnienia wód w centrum odwadniania /szyby w Bogdanie/ wynosi już około 300 m. W trakcie przeprowadzonego ze zmienną intensywnością procesu odwadniania zaobserwowano powstanie na powierzchni terenu niecki osiadania o maksymalnej amplitudzie obniżenia w rejonie Bogdanki ok. 150 mm. Stwierdzono wyraźną korelację między intensywnością odprowadzania wód głównie z poziomu jurajskiego i intensywnością obniżania powierzchni terenu /K. Zarębski, W. Glik, 1982/.

Stwierdzono również obniżanie się ciśnienia w piezometrach zainstalowanych w stropowych warstwach karbonu i dewonu /na strukturze Kocka/. W świetle przytoczonych wyników obliczeń parametrów piętra albsko-jurajskiego, opartych na obserwacjach w piezometrach, posiada ono dużą zasobność sprężystą /M. Rogóż i in., 1984/ i odwadnianie tego piętra wymagać będzie dużych wydajności.

Uwarunkowania hydrodynamiczne

Wodoprzewodność "T" określa ilość wody przepływającej w jednostce czasu przez warstwę o znacznej miąższości, przy szerokości strumienia 1 m i spadku hydraulicznym równym jedności. Jest to iloczyn współczynnika filtracji i miąższości warstwy wodonośnej. Średnia wartość parametru "T" dla obszarów kopalni K-1 i K-2 w obrębie odwadnianego piętra albsko-jurajskiego obliczona została w dokumentacji GIG /M. Rogoż i in., 1984/ na maszynie cyfrowej ODRA - 1204.

Obliczenia według programu Theisa - N wykazały, iż wodoprzewodność tego piętra w rejonie kopalni K-1 i K-2 wynosi: $T = 2,80 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$ dla $k_{sr} = 2,5 \times 10^{-6} \text{ m/s}$ i dla przyjętej średniej miąższości warstwy wodonośnej $m = 112 \text{ m}$. Podana miąższość nie jest zawyżona według najnowszej mapy miąższości jury /J. Rosielski i in., 1983/.

Obliczenia przedstawione w dokumentacjach ZBiPM "Cuprum" /M. Prusak i in., 1984/ na podstawie współczynników filtracji wyznaczonych badaniami w otworach określiły wodoprzepuszczalność jury dla miąższości $m = 67 \text{ m}$ na około: $T = 11,34 \text{ m}^2/\text{d} = 1,312 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$. Dla znanych warunków zalegania piętra albsko-jurajskiego /J. Rosielski i in., 1983/ należy obiektywnie przyjąć wartość wyliczoną w dokumentacji GIG metodą Theisa /M. Rogoż i in., 1984/.

Współczynnik pojemności sprężystej β^* określa zdolność naporowej warstwy wodonośnej do uwolnienia określonej objętości wody z jednostkowej objętości w wyniku jednostkowego obniżenia naporu. Jest on iloczynem przewodności T i piezoprzewodności a. W. Prusak i in. /1984/ podają następującą wartość współczynnika $\beta^* = 2,5 \times 10^{-5} \text{ m}^{-1}$, natomiast M. Rogoż i in. /1984/ podają wartość: $\beta^* = 1,84 \times 10^{-6} \text{ m}^{-1}$.

Współczynnik piezoprzewodności "a" jest tą własnością naporowej warstwy wodonośnej, która określa szybkość, z jaką następuje zmiana ciśnienia w jej obrębie. Jest on ilorazem przewodności T i współczynnika odsączalności sprężystej μ_s /lub inaczej współczynnika zasobności sprężystej $\beta^*/$.

Obliczenia "Cuprum" /W. Prusak i in., 1984/ oszacowały wartość piezoprzewodności piętra albsko-jurajskiego następująco: $a = 0,08 \text{ m}^2/\text{s}$ dla miąższości $m = 67$ /przyjęto do dalszych obliczeń/ i $a = 1,7 \text{ m}^2/\text{s}$ dla miąższości $m = 126 \text{ m}$.

M. Rogoż i in. /1984/ podają wartość: $a = 1,357 \text{ m}^2/\text{s}$.

Porównanie wyliczonych wartości oraz wyraźne oddziaływanie odwodnienia w całym piętrze albsko-jurajskim pozwala stwierdzić, iż jako reprezentatywną dla obszaru K-1 i K-2 należy przyjąć wartość wyznaczoną metodą Theisa według M. Rogoża i in. /1984/.

Hydrogeologiczne znaczenie badań geofizycznych i badań laboratoryjnych skał kredy górnej

Przytoczony wyżej obraz warunków hydrogeologicznych w kredzie i jurze obszaru kopaliń K-1 i K-2 oparty jest na wynikach badań, które w zakresie przewidzianym w kategorii rozpoznania C_2 i C_1 wykonywane były w otworach wiertniczych oraz na uzyskanych z nich rdzeniach. Te ostatnie są jednakże zazwyczaj mało wykorzystywane. Obserwacje przeprowadzone w kilku zgłębionych szybach, nie publikowane dotychczas, nie wnoszą istotnych zmian do podanego wcześniej modelu warunków hydrogeologicznych.

W powszechnie przyjętym ujęciu zarówno w licznych dokumentacjach wykonanych dla CRW, jak i w publikacjach /A. Rózkowski, T. Rudzińska 1980, A. Rózkowski, K. Zarębski - w druku, B. Skinderowicz i in., 1981 i 1983/ utwory kredy górnej poniżej 200 m od powierzchni terenu aż do stropu albu traktowano jako praktycznie nieprzepuszczalne. W opracowaniach tych nie wykluczono wprowadzie przesączania się wód z I piętra wodonośnego do albu i jury, jednakże z samej metody badań w kategorii rozpoznania C_2 i C_1 wynika brak możliwości rozpoznania tego ważnego zagadnienia. Zaprojektowane badania w hydrowęzłach /A. Frajnt 1983/ nie zostały dotychczas zrealizowane. Wynika to z braku koordynacji i kompleksowości badań hydrogeologicznych. Zagadnienie to podnoszono w niektórych dokumentacjach i publikacjach /A. Rózkowski 1982, J. Stochlak, K. Zarębski 1982/, podkreślając konieczność powiązania tych badań z potrzebami górnictwa. Ważne zagadnienie podsumowania wyników badań powinno zostać rozwiązane w monografii warunków hydrogeologicznych LZW opracowa-

nej przez Instytut Geologiczny przy współudziale Akademii Górniczo-Hutniczej i Głównego Instytutu Górnictwa. W tej sytuacji pozostała jedynie możliwość wnioskowania w oparciu o dowody pośrednie. Próbę taką podjęto niżej w oparciu o rezultaty różnych metod badawczych.

Badania sejsmiczne

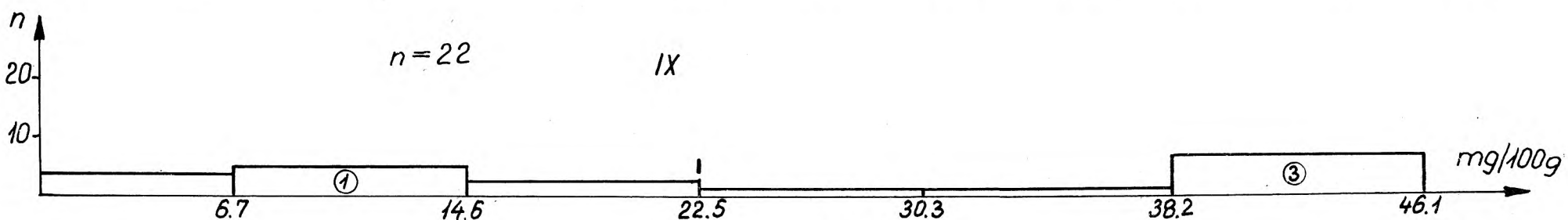
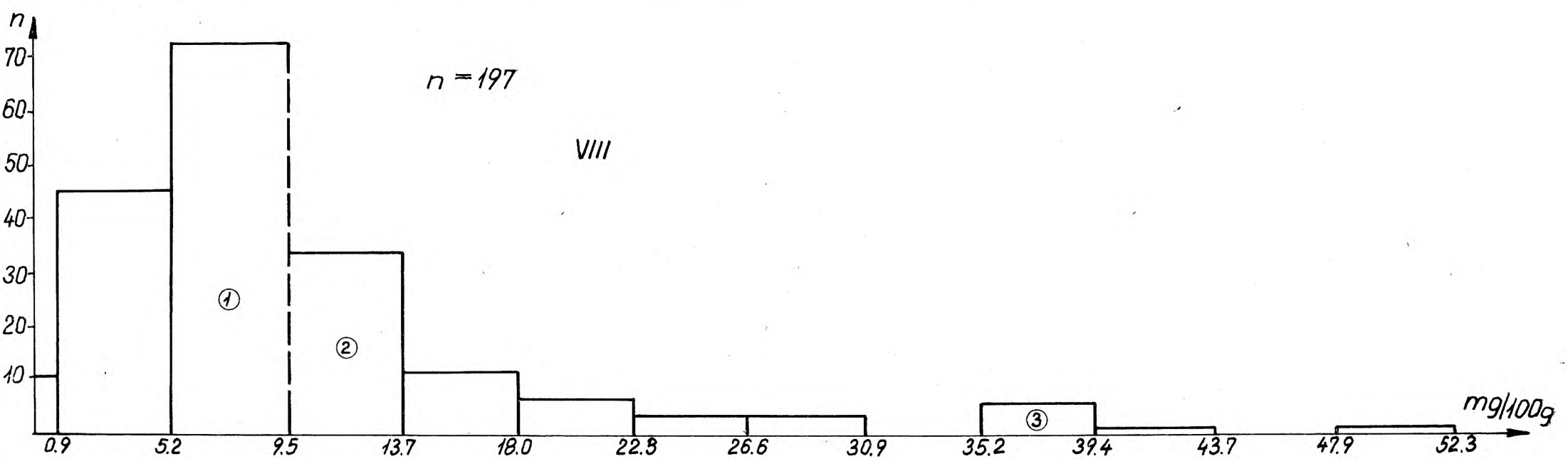
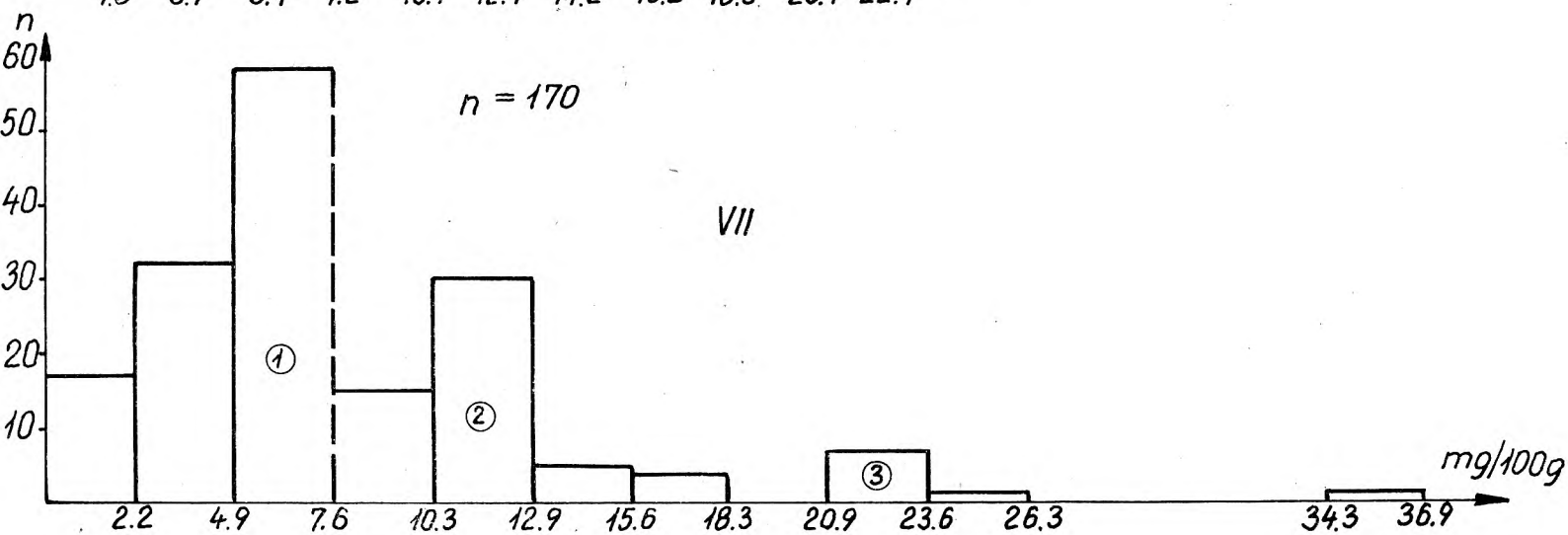
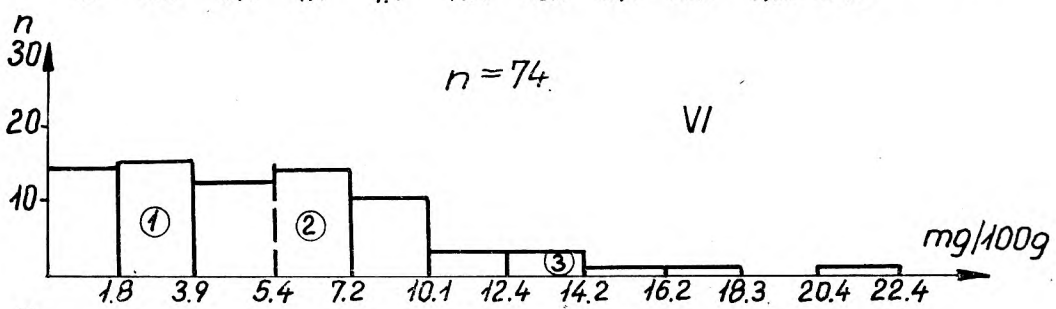
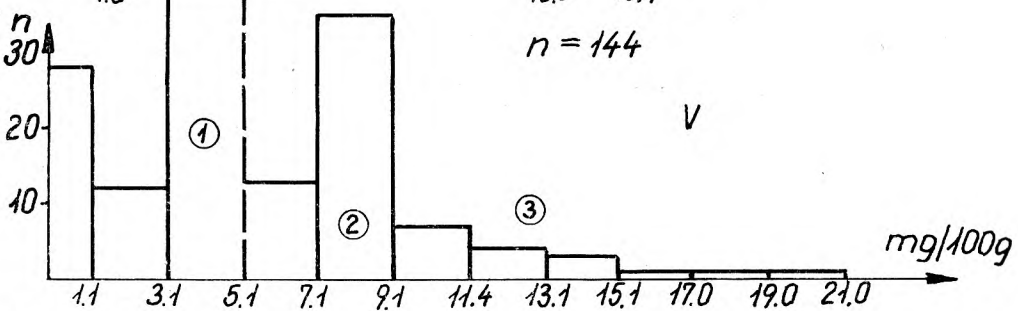
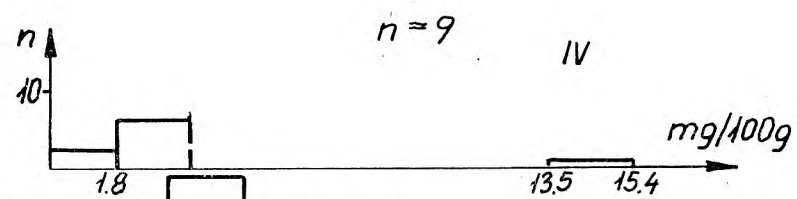
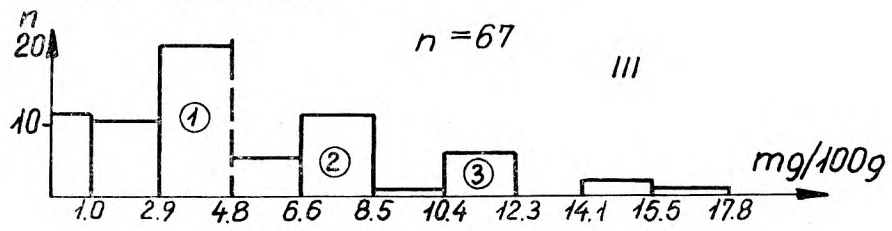
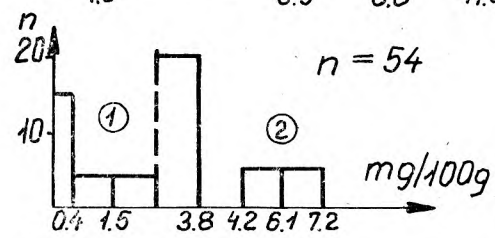
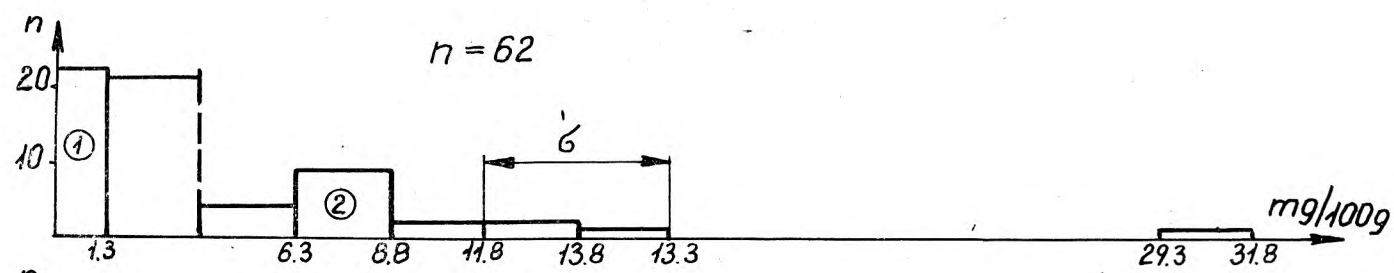
Trójwymiarowe pomiary refleksyjne wykonane w latach 1978-1980 na terenie CRW-LZW miały na celu m.in. wykrywanie i przestrzenną lokalizację uskoków o małych amplitudach, tj. o zrzutach poniżej 10 m. Zagęszczone pomiary na przekrojach zlokalizowanych w odległości 60 m wykazały istnienie rozbudowanej sieci uskoków w kredzie, niezależnej od uskoków w karbonie /T. Pelc 1982/.

Część uskoków rozcinających kredę bierze początek w utworach albu. Amplituda ich nie przekracza kilku metrów, zaś zasięg poziomy wynosi kilkadziesiąt do ponad 100 m. Są to uskoki normalne i odwrócone. Typowe nachylenie uskoków wynosi 60-70°, zaś niektóre wykazują malejące nachylenie z głębokością, niekiedy zaś stopniową zmianę amplitudy zrzutu. Wokół wielu uskoków występują strefy spekań /luki w sygnałach/, nie kontynuujące się przez upłynnione utwory albu lub jury. Stwierdzono również, iż największe redukcje miąższości albu występują w obrębie lokalnych dodatnich struktur jury. Fakt ten znany jest z opracowań GIG /Z. Słęzański i in. 1980/.

Badania sejsmiczne wskazują, iż w wielu rejonach, np. pola K-1, K-3, nierówności w stropie jury związane są z uskokami a zatem i skokowymi zmianami miąższości albu. Zróżnicowanie tektoniczne kredy jest jednakże bez porównania większe niż utworów jurajskich, których zmienność miąższości jest uwarunkowana budową strukturalną karbonu, co potwierdzają również wyniki wierceń /np. rejon L-11 - L-IG-16/.

W sumie interpretacja badań sejsmicznych w kredzie sugeruje, iż sieć uskoków przynajmniej częściowo powstała wskutek oddziaływań hydrotektonicznych. Sieć uskoków jest do tego stopnia skomplikowana i znacznie rozbudowana, iż nie ma nawet znaczenia lokalnie błędna interpretacja ich lokalizacji.

Ryc. 1



OBJAŚNIENIA

- I; II; III — 1
- n = 170 — 2
- 6 — 3
- 1 — 4
- ① ② ③ — 5

Model rozwoju uskoków w kredzie zaproponowany przez P. Herbicha /1980/ jest zbliżony z wynikami badań refleksyjnych T. Pelca /1982/.

Można wyrazić pogląd, iż wobec dużej gęstości występowania uskoków i spękań w serii skał kredowych nie jest celowe sporządzanie szeregów map lokalizujących je, ze względu na wysokie koszty badań sejsmicznych. Istotny wyjątek od tej zasady powinny jednakże stanowić strefy położone nad znaczącymi rozłamami rozpoznanymi w utworach paleozoicznych. Mogą one bowiem stanowić drogę infiltracji wód i piętna wodonośnego do poziomów głębiej zalegających. Na możliwość taką wskazują wyniki badań przeprowadzonych innymi metodami.

Badania geoelektryczne

Wykonywano je w ramach dokumentowania złóż w kategorii C₁ /pola K-9 i Ostrów I/ oraz w ramach prac planowych GIG /pole K-1/.

Celem badań było określenie wykształcenia i miąższości utworów czwartorzędu oraz litologii i rzeźby stropu kredy. Dodatkowym zadaniem była próba lokalizacji stref uskokowych w stropie kredy. Strefy takie zlokalizowano przede wszystkim w obrębie rozległych rynien o względnej głębokości wielu dziesiątków metrów. Zbocza dolin posiadają często założenia tektoniczne, zaś niektóre z przypuszczalnych dyslokacji mogą mieć kontynuację w osadach młodszych, czwartorzędowych J. Młacka /1982/. Interesującym rezultatem badań geoelektrycznych jest stwierdzenie dyslokacji i nieciągłości litologicznych w kredzie posiadających lokalizację i kierunek taki, jak uskoki znane w karbonie. Są to: strefa uskoków zachodnich /I i II/, uskoki północny, uskoki w dolinie Świnki i inne. Korelacja dyslokacji udokumentowanych w karbonie i rozpoznanych w stropie kredy została podana na ryc. 2.

Badania wytrzymałości na ściskanie R_c

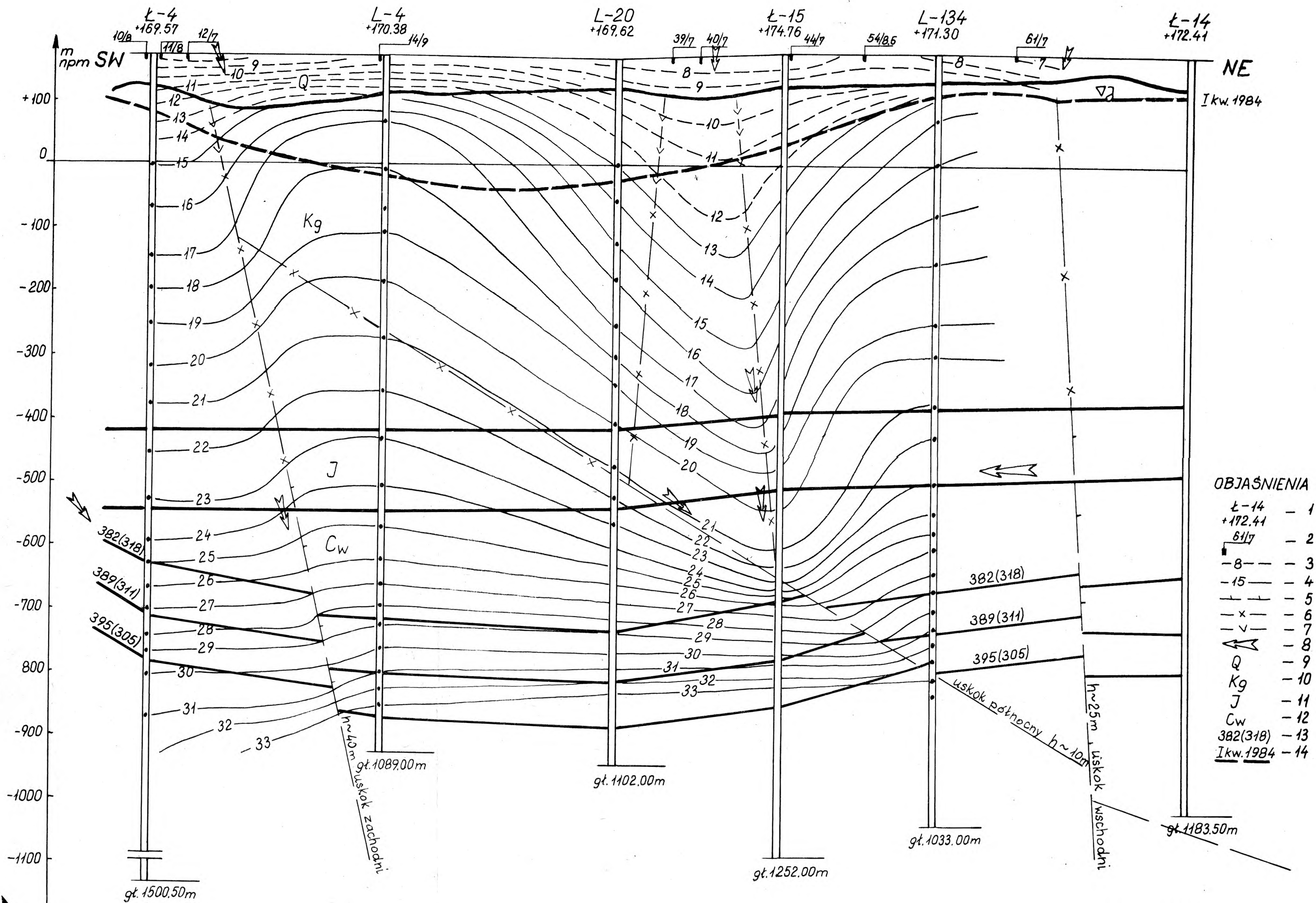
Wytrzymałość na ściskanie w stanie wilgotności naturalnej oznaczona jest w GIG Oddz. Terenowy w Lublinie na maszynie

wytrzymałościowej EDZ-40. Do badań wycinane są kostki skał o wymiarach 5 x 5 x 5 cm.

Rozkład średniej wytrzymałości skał w obrębie kredy górnej według oznaczeń dla szybów i otworów badawczych w Bogdan-
ce i Nadrybiu analizowano w pracach GIG /Z. Słężański i in., 1981/. Skały o bardzo niskiej wytrzymałości na ściskanie za-
legają znacznie głębiej niż zasięg występowania I piętra wo-
donośnego. Do głębokości 250,0 m p.p.t. R_{cm} nie przekracza
7,0 MPa, zaś wartość 15,0 MPa występuje dopiero na głębokoś-
ci 350,0 m p.p.t. wzrastając wraz z głębokością. Do stropu
albu wytrzymałość skał kredowych wzrasta wyraźnie dopiero
od głębokości 480-520 m osiągając wartość 20,0-35,0 m MPa
na odcinku ok. 100 m. W strefie głębokości 300 - 500 m,
tj. w strefie najniższej przepuszczalności porowej, wytrzy-
małość skał jest bardzo zmienna w profilu pionowym i wzdłuż
rozciągłości warstw. Partie skał mocniejszych / $R_c > 20,0$ MPa/
o charakterze soczew tkwią w skałach słabszych / $R_c = 15,0$ -
12,0 MPa lub mniej/. Występujące tam warstewki ilów plastycz-
nych i margli ilastych otoczone skałami mocniejszymi i szty-
wnymi poddane są naprężeniom pionowym większym od ich gra-
nicy plastyczności /A. Kidybiński 1982/. W profilu płaszczyzn
nieciągłości obserwuje się ily wyciśnięte w szczeliny. Zja-
wisko to jest być może główną przyczyną niskiej wodonośnoś-
ci kredy w tej strefie głębokości /np. suche szczeliny obser-
wowane w szybach/.

Badania zawartości Cl^- w wyciągach wodnych

Zawartość jonu Cl^- w wyciągach wodnych ze skał oznaczo-
no masowo z próbek rdzeni wiertniczych w laboratoriach polo-
wych głównie poczynawszy od r. 1974. Od r. 1982 badania takie
prowadzone są w GIG w oparciu o próbki pobrane z wyrobisk
kopalni K-1. Badania prowadzone są pod kątem określenia
związku między porowatością skał /a zatem i przepuszczal-
nością/ a zawartością w roztworach porowych Cl^- w roztworach
porowych nieodsączalnych. Badania GIG /W. Glik, K. Zarębski,
E. Grudzińska, 1983/ pozwoliły wstępnie określić tą zależ-
ność:



$$Sc = 10 \frac{\rho_o \cdot Z_s}{n_e} \quad /1/$$

gdzie: Sc - zawartość chlorków w roztworach porowych $/\text{mg}/\text{dm}^3/$,
 Z_s - zasolenie wód porowych $/\text{mg}/100 \text{ g skały}/$, n_e - porowatość efektywna skał $/\%$, ρ_o - gęstość objętościowa $/\text{g}/\text{cm}^3/$.

Metoda badań polega na oznaczaniu roztworów tworzących się po 24-godzinny pozostawieniu skały rozdrobnionej w wodzie destylowanej. Następnie strąca się azotanem srebra wobec chromianu potasowego zawarte w wodzie jony Cl^- . Zestawienie ok. 780 wyników oznaczeń Cl^- w próbkach z otworów wiertniczych pozwoliło skonstruować model hydrochemiczny rejonu kopalni K-1, w którym wyróżniono następujące pakiety hydrochemiczne według zawartości - średniej Cl^- /K. Zarębski, W. Glik i in., 1982/: pakiet I do gł. 200 m - $Z_s = 3.85 \text{ mg}/100 \text{ g s}$, pakiet II gł. 200 - 400 m - $Z_s = 2.68 \text{ mg}/100 \text{ g s}$, pakiet III gł. 400 m do str. albu - $Z_s = 4.78 \text{ mg}/100 \text{ g s}$, pakiet IV alb - $Z_s = 3.72 \text{ mg}/100 \text{ g s}$, pakiet V jura cz. stropowa - $Z_s = 5.03 \text{ mg}/100 \text{ g s}$, pakiet VI jura, ok. 30 m od spągu - $Z_s = 5.92 \text{ mg}/100 \text{ g s}$, pakiet VII w-wy lubelskie do p. 384 - $Z_s = 7.63 \text{ mg}/100 \text{ g s}$, pakiet VIII w-wy lubelskie do spągu - $Z_s = 8.56 \text{ mg}/100 \text{ g s}$, pakiet IX w-wy kumowskie /cz. strop./ - $Z_s = 22.45 \text{ mg}/100 \text{ g.s}$.

Rozkład statystyczny cechuje skośność dodatnia oraz dwa lub trzy maksima /ryc. 1/, co jest cechą rozkładów niejednorodnych. Wskazuje to na możliwość występowania w masywie skalnym kilku generacji zasolenia /lub ługowania kompleksu jonowo-solnego/.

1. Generacja 1 to najmłodsze wody infiltrujące z powierzchni aż do stropu warstw kumowskich, o zasoleniu poniżej wartości średniej w pakiecie hydrochemicznym. W poziomie jury mieszają się one z wodami infiltrującymi od strony wychodni, co powoduje brak wyraźnej klasy modalnej w pakiecie VI. W warstwach głębszych wody te oznaczono nadal symbolem 1, zaś słodkie wody niezmieszane z jurajskimi symbolem 1a.

2. Generacja 2 i 3 pochodzi prawdopodobnie ze starszych cykli hydrochemicznych lub też może częściowo ze współczesnych wód ascenzyjnych, których istnienie sugerują dodatnie

anomalie geotermiczne w różnych rejonach LZW /A. Błaszczak, K. Zarębski, 1980/.

3. Generacja 3 jest wyraźnie widoczna w pakietach IX, VIII i VI "zacierając" swe granice ku górze, przy jednoczesnym obniżeniu wartości średniej.

Indywidualna analiza rozkładu zawartości Cl^- według danych z różnych otworów wiertniczych wskazuje na niezmiernie złożony i w różnym stopniu zaawansowany mechanizm wymiany wód w kredzie, jurze i karbonie LZW. Rozkład zawartości Cl^- jest związany z litologią profilu warstw, np. występują wyraźne "cienie hydrochemiczne" /A. I. Levorsen, 1972/ pod warstwami słabo przepuszczalnymi oraz wysłodzenie wód porowych w sąsiedztwie zawodnionych stref spękań.

Krótką analizę statystyczną przeprowadzono dla oceny związku korelacyjnego r między rozkładem średniego zasolenia wód porowych Z_s i średnią przepuszczalnością pionową i poziomą k_p skał w profilu dwóch otworów. Otwór L-11 zlokalizowany jest na wyniesionym bloku tektonicznym podłoża karbońskiego ograniczonym blisko leżącymi uskokami. W sąsiedztwie występuje kontakt boczny warstw jurajskich i karbońskich. Warstwy wodonośne cechuje w tym rejonie niska wodonośność oraz obecność wkładek ilastych. Otwór OP-3 zlokalizowany jest w rowie tektonicznym. Skały cechuje silne spękanie i silne zawodnienie warstw wodonośnych.

L-11	kreda:	$Z_s = 3,2 \text{ mg/100 g s.}$		
	pion.	$k_p = 0,9 \text{ mD}$	$r = - 0,33$	
	poz.	$k_p = 2,3 \text{ mD}$	$r = + 0,11$	
	jura:	$Z_s = 3,36 \text{ mg/100 g s.}$		
	pion.	$k_p = 1,0 \text{ mD}$	$r = + 0,76$	
	poz.	$k_p = 2,9 \text{ mD}$	$r = + 0,67$	

Dla całego profilu otworu do głębokości 1062 ma korelacja z zawartością Cl^- z przepuszczalnością wynosi: przepuszczalność pionowa $r = - 0,92$, przepuszczalność pozioma $r = + 0,12$

OP-3	kreda:	$Z_s = 9,0 \text{ mg/100 g s.}$		
	pion.	$k_p = 0,93 \text{ mD}$	$r = - 0,49$	
	poz.	$k_p = 1,4 \text{ mD}$	$r = - 0,37$	

jura: $Z_s = 5,4 \text{ mg/100 g s.}$

pion. $k_p = 4,1 \text{ mD}$ $r = - 0,97$

poz. $k_p = 4,5 \text{ mD}$ $r = - 0,60$

Dla całego profilu otworu do głębokości 1105 m korelacja w stosunku do przepuszczalności pionowej wynosi $r = - 0,48$.

Przytoczone obliczenia sugerują wyraźnie występowanie pionowego przesączania wód przez kredę i jurę. W zależności od lokalnych zaburzeń tektonicznych i zmienności litologiczno-facjalnej w pewnych partiach profilu mezozoitu istnieje dominujący chociaż utrudniony przepływ poziomy, zgodny z regionalnym gradientem ciśnienia, aż do kolejnej strefy spękań, w której dominuje przepływ pionowy wód. Znak ujemny współczynnika r oznacza spadek zasolenia ze wzrostem przepuszczalności, zaś znak dodatni wzrost zasolenia /wody ascenzyjne?/. Zagadnienia przesączania przez nadkład były podnoszone w niektórych opracowaniach /B. Skinderowicz i in., 1981, A. Różkowski, K. Zarębski - w druku/. W tym kontekście interesujące są wyniki badań geotermicznych na terenie LZW.

Badania geotermiczne

Badania geotermiczne prowadzone w Polsce północno-wschodniej /J. Majorowicz, 1975, 1982/ wykazały "znaczny efekt hydrotermalny w związku z transportem ciepła na drodze przepływu wód ze składową ujemną w górnych warstwach osadowych w strefie alimentacji oraz podwyższenia wielkości strumienia ciepła w przypadku ruchów ascenzyjnych". Badania te wykazały, iż przepływ wód przez warstwę 1-2 km z prędkością ok. 1 cm/rok $/k = 3 \times 10^{-10} \text{ m/s/}$ może zmniejszyć regionalny strumień ciepła o 50-80%. Stwierdzony został ruch wód ku centralnej części basenu paleozoicznego, ale też ruch wód od centralnej części basenu do jego partii brzeżnej. Badania J. Majorowicza potwierdzają przyozyny powstawania licznych anomalii geotermicznych w nadkładzie paleozoiku CRW-LZW sięgających niekiedy na znaczną głębokość /ryc. 2/. Wyniki pomiarów geotermicznych zestawione w dokumentacjach geologicznych w kat. C_1 z obszaru CRW analizowano później w różnych opracowaniach /A. Bła-

szczak, K. Zarębski, 1980, K. Zarębski, W. Glik, 1980 i 1982/ wskazując w nich na lokalizację stref dyslokacji warstw /spękań, uskoków/ w obrębie kredy górnej.

W opracowaniu lokalizacji tych stref bardzo pomocne okazały się wyniki badań geoelektrycznych wykonanych dla obszarów K-9, K-1+2 i Ostrów-I /H. Jakubiak, 1980, J. Młacka 1982/. Badania te zostały celowo wprowadzone w ramach rozpoznania złóż w kat. C₁ dla sprawdzenia kontynuowania się znanych uskoków karbońskich w utwory mezozoiczne /J. Jaros i in., 1977/. Dzięki tym badaniom wiadomo, iż większe uskoki w karbonie kontynuując się w utwory mezozoiczne zaznaczają się w stropie kredy rozległymi rynnami morfologicznymi głębokości przeszło 50 m, zaś na przekrojach geotermicznych przejawiają się rozległymi anomaliami temperatury, głębokości do kilkuset metrów.

Badania GIG prowadzone w studniach gospodarskich czwartorzędowych od r. 1976 /w tym termiki wód czwartorzędowych/ potwierdziły dość dokładnie występowanie anomalii temperatury w czwartorzędzie w rejonach anomalii zlokalizowanych wcześniej w kredzie i jurze w wyniku interpretacji pomiarów w otworach wiertniczych /K. Zarębski, W. Glik, 1980, 1982/. Załączony przekrój hydrogeologiczny /ryc. 2/ jest syntezą wyników pomiarów w otworach wiertniczych i studniach gospodarskich przedstawiając dynamikę wymiany wód przez nadkład karbonu. Należy jednak podkreślić, iż taka interpretacja krążenia wód w nadkładzie spotyka się nadal z żywą krytyką szczególnie ze strony przemysłu.

W oparciu o rozpoznane dość dobrze właściwości geomechaniczne, fizyczne i hydrogeologiczne skał można jednakże prognozować, iż przenikanie wód przez nadkład będzie miało w przyszłości charakter bardzo ograniczony, w zasadzie do stref tektonicznego strzaskania skał kredowych.

Podsumowanie

1. Przedstawiono warunki hydrogeologiczne utworów mezozoicznych /nadkład karbonu/ obszaru kopalń K-1 i K-2. Badania te prowadzone są przez różne instytucje i resorty.

Potrzebę koordynacji tej rozległej dziedziny badawczej wskazywano w różnych opracowaniach, m.in. w "Raporcie o stanie rozpoznania wód podziemnych ..." /J. Stochlak i in., 1981, J. Stochlak, K. Zarębski, 1982/. Na braki w rozpoznaniu hydrogeologicznym rejonu kopalń K-1 i K-2 wskazują opinie Resortowej Komisji Zagrożeń Wodnych przy GIG w Katowicach /B. Skinderowicz i in., 1981, 1983/.

2. Wskazano uwarunkowania tektoniczne i hydrodynamiczne decydujące o zawodnieniu warstw kredowych i jurajskich. Dotychczasowe badania hydrogeologiczne nie wyjaśniły w sposób zdecydowany hydrogeologicznej roli uskoku. Nie zrealizowano dotychczas badań w hydrowęzłach /A. Frajnt, 1983/. Tym bardziej odczuwa się brak syntetycznego podsumowania wyników badań, co podkreślał A. Rózkowski /1982/. Syntezę taką przedstawi niewątpliwie monografia warunków hydrogeologicznych LZW opracowana przez Instytut Geologiczny, Akademię Górniczo-Hutniczą i Główny Instytut Górnictwa.

3. W pracy podjęto powiązania wyników różnych badań geofizycznych, badań polowych i laboratoryjnych skał dla oceny możliwości przesączania się wód I piętra wodonośnego czwartorzędowo-górnokredowego do poziomów głębiej zalegających /dolnokredowy - albski i poziomy jurajskie/. Wyniki wspomnianych badań wskazują na wyraźną chociaż utrudnioną /wykształcenie litologiczne kredy/, penetrację wód I poziomu do poziomów albu i jury. Przesączanie się wód I poziomu jest najprawdopodobniej ograniczone tylko do niektórych partii uskoku położonych nad regionalnymi dyslokacjami w karbonie. Wskazują na to badania hydrochemiczne i geotermiczne /J. Majorowicz 1975, 1982, K. Zarębski, W. Glik 1980, 1982, W. Glik i in. 1984, A. Błaszczak, K. Zarębski 1980/.

4. Tanie metody badań jakościowych, hydrochemiczne i geotermiczne, często zaś jedynie analiza istniejących w tym zakresie pomiarów, powinny poprzedzać i towarzyszyć nadaniom ilościowym w hydrowęzłach. Badania takie przewidziano w "Programie dalszych badań hydrogeologicznych dla pierwszego etapu zagospodarowania CRW.- LZW" /A. Frajnt, K. Zarębski i in., 1983/.

5. Przedstawione w pracy wyniki różnych metod badawczych wskazują, iż niezbędna jest korekta dotychczasowego modelu hydrogeologicznego utworów mezozoicznych, zakładającego pełną izolację poziomów albu i jury w stosunku do I piętra wodonośnego. Dalsze badania powinny wyjaśniać, jaka jest wzajemna proporcja wód zasilających poziomy albu i jury od ich wychodni i przez nakład kredowy w rejonie kopalń K-1 i K-2.

6. Przesączanie wód przez kredę górną do albu i jury górnej nie ma bezpośredniego wpływu na stan zawodnienia najwyższego karbonu, przykrytego najsilniej wodonośną partią jury, tj. piaskowcami i dolomitami jury środkowej.

Literatura

- Błaszczak A., Zarębski K. 1980: Zbiorcze opracowanie udokumentowanych obszarów w CHW-LZW. Warunki geotermiczne CHW. Arch. ZPiDG Oddz. w Lublinie.
- Brzezina R., Frajnt A., Błaszczak A., 1980: Dokumentacja geologiczna otworu badawczego OP-3 pod szyby SI i SII kopalni K-2 w LZW. Arch. ZPiDG Oddz. w Lublinie.
- Brzezina R. i in. 1981: Dokumentacja geologiczna otworu badawczego OP-4 pod szyb wentylacyjny S-IV kopalni K-2. Arch. ZPiDG Oddz. w Lublinie.
- Dobrowolski S., Przybyłek J., 1980: Metodyka próbnych pompowań w dokumentowaniu zasobów wód podziemnych. Wyd. Geol. Warszawa.
- Dyja K., Szydeł Z., Małek M. 1984: Dokumentacja geologiczna złoża węgla kamiennego. Lubelskie Zagłębie Węglowe. obszar Ostrów I. Kategoria $C_1 + C_2$. Arch. Przeds. Geolog. w Warszawie, Zakład w Lublinie.
- Frajnt A., Małek M., Kadzubowski A. 1982: Dokumentacja geologiczna złoża węgla kamiennego. Lubelskie Zagłębie Węglowe. Obszar K-9. Kategoria $C_1 + C_2$. Część IV. hydrogeologiczno-gazowa. Arch. Zakł. Proj. i Dok. Geol. Oddz. Lublin.

- Frajnt A. 1985: Program dalszych badań hydrogeologicznych dla pierwszego etapu zagospodarowania Centralnego Rejonu Węglowego Lubelskiego Zagłębia Węglowego /kopalnie K-1, K-2, K-3, Część I. Arch. PG Warszawa, Z-d w Lublinie.
- Glik W., Zarębski K., Grudzińska E. 1983: Metoda prognozowania stref zawodnienia wyrobisk górniczych w kopalniach LZW. Arch. GIG - OT Lublin.
- Harasimiuk M., Henkiel A., Przemyski S. 1980: Neotektonika i jej wpływ na warunki wodne Centralnego Rejonu Węglowego. W: Metody i wyniki badań hydrogeologicznych złóż węgla kamiennych w Centralnym Rejonie Lubelskiego Zagłębia Węglowego. Pod red. A. Rózkowskiego. LXXXVIII Sesja naukowa I.G. Wyd. Geol. Warszawa.
- Harasimiuk M., Henkiel A. 1981: Kopalne formy dolinne w okolicy Łęcznej i ich znaczenie dla paleogeografii dorzecza Wieprza. Kwart.Geol. T.25, z. 1.
- Jakubiak H., 1980: Dokumentacja badań geoelektrycznych pola ZP-9. Arch. PBG Warszawa.
- Kidybiński A. 1982: Podstawy geotechniki kopalnianej. Wyd. Śląsk. Katowice.
- Levorsen A.I. 1972: Geologia ropy naftowej i gazu ziemnego. Wyd. Geol. Warszawa.
- Liszkowski J., Stochlak J. 1976: Szczelinowatość maszyn skalnych. Wyd. Geol. Warszawa.
- Małek M. 1984: Sprawozdanie nr 13 z pomiarów hydrogeologicznych w piezometrach. Arch. PG Warszawa, Z-d w Lublinie.
- Mlącka J. 1982: Dokumentacja badań geoelektrycznych obszarów eksploatacyjnych K-1 i K-2. Arch. PBG Warszawa.
- Maj M., Zarębski K., Glik W. 1981: Ocena parametrów geotechnicznych i hydrogeologicznych w utworach albu dla potrzeb głębinienia szybu S-2.4. w Nadrybiu w CRW-LZW. Arch. GIG-OT Lublin.
- Majorowicz J. 1975: Warunki geotermiczne Lubelskiego Zagłębia Węglowego w rejonie Łęcznej. Prz. Geol. nr 12.
- Majorowicz J. 1982: Wieloznaczność tektonicznej interpretacji rozkładu pola geotermicznego na obszarach platformowych Polski. Prz.Geol. nr 2.

- Prussak W. i in. 1984: Koncepcja odwodnienia górotworu w kopalni K-1 i K-2 KLZW w celu likwidacji zagrożenia wodnego dla wyrobisk przygotowawczych i eksploatacyjnych, prowadzonych w górnej wiaźce pokładów węgla. Arch. Z.B. i P.M. "Cuprum" Wrocław.
- Rózkowski A. 1980: Ocena obliczeń dopływów wód od wyrobisk górniczych projektowanych kopalń węgla w Centralnym Rejonie Węglowym. W: Metody i wyniki badań hydrogeologicznych złóż węgla kamiennych w Centralnym Rejonie Węglowym Lubelskiego Zagłębia Węglowego. Pod red. A. Rózkowskiego. LXXXVIII Sesja naukowa Inst. Geol. Wyd. Geol. Warszawa.
- Rózkowski A., Zarebski K.: Wpływ górniczego drenażu wód podziemnych w LZW na środowisko naturalne /w druku/.
- Rudzińska T. 1980: Profil hydrogeologiczny Centralnego Rejonu Węglowego. W: Metody i wyniki badań hydrogeologicznych złóż węgla kamiennych w Centralnym Rejonie Węglowym Lubelskiego Zagłębia Węglowego. Pod red. A. Rózkowskiego. LXXXVIII Sesja naukowa Inst. Geol. Wyd. Geol. Warszawa.
- Rogoż M. i in. 1984: Koncepcja odwadniania górotworu w kopalniach K-1 i K-2 w LZW. Arch. GIG Katowice.
- Rosielski J. i in. 1983: Analiza i ocena warunków geologicznych, górniczo-technicznych i powierzchniowych LZW w aspekcie dotychczasowego i przyszłościowego zagospodarowania górniczego. Zespół Rzeczoznawców SIT Górnictwa. Katowice.
- Skinderowicz B. i in. 1981: Opinia w sprawie stanu zagrożenia wodnego robót górniczych kopalni pilotująco-wydobywczej w Lubelskim Zagłębiu Węglowym. Arch. GIG Katowice.
- Skinderowicz B. i in. 1983: Protokół z 64 posiedzenia komisji zagrożeń wodnych z dnia 18.02.1983 r. - Opinia w sprawie zagrożenia wodnego w kopalni K-2 Lubelskiego Zagłębia Węglowego. Arch. GIG Katowice.
- Ślęzański Z. i in. 1981: Korelacja między głównymi cechami fizyko-mechanicznymi skał nadkładu w CRW-LZW. Arch. GIG OT Lublin.

- Słęzański i in. 1980: Analiza warunków geotechnicznych i hydrogeologicznych utworów albu i skał przyległych w rejonie szybu 1.4. pod kątem optymalnej lokalizacji szybów w CRW. Arch. GIG - OT Lublin.
- Stochlak J. i in. 1981: Raport o stanie rozpoznania wód podziemnych CRW - LZW oraz propozycje dalszego ich badania. Arch. IKS Z-d w Lublinie.
- Stochlak J., Zarębski K. 1982: O potrzebie koordynacji badań hydrogeologicznych na przykładzie Centralnego Rejonu Węglowego Lubelskiego Zagłębia Węglowego. Wyd. Komisja Ochrony Środowiska Z.O. SITG Wrocław - Karpacz.
- Sztelak J., Kempa S., Cempiel E. 1979: Zagrożenia wodne wyrobisk górniczych Lubelskiego Zagłębia Węglowego. Arch. Pol. Śląska Gliwice.
- Szydeł R., Szydeł Z., 1981: Stanowisko utworów liasu w Centralnym Rejonie Węglowym LZW. Prz. Geol. nr 11.
- Trejta M., Zarębski K., Śmiech S., 1978: Dokumentacja geologiczna otworu Lublin-11. Arch. Z.B.C. w Kielcach.
- Wilk Z. i in. 1979: Badania hydrogeologiczne w aspekcie górniczego udostępnienia i rozcięcia złoża kopalni pilotująco-wydobywczej "Bogdanka". Kom. Rzeczoznawców SITP Naftowego. Kraków.
- Wilk Z. i in. 1981: Badania hydrogeologiczne w kopalni pilotująco-wydobywczej w Bogdanie. Kom. Rzeczoznawców SITP Naftowego. Kraków.
- Zarębski K., Czaja-Jarzmik B., Frajnt A., 1975: Dokumentacja geologiczna złoża węgla kamiennego. Lubelskie Zagłębie Węglowe. Obszar K-4 i K-5. Kategoria $C_1 + C_2$. Część IV. Warunki hydrogeologiczne. Arch. Przeds. Geol. Kielce.
- Zarębski K., Czaja-Jarzmik B., Frajnt A., 1976: Dokumentacja geologiczna złoża węgla kamiennego. Lubelskie Zagłębie Węglowe. Obszar K-6 i K-7. Kategoria $C_1 + C_2$. Część IV - Hydrogeologiczno-gazowa. Arch. Komb. Geol. pld. Z.B.C. Kielce Oddz. Lublin.
- Zarębski K., Glik W. 1980: Dynamika wód czwartorzędowych w strefach uskoków pokredowych obszaru kopalni k-1 w CRW-LZW. Arch. GIG OT Lublin.

- Zarębski K., Glik W., Smuszkiewicz A. 1982: Metoda rozpoznawania zagrożeń wodnych dla wyrobisk dołowych LZW powstających w wyniku prowadzenia robót górniczych na podstawie identyfikacji gazów i wód w poszczególnych pakietach skał w nadkładzie i karbonie - wersja doświadczalna. Arch. GIG - OT Lublin.
- Zarębski K., Glik W. 1982: Wyniki pomiarów ciśnienia i temperatury wód poziomów wodonośnych w rejonie kopalni K-1 w Bogdanie oraz ocena wpływu wielkości wydobywania na zmiany reżimu wód w nadkładzie i złożu. Arch. GIG - OT Lublin.
- Zarębski K. i in. 1983: Program dalszych badań hydrogeologicznych dla pierwszego etapu zagospodarowania Centralnego Rejonu Węglowego Lubelskiego Zagłębia Węglowego /Kopalnie K-1, K-2, K-3/. Część II. Arch. GIG - OT Lublin.

Spis rycin

- Ryc. 1. Diagramy zbiorcze zawartości Cl^- w wodach porowych rejonu kopalni K-1; 1 - numer pakietu hydrochemicznego, 2 - ilość badanych próbek, 3 - wartość odchylenia standardowego, 4 - wartość średnia zawartości Cl^- mg/100 g skały dla danego pakietu, 5 - usytuowanie generacji wód różnego pochodzenia /wieku?/.
- Ryc. 2. Przekrój hydrogeologiczny SW - NE przez pole górnicze K-1; 1 - numer otworu wiertniczego, 2 - numer studni kopanej i temperatura wód czwartorzędowych /seria pom. jesienna/, 3 - izotermy wód I-szego piętra wodonośnego wg pomiarów w studniach gospodarskich, 4 - izotermy skał górotworu wg karotażu, 5 - uskoki wg dokumentacji geologicznej w kat. C_1 , 6 - strefy spękań wg pomiarów geotermicznych, 7 - uskoki wg pomiarów geoelektrycznych, 8 - przypuszczalny kierunek przesączania wód, 9 - utwory czwartorzędowe, 10 - utwory kredy górnej, 11 - utwory jurajskie, 12 - utwory karbońskie, 13 - numer identyfikacyjny pokładu węgla, 14 - lej depresyjny w poziomie jurajskim wg stanu na I kw. 1984 r.

Aleksander Z w i e r z c h o w s k i

PRZESTRZENNE ZRÓŻNICOWANIE ZWIERCIAŁA PIEZOMETRYCZNEGO
PIĘTRA WODONOŚNEGO ALBU W LUBELSKIM ZAGŁĘBIU
WĘGLOWYM

Artykuł jest próbą wyprowadzenia modelu matematycznego przestrzennego ukształtowania zwierciadła piezometrycznego wód albu. W oparciu o ten model przeprowadzono analizę, określając liczbowy i przestrzenny charakter odchyień od linii trendu. Badania tego rodzaju dla Lubelskiego Zagłębia Węglowego mogą mieć wielorakie znaczenie praktyczne, np. w wiertnictwie - prognozowanie zjawiska w rejonach nierozpoznanych, w hydrogeologii kopalnianej/przy dotychczasowej niewystarczającej sieci obserwacyjnej/ odtworzenie stanu zwierciadła sprzed rozpoczęcia eksploatacji węgla i wytworzenia się leja depresji. Z drugiej strony starano się wykazać przydatność metod statystycznych w badaniach dynamiki wód głębszych na terenie LZW.

Badany obszar ograniczony jest odcinkami łączącymi następujące miejscowości: Lubartów-Radzyń, kilka kilometrów na wschód od Radzyna-Parczewa-Chełma, Chełm-Rejowiec i Rejowiec-Lubartów /ryc. 1/. Strefa ta obejmuje swym zasięgiem w całości Centralny i Północny Rejony Węglowe oraz północny fragment Południowego Rejonu Węglowego. Wszystkie otwory wiertnicze z polowymi badaniami hydrogeologicznymi albu w zasięgu lubelskiej niecki karbońskiej /ok. 40/ grupują się w tym obszarze, przy czym prawie połowa w obrębie i pobliżu Centralnego Rejonu Węglowego.

Strukturalnie obszar ten obejmuje fragment wschodnio-europejskiej platformy prekambryjskiej, a na południowy zachód od tej strefy leży obniżona jednostka: rów lubelsko-mazowiecki /A. M. Żelichowski 1972/. Struktury te zbudowane są ze ściętych erozyjnie w stropie osadów paleozoicznych, w interesującym nas rejonie głównie karbońskich /westfal/, spod których na zachodzie i wschodzie wychodzą warstwy namuru i wizenu /J. Porzycki 1978/. Cały masyw paleozoiczny po-

cięty jest gęstą siecią uskoków o kierunku NW-SE i NE-SW, a od południowego zachodu badany obszar ogranicza potężny zrąb dewoński wychodzący na powierzchnię podmezozoiczną, tzw. struktura Kocka /A. M. Żelichowski 1972, 1979, J. Porzycki 1978/. Bezpośrednio na powierzchni paleozoicznej leży także zerodowana w stropie wapienno-dolomityczno-piaszczysta pokrywa osadów jury, pokryta wapienno-marglisto-krzemionkowymi utworami kredy osadzonymi od albu do mastrychtu górnego /A. Krassowska 1981, T. Niemczycka 1981/. Osady mezozoiku tworzą rozległą nieckę, której oś przebiega na zachód od Lublina i ma kierunek zbliżony do NW-SE /A. M. Żelichowski 1979/.

Alb wykształcony odmiennie od skał kredy górnej, w fałdach piaszczysto-piaszczystej, rzadziej mułowcowej z glaukonitem i konkrecjami fosforytów, często o charakterze kurzwkowym, w badanym rejonie zalega bezpośrednio przede wszystkim na wapieniach pelitowych i oolitowych oksfordu. Bezpośrednio na nim leżą małowate /kilka i kilkanaście metrów/ margle piaszczyste lub wapienie marglisto-piaszczyste cenomanu, a wyżej wapienie turonu /A. Krassowska 1981, T. Niemczycka 1981/.

Osady albu w analizowanej strefie zapadają monoklinalnie zgodnie z upadem warstw mezozoicznych, z kierunku E i NE na W i SW od ok. 150 m p.p.m. przy granicy państwowej z ZSRR do ok. 450 m p.p.m. przy strukturze Kocka /A. Zwierzchowski 1982/. Miąższość albu zmienia się od poniżej 2 m wzdłuż granicy państwowej i z reguły poniżej 5 m w południowej części; średnia ważona wartość dla GRW wynosi 2,8 m /A. Zwierzchowski 1981/, wzrastając gwałtownie na wschód od struktury Kocka i północ od dyslokacji Hanny do ponad 30 m na wschód od linii Radzyń - Parczew /W. Pietruszka, J. Wilgat 1981/ ryc. 1.

Cały maszyn kredowy w obszarze lubelskim pocięty jest siecią uskoków nawiązujących do tektoniki dysjunktywnej podłoża paleozoicznego, a także młodszego systemu równoleżnikowych uskoków związanych z formowaniem się Wału Metakarpackiego /A. M. Żelichowski 1972, M. Harasimiuk 1980, A. Henkiel 1983/. Na wpływ tych uskoków w obiegu wody w stropie kredy

zwrócili uwagę M. Harasimiuk, A. Henkiel, S. Przemyski /1980/, P. Herbich /1980/.

Ruchy pionowe **orogenezy alpejskie związane z fazą** austrijską były przyczyną zróżnicowanej sedymentacji osadów albu, czego wynikiem jest duża zmienność miąższości tej warstwy w głównych strukturach tektonicznych nawiązujących do zrębów i rowów paleozoicznych /A. Krassowska 1981, W. Pietruszka, J. Wilgat 1981/. Rozpoznanie tektoniki jest obecnie dość słabe, a jej obraz przestrzenny w miarę postępu prac badawczych ulega dużym zmianom. Na przykład najnowsze badania dla CRW nie potwierdzają przebiegu niektórych uskoku paleozoicznych dokumentowanych do tej pory /A. Zdanowski 1983/. Inne dyslokacje głównie o kierunku NW-SE /tzw. podłużne/ mają prawdopodobnie swoje przedłużenie na północy badanego obszaru.

Piętro wodonośne albu zaliczane jest do jednego kompleksu wód dolno-kredowo-jurajskich, izolowanego w analizowanym rejonie od wód czwartorzędowo-kredowych strefy aktywnej wymiany /A. Rózkowski, T. Rudzińska 1978 a, b, 1983/. Według wyżej wymienionych autorów strefa zasilania kompleksu znajduje się na wschód od badanego obszaru w rejonach redukcji miąższości masywu kredowego. Na kontakt wód piętra albu i jury wskazują: bliska odległość w profilu pionowym, skład chemiczny i izotopowy oraz zbliżone wartości ciśnień piezometrycznych /A. Rózkowski, T. Rudzińska 1978/.

Ze względu na wykształcenie litologiczne /duży udział piasków, piaskowców słabo związanych i rozsypliwych/ mimo stosunkowo małej miąższości piętro to odgrywa istotną rolę w obiegu wody całego kompleksu dolno-kredowo-jurajskiego. Współczynniki filtracji są z reguły wyższe od 1×10^{-6} m/s, a maksymalnie przekraczają 2×10^{-5} m/s /średnia ważona wartość współczynnika dla CRW wynosi $6,5 \times 10^{-6}$ m/s/. Maksymalne wartości wskaźnika przewodności hydraulicznej przekraczają 10 m^2 na dobę /A. Zwierzchowski 1981, 1982/.

Rozkład przestrzenny ciśnień piezometrycznych w warstwie albu na badanym obszarze jest typowy dla wód subartezyjskich w warstwach monoklinalnych, a ich wartość wzrasta wraz z upadkiem z lokalnymi odchyleniami w strefie uskoku od ok. 300 m słupa wody przy granicy z ZSRR do ok. 600 m w rejonie struk-

tury Hocka /ryc. 1/. Zależność między przybliżonym ciśnieniem piezometrycznym w piętrze wodonośnym albu a głębokością zalegania spągu kredy przy współczynniku korelacji 0,96 wyraża się wzorem /A. Zwierzchowski 1982/:

$$P_{Crp} = 0,98 h_{Crp} + 158,4$$

gdzie:

P_{Crp} - przybliżone ciśnienie piezometryczne wód albu w metrach słupa wody,

h_{Crp} - głębokość zalegania spągu albu w m p.p.m.

W celu przebadania ogólnego trendu zróżnicowania zwierciadła piezometrycznego w badanym obszarze skorelowano wysokość /w m n.p.m./ ustabilizowanego zwierciadła albu w 33 otworach hydrogeologicznych z długością i szerokością geograficzną. Z analizy odrzucono otwory odwiercone w ostatnim okresie, w którym zwierciadło znajduje się pod wyrażonym wpływem leja depresji, wytworzonego w wyniku odwadniania warstw produktywnych karbonu w kopalni w Bogdanie, a także pojedyncze wartości skrajne /otwór Kolechowice - 23, Sawin IG - 3/, które zostały jednak uwzględnione przy dalszych rozważaniach. Wartości zmiennej zależnej i zmiennych niezależnych zamieszczono w tab. 1. Współczynnik korelacji wielokrotnej 0,77 /ryc. 2/, jakkolwiek nie jest wysoki, jest wysoce istotny statystycznie /sprawdzony w oparciu o rozkład t Studenta/. Współczynnik istotności korelacji na poziomie 0,1 % dla 33 spostrzeżeń występuje już przy współczynniku korelacji $\pm 0,55$. Równanie regresji wielokrotnej przyjmuje postać:

$$Zw_{Crp} = 998,89 + 17,82 \lambda - 24,41 \varphi$$

gdzie:

Zw_{Crp} - ustabilizowane zwierciadło piętra wodonośnego albu w m n.p.m.,

λ - długość geograficzna w stopniach,

φ - szerokość geograficzna w stopniach.

Spadki zwierciadła piezometrycznego następują z kierunku południowo-wschodniego na północny zachód od ponad 165 m n.p.m. w południowej części badanego obszaru do ok. 145 m n.p.m. na północy /ryc. 3, tab. 1/. Średnio następuje obniżanie się zwierciadła o 10 m na odcinku 30 km. Stąd średni

spadek hydrauliczny wynosi ok. 0,03 ‰. Generalny azymut przepływu wód /310°/ jest zgodny z kierunkiem osi niecki mezozoicznej i nawiązuje do przebiegu struktury Kocka /ryc. 3/.

Powyższe równanie regresji wyraża zasadniczą tendencję zróżnicowania zwierciadła. Od tego trendu stwierdza się duże odchylenia sięgające 10 m /w jednym przypadku + 17 m w otworze Kolechowice 23/ poniżej i powyżej linii trendu /ryc. 2, tab. 1/. Średnie odchylenie od równania regresji po obu stronach wynoszą ok. $\pm 4,5$ m. Interesujący jest obraz kartograficzny odchylen /tzw. reszt regresji/ ryc. 3. Mapę wykonano dla obszarów o zagęszczonej sieci otworów hydrogeologicznych obejmujących Centralny i Północny Rejon Węglowy. Naniesiono na nią, obok punktów obserwacyjnych, sieć głównych uskoku paleozoicznych /wg A. M. Żelichowskiego w: "Atlasie geologicznym LZW" J. Porzyckiego 1978/, których wpływ na układ hydroizohips zaznacza się wyraźnie. Cechą charakterystyczną jest odmienny układ reszt od linii trendu w obrębie bloków wyniesionych i obniżonych oraz w strefach skrzydeł wiszących i zrzucanych. W blokach obniżonych zwierciadło piezometryczne albu stabilizuje się kilka i kilkanaście metrów wyżej niż w wyniesionych, przy czym najwyższe /dodatnie/ wartości odchylen występują w pobliżu skrzydła zrzucanego /maksymalnie w otworze Kolechowice 23 położonym w pobliżu struktury Kocka/ i zmniejszają się stopniowo w obrębie tych bloków do + 0,8 m w otworze Parczew IG-2 na północy i + 2,4 m w otworze Lublin 86 w południowej części badanego obszaru /ryc. 3/.

Taki typ odchylen od ogólnej tendencji przepływu wód albu w rowach tektonicznych wskazuje na boczny drenaż w kierunku ich osi lub zasilanie warstwy poprzez skrzydła zrzucane. W zrębach, w obrębie skrzydła wiszącego, następuje wyraźne obniżenie zwierciadła w stosunku do średniego wyliczonego z równania regresji. Stwierdzona minimalna /minusowa/ wartość wynosi - 8,1 m w otworze Kolechowice 36 /ryc. 3, tab. 1/. Schemat anomalii zwierciadła piezometrycznego wód albu od generalnego kierunku przepływu przedstawia ryc. 4. Charakterystyczne jest to, że do powyższego schematu dopasowują się wszystkie wartości ustabilizowanego zwierciadła albu w przebadanych otworach, zachowując naturalny reżim hydrodynamiczny. Zauważa się przede wszystkim wpływ uskoku "podłużnych" /o kierunku

Tab. 1. Zależność zwierciadła piezometrycznego albu w LZW od długości i szerokości geograficznej

Lp.	Nazwa otworu	Symbol otworu na mapie	Długość geograficzna	Szerokość geograficzna	Zwierciadło piezometryczne albu /m n.p.m./		Reszty regresji ΔZ_{Crp}^w
			λ°	φ°	rzeczywiste	hipotetyczne	
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	Chełm 5	Ch - 5	23,18	51,17	153,5	162,7	-9,2
2.	Chełm 13	Ch - 13	23,35	51,21	162,3	165,0	-2,7
3.	Chełm 22	Ch - 22	23,38	51,02	176,0	170,1	+5,9
4.	Kolechowice 2	K - 2	22,84	51,44	148,5	150,2	-1,7
5.	Kolechowice 11	K - 11	22,92	51,44	146,0	151,2	-5,2
6.	Kolechowice 18	K - 18	22,97	51,49	153,9	151,3	+2,6
7.	Kolechowice 21	K - 21	22,71	51,53	144,7	145,7	-1,3
8.	Kolechowice 23	K - 23	22,74	51,47	164,7	147,7	+17,0
9.	Kolechowice 36	K - 36	22,83	51,49	140,7	148,8	-8,1
10.	Kolechowice 41	K - 41	22,85	51,58	149,0	147,0	+2,0
11.	Lublin 9	L - 9	23,05	51,32	151,5	156,9	-5,4
12.	Lublin 11	L - 11	23,04	51,33	150,1	156,5	-6,4
13.	Lublin 31	L - 31	23,06	51,28	160,8	158,1	+2,7
14.	Lublin 41	L - 41	23,11	51,27	153,7	159,2	-5,5
15.	Lublin 71	L - 71	23,19	51,34	162,7	158,9	+3,8
16.	Lublin 72	L - 72	23,12	51,30	164,9	158,7	+6,2

c.d. Tab. 1

1	2	3	4	5	6	7	8
17.	Lublin 86	L - 86	23,21	51,31	162,4	160,0	+2,4
18.	Lublin 90	L - 90	23,21	51,28	164,5	160,7	+3,8
19.	Lublin 95	L - 95	23,22	51,26	166,4	161,2	+5,2
20.	Lublin 106	L - 106	23,24	51,23	167,1	160,5	+6,6
21.	Lublin 114	L - 114	23,11	51,33	163,4	157,7	+5,7
22.	Lublin 123	L - 123	23,17	51,36	162,2	158,1	+4,1
23.	Łeczna IG - 4	Ł IG-4	22,99	51,34	155,9	155,4	+0,5
24.	Łeczna IG - 9	Ł IG-9	23,09	51,35	165,0	156,9	+8,1
25.	Łeczna IG - 22	Ł IG-22	22,86	51,32	151,8	153,5	-1,7
26.	Michałów IG - 4	M IG-4	23,31	51,46	158,4	158,1	+0,3
27.	OP - 3	OP - 3	23,03	51,31	156,8	156,8	0,0
28.	OP - 7	OP - 7	23,07	51,29	153,4	158,0	-4,6
29.	Orzechów IG - 2	O IG-2	23,07	51,52	148,2	152,4	-4,2
30.	Ostrów 4	O - 4	22,92	51,35	161,6	153,9	+7,7
31.	Piasieczno IG - 1	P IG-1	23,00	51,40	147,0	154,1	-7,1
32.	Parczew IG - 2	P IG-2	22,75	51,61	142,0	144,5	-2,5
33.	Parczew IG - 3	P IG-3	22,87	51,53	149,4	148,6	+0,8
34.	Radzyń IG - 1	R IG-1	22,67	51,81	145,5	138,0	+7,5
35.	Sawin IG - 3	S IG-3	23,38	51,31	173,5	163,0	+10,5

NW-SE/. Podobną rolę wywierają prawdopodobnie główne uskoki "poprzeczne" /NE-SW/, związane z systemami dyslokacji Hanny i Świącicy. Inne uskoki o tym kierunku powodują niewielkie odchylenia zwierciadła, maksymalnie do 2 m /ryc. 3/.

Mapa /ryc. 3/ wskazuje wyraźnie, że niektóre uskoki paleozoiczne, w wyniku odnowienia w masywie mezozoicznym, stanowią istotną rolę w obiegu wód piętra albu, dzieląc je na oddzielne struktury w poszczególnych blokach. Przy miąższości przepuszczalnej warstwy albu rzędu kilku i kilkunastu metrów i słabej przepuszczalności nadkładu i warstw w spągu nawet niewielkie pionowe przesunięcia musiały doprowadzić do przerwania ciągłości warstwy i względnego izolowania piętra w blokach. Wpływ struktur paleozoicznych na przypowierzchniową część masywu mezozoiczno-kenozoicznego na Lubelszczyźnie został udokumentowany. Ujawnia się on w morfologii terenu, kierunkowości sieci rzecznej itp. /Harasimiuk M. 1980, A. Henkiel 1983/, a także ukształtowaniu zwierciadła kredowych wód podziemnych stref aktywnej wymiany wód /M. Harasimiuk, A. Henkiel, S. Przemyski 1980/. Z tego powodu M. Harasimiuk /1980/ zwraca uwagę na potrzebę badań tych wód w oddzielnych hydrostrukturach. Podobne podejście wydaje się celowe w odniesieniu do wód piętra albu.

Hydrogeologiczna interpretacja stwierdzonej kierunkowości przepływu wód albu nie jest jednoznaczna. Z jednej strony połowe badania hydrogeologiczne skoncentrowały się głównie w strefie bezpośredniego zainteresowania górnictwa. Słabo poznano są obszary zasilania i drenażu. Z drugiej strony brak wystarczającej liczby badań właściwości fizycznych osadów albu i warstw będących w kontakcie, badań w hydrowęzłach, utrudniają analizę wpływu tektoniki na boczny drenaż i zasilanie.

Generalny kierunek przepływu wód w badanej strefie, zgodny z osią niecki mezozoicznej i przebiegiem struktury Kocka, wskazuje na ewentualną ekranizującą rolę tej ostatniej, a także na możliwość zwiększonego drenażu wód na północy wywołanej gwałtownym wzrostem miąższości albu, a co za tym idzie podwyższonego wskaźnika przewodności hydraulicznej. Mały spadek hydrauliczny w kierunku SE-NW /0,03 %/, w stosunku do teoretycznego dla typowych w albie osadów piaskowcowo-piaszczystych /0,2-0,4 % - B. Grabowska-Olszewska, J. M. Siergie-

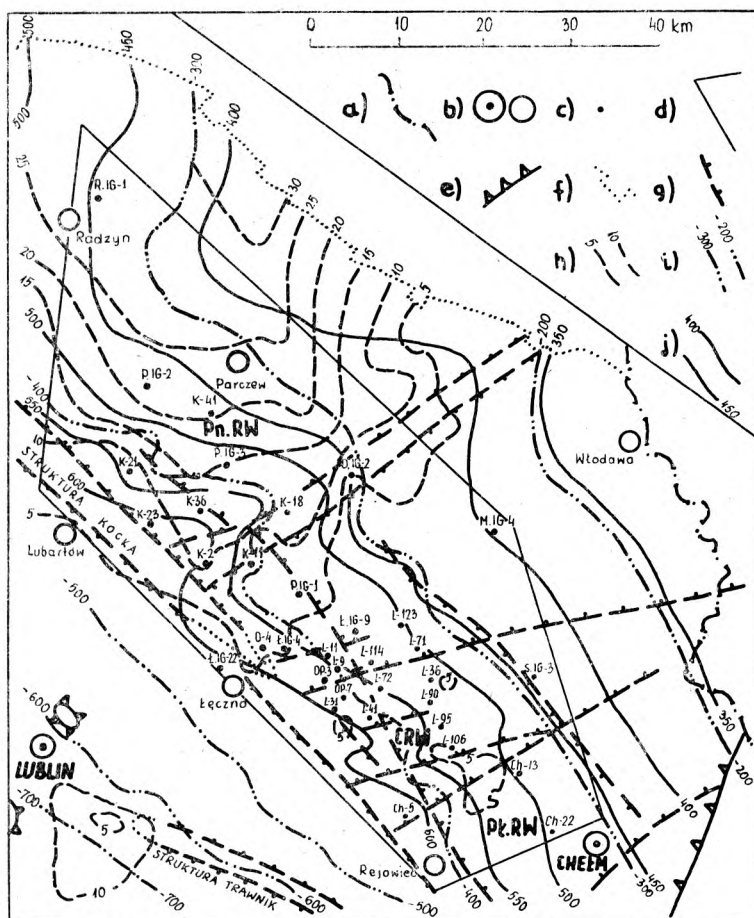
jew 1977/, wskazuje na stałe boczne zasilanie badanej strefy. Na taki typ zasilania z kierunku wschodniego uwracają uwagę A. Rózkowski, T. Rudzińska /1978 a, b/. Przy czym rozkład odchyleń zwierciadła piezometrycznego od linii trendu, wywołany wpływem uskoków, nie wyklucza możliwości zasilania piętra albu ze strefy aktywnej wymiany wód czwartorzędowo-kredowych po zrzuconych skrzydłach, tym bardziej że zwierciadło albu w strefie tego skrzydła stabilizuje się kilka metrów wyżej od jurajskiego. Nie wskazuje to na zasilanie albu po tym skrzydle z pięter występujących poniżej. Na możliwość zasilania głębszych wód podziemnych mezozoiku z pierwszego poziomu poprzez uskoki zwracali uwagę między innymi M. Harasimiuk, A. Henkiel, S. Przemyski /1980/, P. Herbich /1980/. Obniżenie zwierciadła w pobliżu skrzydła wiszącego raczej wyklucza drenaż w kierunku jury. Zwierciadło jury jest tutaj położone średnio kilka metrów wyżej niż albu. Porównanie wyników obliczeń statystycznych dla wód albu i jury wskazują na dość istotne różnice. Piętro jurajskie jest znacznie wyraźniej zależne od współrzędnych geograficznych /współczynnik korelacji wynosi 0,89/, cechuje się znacznie mniejszymi odchyleniami od linii trendu /średnio $\pm 1,5$ m/, przy czym odchylenia te mają także w dużej mierze inny charakter jakościowy. Boczny drenaż wód jurajskich, zależny od różnorodnych czynników, jest między innymi dość wyraźnie związany z wykształceniem litologicznym dolnych jej ogniw i deniwelacji powierzchni paleozoicznej. Także nieco odmienne dla obu pięter są generalne kierunki spływu wód. Azymut zasadniczego kierunku przepływu wód jurajskich wynosi 293° /alb - 310° / i jest prawdopodobnie związany z częściowym drenażem do osi niecki mezozoicznej, ponad strukturą Kocka /patrz: R. Szydeł, A. Zwierzchowski w tym biuletynie/. Kontakt wód albu i jury zachodzi najprawdopodobniej w obszarach podwyższonych właściwości hydrogeologicznych, uwarunkowanych litologicznie w górnych jej ogniwach, a także wyraża się w zasilaniu wód jurajskich wodami albu na niektórych odcinkach uskoków, w strefie skrzydeł zrzuconych.

W przyszłych badaniach należy także uwzględnić ewentualny wpływ procesów neotektonicznych na charakter odchyleń zwierciadła piezometrycznego od generalnego kierunku przepływu. Zastanawiające jest podobieństwo zachowania się zwierciadła w

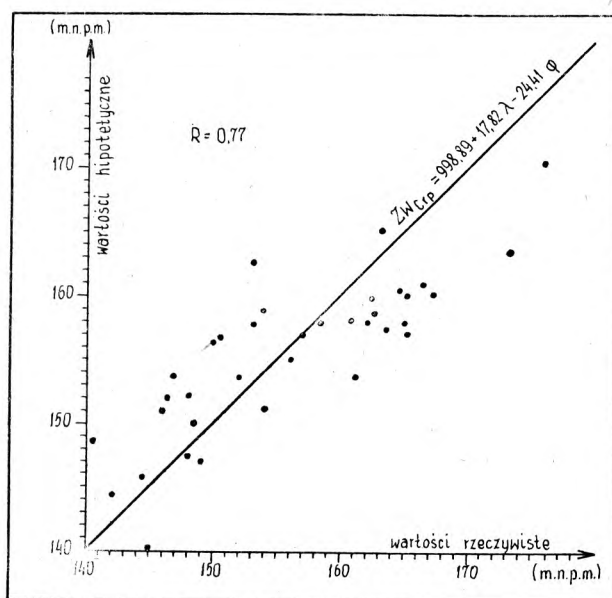
blokach obecnie obniżanych i wynoszonych dla wód pierwszego kredowego /górnym mastrycht/ poziomu wodonośnego w strefie przypowierzchniowej oraz rowach i zrębach dla piętra albu. W blokach obniżanych pierwsze zwierciadło stabilizuje się średnio kilka metrów wyżej niż w wynoszonych, przy ekranizującej roli uskoku /J. Liszkowski 1975, M. Harasimiuk, A. Henkiel, S. Przemyski 1980/. Autorzy ci wiążą te zjawiska, zachodzące w strefie aktywnej wymiany wód, ze zróżnicowanymi ruchami pionowymi w masywie mezozoicznym, wywołanymi procesami tektonicznymi zachodzącymi współcześnie. P. Herbich /1980/ stwierdza w rejonie Chełma - Rejowca istnienie stref rozluźnień masywu kredowego, ograniczonych po jednym skrzydle ekranem ilastym. Szczeliny te powstały w wyniku zuskokowania typu kulisowego, w wyniku "poślizgu" nadkładu albu po jego powierzchni. Mogą one sięgać aż do spągu kredy. Strefy te wywierają istotny wpływ na kierunek przepływu wód górnokredowych i są przyczyną niezgodności działów wodnych: powierzchniowych i podziemnych pierwszego poziomu. W przypadku albu strefy rozluźnień mogą powodować zasilanie z pięter nadległych /P. Herbich 1980/ lub odwrotnie, przy braku zasilania, zwiększać możliwość drenażu poprzez szczeliny w wapiennych osadach nadkładu tej warstwy. Taki charakter tektoniki /P. Herbich 1980/ wskazywałby na genetyczne podobieństwa kierunkowości przepływu wód głębokich w całej kredzie i częściowo tłumaczył odmienność kierunków przepływu dla wód jurajsko-paleozoicznych.

Literatura

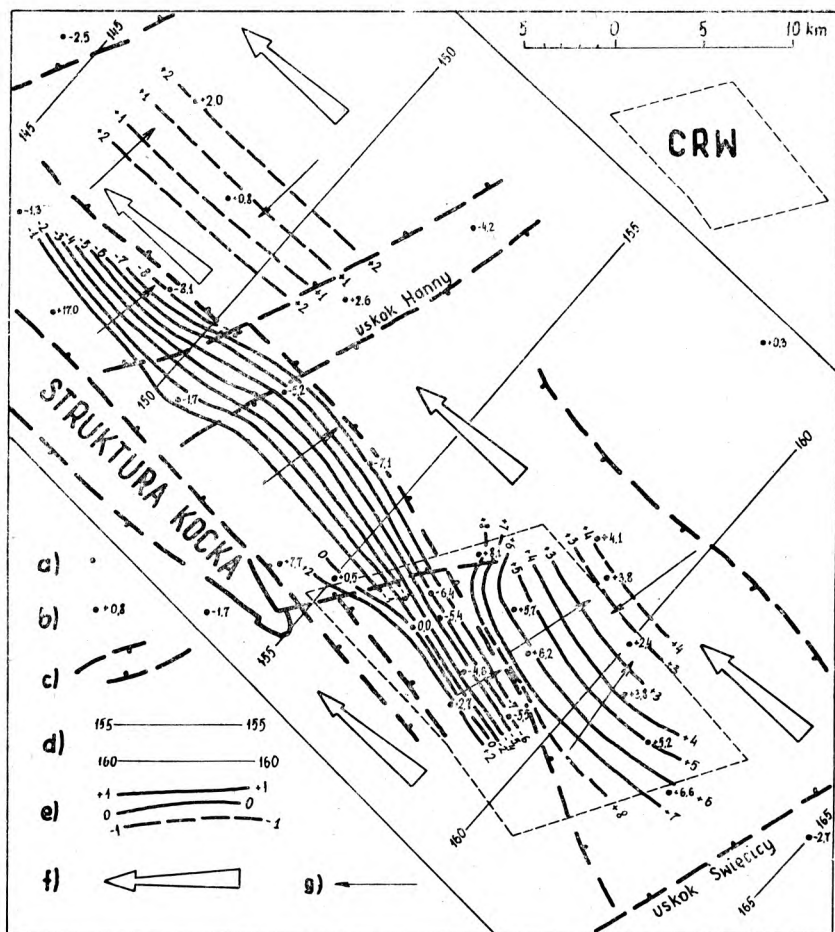
- Grabowska-Olszewska B., Siergiejew J.M. /redaktorzy/ 1977: Gruntoznawstwo. Wydawnictwa Geologiczne. Warszawa.
- Harasimiuk M. 1980: Rzeźba strukturalna Wyżyny Lubelskiej i Roztocza /rozprawa habilitacyjna/ UMCS. Lublin.
- Harasimiuk M., Henkiel A., Przemyski S. 1980: Neotektonika i jej wpływ na warunki wodne Centralnego Rejonu Węglowego. Materiały LXXXVIII Sesji Naukowej Inst. Geol. w Lublinie nt.: "Metody i wyniki badań hydrogeologicznych złóż węgli kamiennych w CRW LZW". Warszawa.



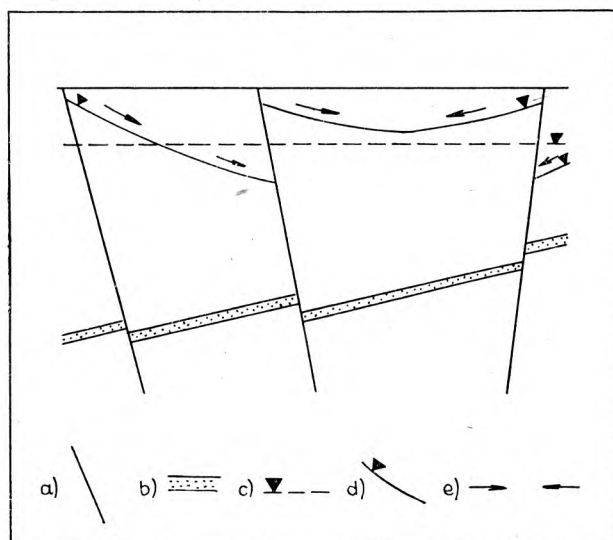
Ryc. 1



Ryc. 2



Ryc. 3



Ryc. 4

- Herbich P. 1980: Tektoniczne uwarunkowania horyzontalnej anizotropii wodoprzepuszczalności utworów górnej kredy w rejonie Chełma. Technika Poszukiwań Geologicznych. z. 3. Warszawa.
- Henkiel A. 1983: Tektonika. Materiały Sympozjum Inst. Nauk o Ziemi. UMCS. "Kenozoik Lubelskiego Zagłębia Węglowego". Lublin.
- Krassowska A. 1981: Charakterystyka osadów kredy na obszarze Lubelskiego Zagłębia Węglowego. Kwartalnik Geologiczny, t. 25, nr 4.
- Liszkowski J. 1975: Wpływ pionowych ruchów skorupy ziemskiej na kształtowanie się warunków hydrogeologicznych wodonośców szczelinowych. Współczesne i neotektoniczne ruchy skorupy ziemskiej w Polsce. t. 1. Wydawnictwa Geologiczne. Warszawa.
- Niemczycka T. 1981: Jurajska pokrywa Lubelskiego Zagłębia Węglowego. Kwartalnik Geologiczny, t. 25, nr 4.
- Pietruszka W., Wilgat J. 1981: Miąższość i zasięg osadów albu w obszarze lubelskim. Kwartalnik Geologiczny, t. 25, nr 4.
- Porzycki J. 1978: Atlas Geologiczny Lubelskiego Zagłębia Węglowego. 1 : 200 000. Wydawnictwa Geologiczne. Warszawa.
- Rózkowski A., Rudzińska T. 1978a: Model hydrogeologiczny Centralnego i Północnego Okręgu Węglowego w Lubelskim Zagłębiu Węglowym. Kwartalnik Geologiczny, t. 22, nr 2.
- Rózkowski A., Rudzińska T. 1978 b: Warunki hydrogeologiczne i przewidywane zawoźnienie kopaliń w Lubelskim Zagłębiu Węglowym. Przegląd Geologiczny, nr 9.
- Rózkowski A., Rudzińska-Zapaśnik T. 1983: Pochodzenie wód podziemnych w Górnośląskim i Lubelskim Zagłębiu Węglowym. Przegląd Geologiczny, nr 6.
- Zdanowski A. 1983: Morfologia i jakość pokładów węgla dolnej części warstw lubelskich w Centralnym Rejonie Węglowym Lubelskiego Zagłębia Węglowego. Archiwum Inst. Geol. Sosnowiec.
- Zwierzchowski A. 1981: Mapa hydrogeologiczna albu. 1 : 50 000. Centralny Rejon Węglowy. Lubelskie Zagłębie Węglowe. Archiwum Inst. Geol. Lublin, Sosnowiec.

- Zwierzchowski A. 1982: Mapa hydrogeologiczna albu. 1 : 200 000. Lubelskie Zagłębie Węglowe. Archiwum Inst. Geologicznego. Lublin, Sosnowiec.
- Żelichowski A. M. 1972: Rozwój budowy geologicznej obszaru między Górami Świętokrzyskimi i Bugiem. Biuletyn Inst. Geol., nr 269.
- Żelichowski A. M. 1978: Przekrój geologiczny przez brzezną część platformy przekambryjskiej na obszarze lubelsko-podlaskim /bez kenozoiku/. Kwartalnik Geologiczny. t. 23. nr 2.

Spis rycin

- Ryc. 1. Szkic sytuacyjno-strukturalny; a - granica państwa, b - ważniejsze miejscowości, c - otwory hydrogeologiczne z bezpośrednimi badaniami hydrogeologicznymi piętra wodonośnego albu, d - zasięg obszaru badanego, e - zasięg występowania osadów albu, f - zasięg karbonu lubelskiego, g - główne uskoki w podłożu mezozoicznym, h - izarytmy miąższości albu w m, i - izarytmy spągu kredy w m n.p.m., j - hydroizopiezy w m słupa wody. Uwaga: f, g, wg J. Porzyckiego /1978/, e, h, wg W. Pietruszki i J. Wilgata /1981/.
- Ryc. 2. Korelacja między wysokością ustabilizowanego zwierciadła albu a współrzędnymi geograficznymi.
- Ryc. 3. Mapa odchyłeń zwierciadła piezometrycznego albu od trendu; a - otwory hydrogeologiczne, b - reszty regresji, c - uskoki, d - hipotetyczne hydroizohipsy zwierciadła albu, e - izolinie odchyłeń zwierciadła piezometrycznego, f - generalny kierunek przepływu wód albu, g - kierunki drenażu bocznego.
- Ryc. 4. Schemat ideowy anomalii zwierciadła piezometrycznego piętra albu w przekroju poprzecznym do zasadniczego kierunku przepływu; a - uskoki, b - warstwa albu, c - hipotetyczne zwierciadło albu, d - rzeczywiste zwierciadło albu, e - kierunki drenażu bocznego.

Ryszard S z y d e ł,
Aleksander Z w i e r z c h o w s k i

PRZESTRZENNE ZRÓŻNICOWANIE ZWIERCIADŁA PIEZOMETRYCZNEGO JURY
NA OBSZARZE LUBELSKIEGO ZAGŁĘBIA WĘGLOWEGO W ŚWIETLE ANALIZY
MATEMATYCZNEJ

Obszar opracowania obejmuje lubelsko-podlaską część podniesionej, wschodnioeuropejskiej platformy prekambryjskiej. Utwory podłoża karbonu w tej jednostce geologicznej zapadają monoklinalnie w kierunku SW. W sąsiedztwie struktury kockiej następuje podgięcie warstw i ich obcięcie podłużnymi uskokami. Utwory karbonu tworzą asymetryczną synklinę o osi przebiegającej z NW ku SE. Wschodnie skrzydło synkliny jest płaskie, zachodnie zaś podgięte i ograniczone strukturą zrębową Kocka. Górnotwór karboński charakteryzuje się tektoniką blokową, dzielącą go na szereg zrębów i zapadlisk /J. Porzycki 1978, A. M. Żelichowski 1972/. Powoduje to, że mimo płaskiego zalegania utworów karbonu w ich morfologii zaznaczają się wyraźnie wyniesione bloki karbońskie przedzielone głęboko wciętymi rynnami, założonymi przede wszystkim w strefach uskokowych /Z. Szydeł, R. Szydeł 1984/. Rynny te na obszarze CRW posiadają szerokość nie przekraczającą 1 km, a miąższość osadów je wypełniających waha się od kilku metrów do 45 m. Osady wypełniające rynny zbudowane są z iłowców, mułowców, piaskowców, podrzędnie zlepieńców, które charakteryzują się słabą zwięzłością lub często jej brakiem i pstryimi barwami. Wiek ich budzi liczne kontrowersje, niektórzy badacze zaliczają je do jury dolnej /Z. Szydeł, R. Szydeł 1984/, a niektórzy do górnej /T. Niemożycka, T. Marcinkiewicz 1981/. Dla niniejszego opracowania istotne jest, że stanowią one ogromne znaczenie dla warunków hydrogeologicznych. Są mianowicie głównymi osiami drenażu warstw karbońskich /przede wszystkim ich stropowej partii/ oraz jury.

Mając wyżej opisany model przyrodniczy przystąpiono do znalezienia ogólnego modelu matematycznego ukształtowania zwierciadła piezometrycznego jury. Model ten następnie posłu-

żył do badania odchyleń od ogólnego trendu i szukania ich przyczyn. W zasięgu badania znalazły się w całości Północny, Centralny i Południowy Rejon Węglowy wraz z terenami przyległymi od wschodu i północy /ryc. 1/. Prawie wszystkie otwory hydrogeologiczne, w których wykonano badania piętra wodonośnego jury, koncentrują się w wyżej wymienionych rejonach. W części wschodniej i północno-wschodniej bezpośrednie badania hydrogeologiczne jury przeprowadzono tylko w jednym otworze w okolicach Włodawy. Na południe od Południowego Rejonu Węglowego takich odwiertów jest 3 na obszarze kilkuset km². Obszar na zachód od struktury kockiej /w osi niecki lubelskiej/ jest na obecnym etapie wierceń prawie zupełnie nierozpoznany hydrogeologicznie. Do analizy statystycznej przyjęto dane ustabilizowanego zwierciadła z 53 otworów hydrogeologicznych w których badany był cały profil jury lub co najmniej jej część spągową, najsilniej zawodnioną /tab. 1, ryc. 1/. Jako zmienne niezależne wytypowano długość i szerokość geograficzną. Współczynnik korelacji wielokrotnej między zwierciadłem piezometrycznym jury a długością i szerokością geograficzną wynosi 0,89 /ryc. 2/. Zależność od długości jest wprost proporcjonalna a szerokość odwrotnie proporcjonalna. Równanie regresji przyjmuje następujący wyraz:

$$Z_{wJ} = 445.71 + 22.46 \lambda - 15.68 \varphi$$

gdzie: Z_{wJ} - ustabilizowane zwierciadło jury w m n.p.m.,
 λ - długość geograficzna, φ - szerokość geograficzna.

Zwierciadło piezometryczne jury obliczone na podstawie powyższego równania zmienia się od ok. 170 m n.p.m. w południowo-wschodniej części badanego obszaru do ok. 145 m n.p.m. w południowo-zachodniej /ryc. 1/. Uśredniony dla całego rejonu azymut spływu wód jurajskich wynosi 293°, a obniżenie zwierciadła co 10 m w kierunku NWW następuje co 28 km, co stanowi spadek hydrauliczny rzędu 0,04 ‰. Tak niska wartość spadku świadczy o stałym bocznym zasilaniu badanej strefy. Obszar zasilania piętra jurajskiego znajdują się we wschodniej części badanego obszaru w strefie redukcji osadów kredy górnej. Strefa ta obejmuje rejon od Źródeł Prypoci i Turcji na północy wychodzi po Zagłębie Lwowsko-Wołyńskie na południu. Azymut generalnego spływu wód /293°/ wskazuje na wypadkowy kierunek drenażu między kierunkiem równoległym do

Tab. 1. Zależność zwierciadła piezometrycznego jury od długości i szerokości geograficznej

Nazwa otworu	Symbol otworu na mapie	Długość geograficzna λ /°/	Szerokość geograficzna φ /°/	Zwierciadło piezometryczne jury /m n.p.m./		Reszty regresji ΔZ_{WJ}
				rzeczywiste Z_{WJ}	hipotetyczne	
1	2	3	4	5	6	7
Chełm-5	Ch-5	23.18	51.17	164.20	164.10	+ 0.1
Chełm-13	Ch-13	23.35	51.21	166.80	167.30	- 0.5
Chełm-22	Ch-22	23.38	51.02	167.40	171.00	- 3.6
Chełm-24	Ch-24	23.33	51.10	165.30	168.60	- 3.3
Cyców IG-2	C-IG-2	23.10	51.29	162.00	160.40	+ 1.6
Dorohucza IG-4	D-IG-4	23.12	51.21	164.40	162.10	+ 2.3
Dorohucza IG-5	D-IG-5	23.16	51.22	164.40	162.30	+ 1.5
Kolechowice-2	K-2	22.84	51.44	151.90	152.30	- 0.4
Kolechowice-11	K-11	22.92	51.44	150.50	154.10	- 3.6
Kolechowice-18	K-18	22.97	51.49	152.30	154.40	- 2.1
Kolechowice-21	K-21	22.71	51.53	149.30	147.90	+ 1.4
Kolechowice-23	K-23	22.74	51.47	149.80	149.50	+ 0.3
Kolechowice-34	K-34	22.80	51.53	149.70	149.90	- 0.2
Kolechowice-36	K-36	22.83	51.49	149.90	151.20	- 1.3
Kolechowice-41	K-41	22.85	51.58	148.00	150.30	- 2.3
Lublin-4	L-4	22.99	51.33	154.50	157.30	- 2.8

c.d. Tab. 1

1	2	3	4	5	6	7
Lublin-9	L-9	23.05	51.32	159.70	158.90	+ 0.8
Lublin-11	L-11	23.04	51.33	158.10	158.50	- 0.4
Lublin-21	L-21	23.02	51.33	157.70	158.00	- 0.3
Lublin-25	L-25	23.07	51.31	158.20	159.40	- 1.2
Lublin-27	L-27	23.05	51.30	160.80	159.20	+ 0.4
Lublin-31	L-31	23.06	51.28	160.80	159.70	+ 1.1
Lublin-36	L-36	23.09	51.27	162.90	160.50	+ 1.6
Lublin-39	L-39	23.08	51.26	158.80	160.50	- 1.7
Lublin-41	L-41	23.11	51.27	164.20	161.00	+ 3.2
Lublin-49	L-49	23.14	51.25	164.80	162.00	+ 2.8
Lublin-51	L-51	23.17	51.27	163.20	162.30	+ 0.9
Lublin-59	L-59	23.19	51.24	164.20	163.20	+ 1.0
Lublin-72	L-72	23.12	51.30	161.90	160.70	+ 1.2
Lublin-76	L-76	23.18	51.32	163.30	161.80	+ 1.5
Lublin-84	L-84	23.17	51.29	160.50	162.00	- 1.5
Lublin-86	L-86	23.21	51.31	163.30	162.70	+ 0.6
Lublin-89	L-89	23.23	51.31	166.00	163.00	+ 3.0
Lublin-90	L-90	23.21	51.28	163.10	163.00	+ 0.1
Lublin-94	L-94	23.24	51.29	164.00	163.60	+ 0.4
Lublin-95	L-95	23.22	51.26	164.40	163.60	+ 0.8
Lublin-106	L-106	23.24	51.23	167.80	164.50	+ 3.2

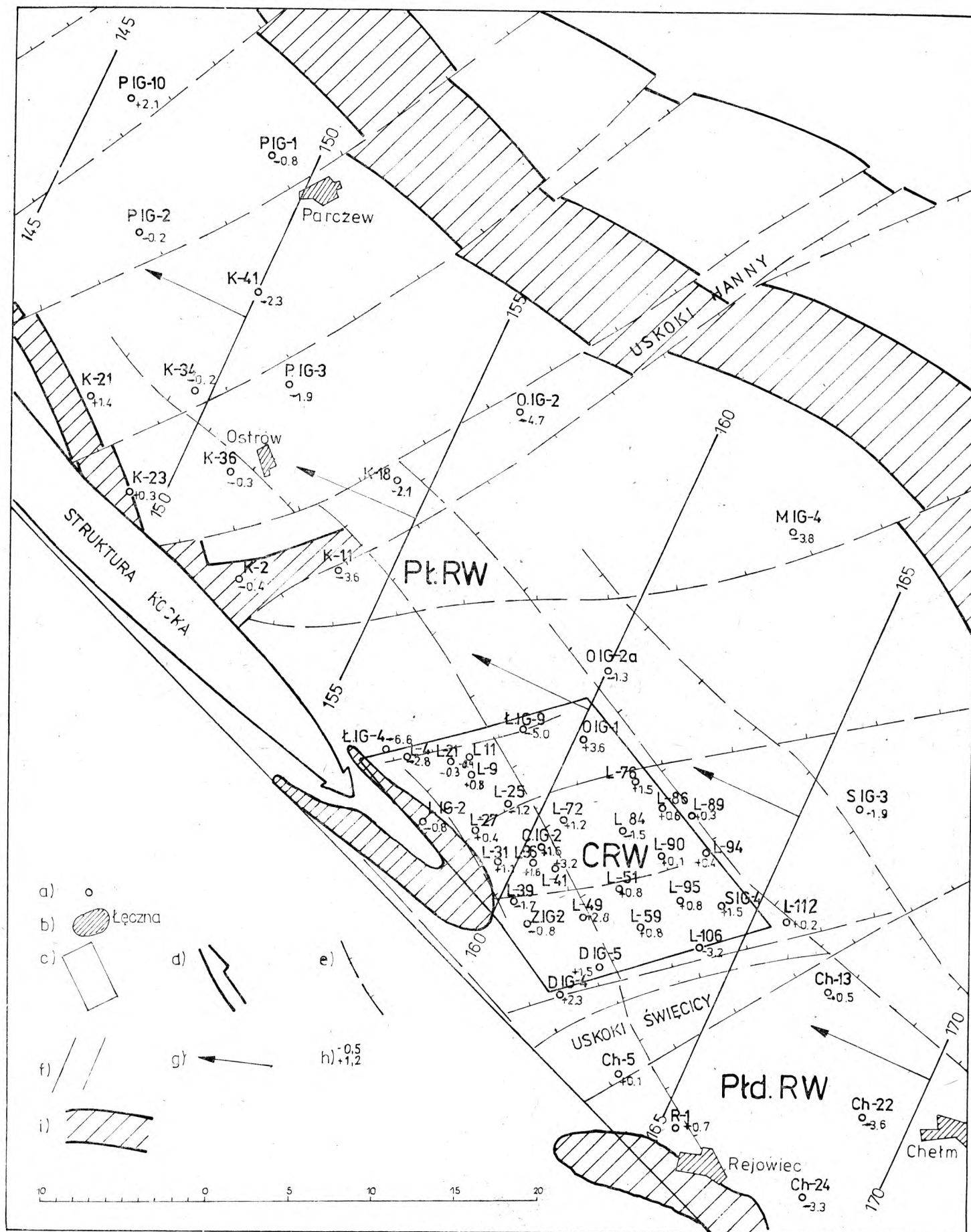
c.d. Tab. 1

1	2	3	4	5	6	7
Lublin-112	L-112	23.31	51.25	166.00	165.80	+ 0.2
Łęczna IG-2	Ł-IG-2	23.00	51.30	157.20	158.00	- 0.8
Łęczna IG-4	Ł-IG-4	22.99	51.34	150.60	157.20	- 6.6
Łęczna IG-9	Ł-IG-9	23.09	51.35	154.30	159.30	- 5.0
Michałów IG-4	M-IG-4	23.31	51.46	158.70	162.30	- 3.6
Orzechów IG-2	O-IG-2	23.07	51.52	151.50	156.20	- 4.7
Ostrówek IG-1	O-IG-1	23.14	51.35	164.00	160.40	+ 3.6
Ostrówek IG-2	O-IG-2a	23.16	51.38	159.10	160.40	- 1.3
Parczew IG-1	P-IG-1	22.86	51.60	148.10	149.30	- 0.8
Parczew IG-2	P-IG-2	22.75	51.61	141.30	147.30	- 6.2
Parczew IG-3	P-IG-3	22.87	51.53	149.40	151.10	- 1.9
Parczew IG-10	P-IG-10	22.73	51.69	141.00	145.10	+ 4.1
Rejowiec IG-2	R-IG-2	23.22	51.13	161.30	163.40	+ 0.7
Sawin IG-3	S-IG-3	23.38	51.71	164.50	161.40	+ 3.1
Syczyn IG-4	S-IG-4	23.26	51.36	146.00	163.10	+ 1.1
Zawadów IG-2	Z-IG-2	23.08	51.25	150.10	150.10	+ 0.0

osi niecki lubelskiej i struktury Kocka oraz ewentualny, częściowy drenaż poza zachodnią część struktury kockiej, przy czym przewaga kierunku równoleżnikowego nad południkowym jest wyraźna. Z drugiej strony azymut 293° może świadczyć o zasilaniu jury z rejonu położonego między źródłami Turji a Nowowołyńskim, tj. Zagłębiem Wołyńskim, gdzie miąższość utworów kredowych /120-145 m/ pokrywa się ze strefą szczelinowatości /także 120-145 m/. W kierunku południowym w rejonie Zagłębia Mieźrezyńskiego strefa szczelinowatości sięga tylko 35-50 m od powierzchni utworów kredy /W. A. Kuszmiruk 1978/.

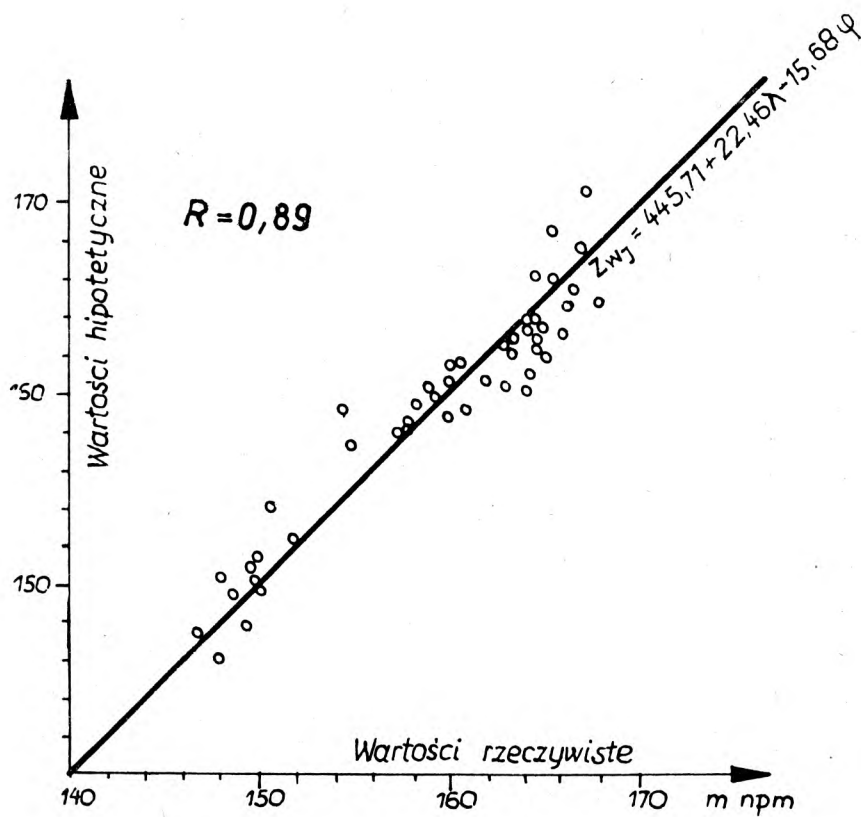
Ze względu na duże zróżnicowanie odchyleń /reszt regresji / w przestrzeni ich szczegółową analizę przeprowadzono dla obszaru CRW, na którym sieć obserwacyjna jest najbardziej zagęszczona i pozwala z dość dużą dokładnością uchwycić "mozaikowy" obraz zmian uwarunkowany tektoniką blokową. Wysoka zależność statystyczna, jak na badania warunków przyrodniczych, między wysokością zwierciadła piezometrycznego a kierunkiem geograficznym, jest przyczyną występowania stosunkowo niewielkich liczbowo odchyleń od ogólnego trendu /tab. 1, ryc. 2/. Nie przekraczają one na ogół ± 5 m po obu stronach powierzchni trendu, a średnio odchylenia te wynoszą $\pm 1,5$ m. Część tych odchyleń należy zaliczyć na poczet okresowych wahań ciśnień piezometrycznych. Dwuletnie obserwacje w ostatnim okresie w piezometrach na terenie LZW wykazują wahania zwierciadła jury rzędu kilkudziesięciu centymetrów.

Analiza zachowania się wartości odchyleń od ogólnego trendu /tzw. reszt regresji/ wskazuje na ich wyraźną zależność od ukształtowania się powierzchni paleozoicznej oraz wykształcenia litologicznego dolnych ogniw jury, a przede wszystkim jury piaszczystej. Boczny drenaż do silnie wciętych stref rynien jurajskich, wypełnionych osadami liasu, widoczny jest już przy korelacji wartości reszt regresji i miąższości jury piaszczystej. Jednakże najwyraźniej anizotropowość ta zauważalna jest przy uwzględnieniu jako zmiennej niezależnej odległości od osi rynien dolnojurajskich. Zależność ta nie jest prostoliniowa i ma charakter funkcji wykładniczej. Prześledzono ją na przykładzie CRW. Dla północnej i środkowej części tego rejonu opracowana została mapa prze-

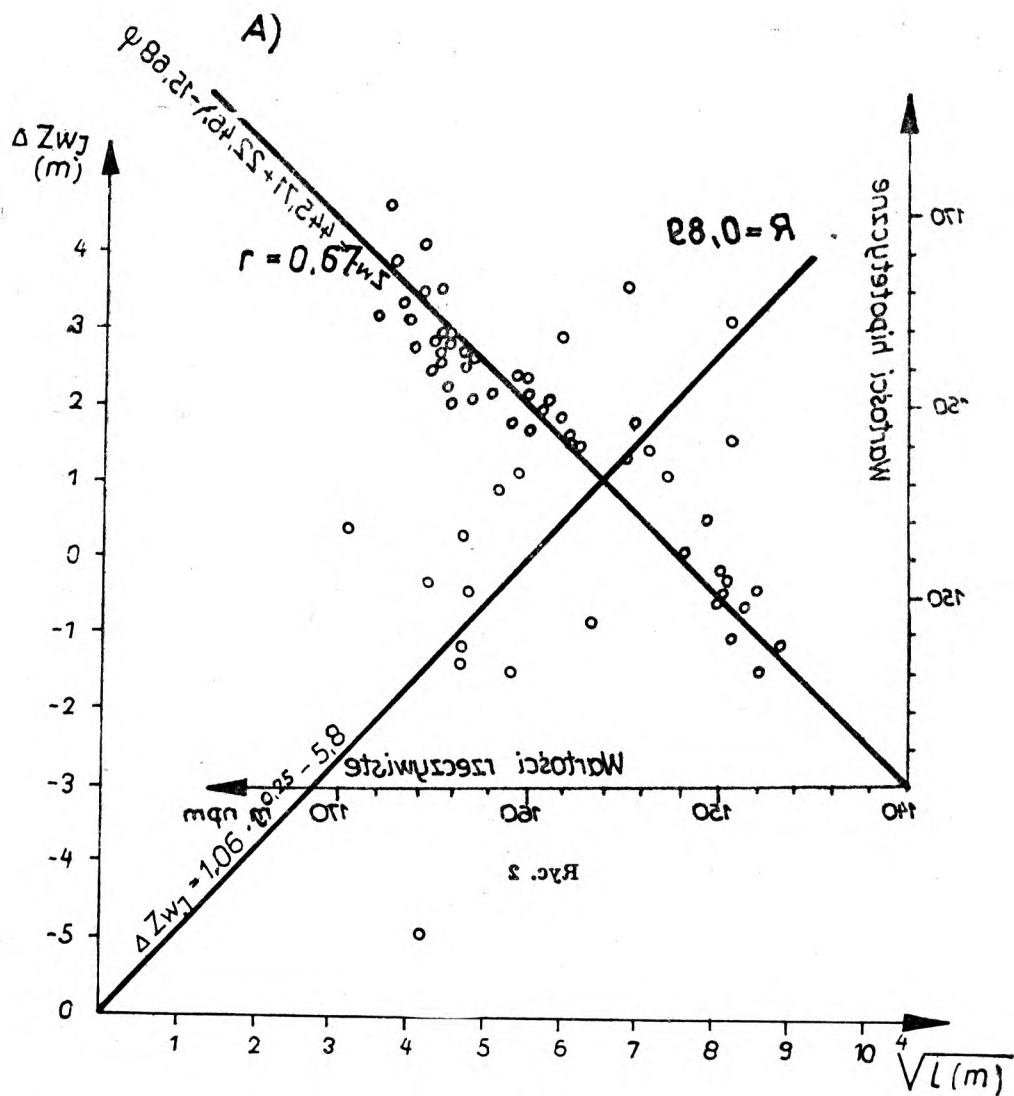


Ryc. 1

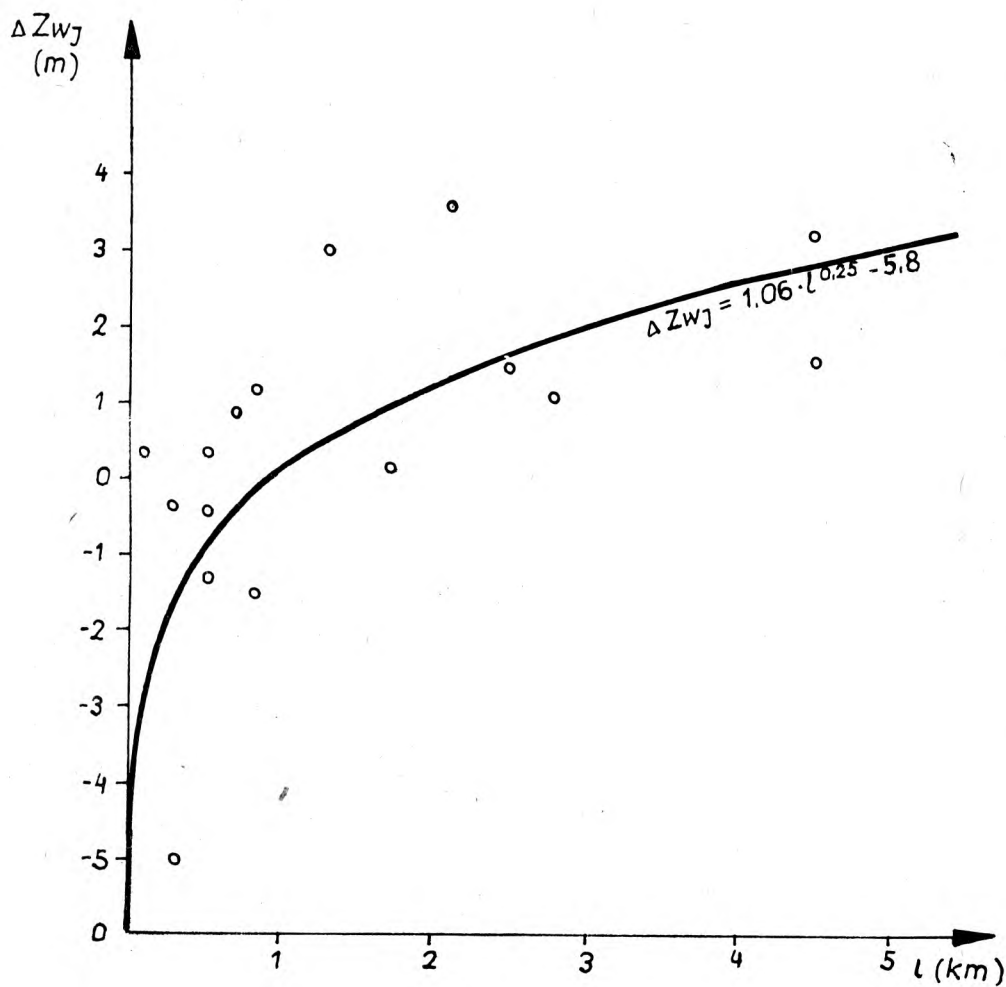




Ryc. 2



B)



biegu rynien liasowych /Z. Szydeł, R. Szydeł 1984/. W obszarze tym bezpośrednio badania hydrogeologiczne jury przeprowadzone były w 17 otworach, w których został zachowany naturalny charakter dynamiki wód. Dla tych odwiertów określono odległości od osi najbliższych rynien liasowych, mierząc je prostopadle do kierunku ich przebiegu.

Współczynnik korelacji między odchyleniami od trendu a pierwiastkiem czwartego stopnia odległości od osi rynien dolnojurajskich wynosi + 0,67 /ryc. 3/ i jest wysoce istotny statystycznie na poziomie 0,5 % /rozkład t Studenta/, co wskazuje, że prawdopodobieństwo przypadkowego uzyskania takiej wartości współczynnika korelacji przy 17 parach zależności jest bardzo niskie i kształtuje się jak 1 : 200. Wielkość poprawki do ogólnego wzoru, wywołanej drenującym charakterem rynien dolnojurajskich, wyraża równanie:

$$\Delta Z_{WJ} = 1,06 \times L^{0,25} - 5,8$$

gdzie:

ΔZ_{WJ} - odchylenie zwierciadła piezometrycznego jury od linii trendu /w m/ reszty regresji, L - odległość od osi rynien w m.

Zależność powyższą przedstawiono na mapie regionu CRW /ryc. 4/. Najwyższe ujemne wartości odchylen od trendu rzędu 5,0 m stwierdzono w otworze łączna IG-9 w pobliżu osi rynny przebiegającej w północno-wschodniej części CRW. Zmieniają się one stopniowo w kierunku podziemnych wododziałów przebiegających w obrębie wyniesionych bloków karbońskich. Najwyższe dodatnie stwierdzone wartości to + 3,6 m w otworze Ostrówek IG-1 i + 3,2 m w otworze L-41. Po włączeniu poprawki do ogólnego wzoru na wysokość zwierciadła piezometrycznego jury przyjmuje on ostateczną postać /objaśnienia jak w poprzednich wzorach/:

$$Z_{WJ} = 444,91 + 22,46 \lambda - 15,68 \varphi + 1,06 l^{0,25}$$

Podobną rolę dla bocznego drenażu jak strefy jury piaszczystej, szczególnie w pobliżu struktury Kocka, mogą mieć obszary z wychodniami na powierzchnię paleozoiczną piaskowców karbońskich /zarówno warstw lubelskich, jak i kumowskich/.

Wody tych piaszczowców są w bezpośredniej węzi hydraulicznej z wodami jurajskimi, np. w otworze łączna IG-4 stwierdzono obniżenie zwierciadła piezometrycznego jury o 6,6 m w stosunku do wartości hipotetycznej, mimo braku osadów lias. Zalega tutaj bezpośrednio w stropie 10 m zwietrzały piaszczowce warstw lubelskich.

W rejonie samej struktury Kocka wody jurajskie znajdują się także w bezpośredniej węzi hydraulicznej z wodami piaszczowców dendrskich. Ze względu na wpływ rozwijającego się lejja depresji wokół szczytów głównych kopalni w Bogdanie nie można było wykorzystać danych do tego typu rozważań.

Na północ od strefy uskoku Święcicy, która posiada charakter regionalny, o przebiegu SE-SW i zrzucie 50-150 m ku N, oddzielenia od trendu zachowują jakościowo podobny charakter zależności jak na pozostałym, analizowanym statystycznie obszarze CRW. Wykazują zatem korelację z przebiegiem rynien liasowych, erozyjnych o założeniu tektonicznym. Różnica polega na podwyższeniu zwierciadła w stosunku do trendów na północy CRW w obrębie wyniesionych bloków karbońskich średnio o 2-3 m w skrzydle zrzuconym. W obrębie skrzydła wiszącego strefy uskoku Święcicy następuje obniżenie zwierciadła wody około 3,5 m. Można to wytłumaczyć ekranizującą rolą tej strefy tektonicznej. Płynące z południowego wschodu wody są w rejonie strefy uskoku Święcicy spiętrzane /wyrównanie spadków hydraulicznych wskutek rozwinięcia się prawdopodobnie ilastych stref roztarcia na płaszczyznach uskoków/. Powstałe pozorne podniesienie zwierciadła jurajskiego przez strefę uskoku Święcicy jest drenowane przez rynnę dolnojurajską biegnącą przez otwór L-112, która prowadzi wody jurajskie z Południowego RW do CRW /rys. 1, 4/. Być może, że wymianę wód w tej strefie umożliwiają także towarzyszące głównej dyslokacji strefy spękań, podobnie jak ma to miejsce w kredzie górnej /M. Marasimiuk, A. Henkiel, S. Przemyski, 1980/.

Nie można także całkowicie wykluczyć wytłumaczenia takiego zróżnicowania poziomu zwierciadła piezometrycznego jury procesami neotektonicznymi, ostatnio dokładnie opisanymi /Henkiel A. 1983/. Przyjmuje się, że dla prędkości pionowych ruchów skorupy ziemskiej rzędu ± 1 mm/rok, zwierciadło wód

podziemnych ulegnie w ciągu 10 lat zmianom odpowiednio

$$\Delta h = \pm 1 \text{ m} / \text{J. Liszkowski 1975/}.$$

Wyżej dokonana analiza matematyczna zmian położenia zwierciadła jurajskiego ma ogromne znaczenie praktyczne. Wiadomo, że aktualnie trwa odwadnianie jury z szybów głównych kopalni K-1 w Bogdanie. Rozwój leja depresji wokół szybów będzie zależał przede wszystkim od kontaktów hydraulicznych jury z utworami karbonu /w obrębie struktury Kocka - dewonu/. Rynny dolnojurajskie odgrywają tu istotne znaczenie, w ich obrębie dochodzi do najwyższych anomalii ujemnych, świadczących o kierunkach najsilniejszego drenażu /potwierdza to aktualny układ hydroizohips poziomu jurajskiego wokół szybów kopalni w Bogdanie M. Małek, R. Szydeł 1984 a, b/. Daje to istotne informacje dotyczące najszybszego drenażu najsilniej zawodnionego piętra wodonośnego w celu udostępnienia górnej wiązki pokładów węgla kamiennego.

Literatura

- Harasimiuk M., Henkiel A., Przemyski S. 1980: Neotektonika i jej wpływ na warunki wodne Centralnego Rejonu Węglowego. LXXXVIII Sesja Naukowa Instytutu Geologicznego. Wyd. Geol. Warszawa.
- Henkiel A. 1983: Tektonika. Kenozoik Lubelskiego Zagłębia Węglowego. Sympozjum 9-11.IX.1983 r. Wyd. UMCS Lublin.
- Kuszniruk W. A. 1978: Газоносность угленосной толщии Ивовско-Полынского угленосного бассейна. Киев "Наукова Думка".
- Liszkowski J. 1975: Wpływ pionowych ruchów skorupy ziemskiej na kształtowanie się warunków hydrogeologicznych wodonośców szczelinowych - Współczesne i neotektoniczne ruchy skorupy ziemskiej w Polsce. Sympozjum w Warszawie.
- Małek M., Szydeł R. 1984 a: Sprawozdanie nr 15 z pomiarów w otworach obserwacyjnych wykonanych w Centralnym Rejonie Węglowym Lubelskiego Zagłębia Węglowego w I kwartale 1984 r. maszynopis, Arch. Przeds. Geol. w Lublinie. /nie publik./.

- Niemczycka T., Marcinkiewicz T. 1981: Wiek terygenicznych osadów jurajskich Lubelszczyzny a występowanie niektórych gatunków megaspor. Kwart. Geolog. nr 1, tom 25, Wyd. Geol. Warszawa.
- Porzycki J. 1978: Atlas geologiczny Lubelskiego Zagłębia Węglowego. Inst. Geol.
- Rózkowski A., Rudzińska T. 1978: Model hydrogeologiczny Centralnego i Północnego Okręgu Węglowego w Lubelskim Zagłębiu Węglowym. Kwart. Geol. nr 2, tom 22.
- Szydeł Z., Szydeł R., 1984: Tektoniczne założenia rynien dolnojurajskich i ich rozprzestrzenienie w południowej części Centralnego Rejonu Węglowego Lubelskiego Zagłębia Węglowego. Przegl. Geol., /praca w druku/.
- Szydeł R., Małek M. 1984 b: Dokumentacja złoża węgla kamiennego pola "Ostrów I", część IV, hydrogeologiczna. sierpień 1984. maszynopis, Arch. Przeds. Geol. w Lublinie. /nie publik./.
- Żelichowski A. M. 1972: Rozwój budowy geologicznej obszaru między Górami Świętokrzyskimi i Bugiem. Biul. Inst. Geol. 263.

Spis rycin

- Ryc. 1. Szkic sytuacyjny; a - otwory hydrogeologiczne, b - ważniejsze miejscowości, c - granica CRW, d - zasięg osadów karbońskich, e - główne uskoki, f - hydroizohipsy hipotetycznego zwierciadła jury, g - zasadniczy kierunek przepływu wód jurajskich, h - odchylenia od linii trendu zwierciadła piezometrycznego jury, i - bezpośredni kontakt jury z piaskowcami warstw kumowskich.
- Ryc. 2. Korelacja wielokrotna między wysokością ustabilizowanego zwierciadła jury a współrzędnymi geograficznymi.
- Ryc. 3. Korelacja między resztami regresji / ΔZ_{wJ} / od równania $Z_{wJ} = 445,71 + 22,46 \lambda - 15,68 \varphi$, a odległością od osi rynien dolnojurajskich /1/.
- Ryc. 4. Rozkład przestrzenny odchyleń od linii trendu zwierciadła piezometrycznego jury na obszarze CRW LZW; a - otwory hydrogeologiczne, b - osie rynien dolnojurajskich, c - uskoki, d - wartości reszt regresji, e - granice wyniesionych bloków karbońskich, f - izolinie odchyleń zwierciadła od linii trendu.

Ryszard S z y d e ł

KONTAKTY HYDRAULICZNE W OBRĘBIE RYNIEŃ DOLNOJURAJSKICH W ASPEKcie ROZWOJU LEJĄ DEPRESJI WOKÓŁ SZYBÓW GŁÓWNYCH KOPALNI K-1

Obszar LZW jest terenem intensywnych prac geologicznych dokumentujących kolejne złoża węgla kamiennych. W ostatnim czasie, w trakcie tych prac opracowano występowanie utworów jury dolnej występujących w formie głęboko wciętych ryniennych erozyjnych o założeniu tektonicznym /Z. Szydeł, R. Szydeł, 1984/. Rynny te potwierdzają blokową budowę karbonu uwarunkowaną tektoniką głębszego podłoża. W obrębie niektórych uskoku dzielących utwory karbonu na wyniesione bloki rozwinęły się utwory dolnej jury wykształcone w postaci słabo zwiezłych piaskowców, mułowców i ilowców najczęściej o barwach pstrych. Dosyć często profil tych utworów zaczyna się zlepianiem podstawowym, zawierającym przeważnie liczne okruchy lito- nitów powstałych z przeobrażenia syderytów karbońskich. Rynny te posiadają najczęściej szerokość do 1 km, a wcięte są w utwory karbonu od kilku metrów /Ostrów 24, Ostrów 22, Ostrów 27/ do kilkudziesięciu /L-132 - 43,9 m; L-87 - 50,3 m/.

Taka budowa geologiczna powoduje wzajemną więź pięter i poziomów wodonośnych jury i karbonu, będąc ważnym elementem całokształtu stosunków hydrogeologicznych rejonu CRW. Piętra i poziomy wodonośne jury i karbonu /dewon - w obrębie struktury kockiej/ często pozostają ze sobą w hydraulicznej więzi, której stopień jest bardzo urozmaicony. Formy tych kontaktów i czynników, które do tego doprowadziły można usystematyzować na zasadzie analogii z rejonem olkuskim /Z. Wilk i J. Motyka 1977/.

Na obszarze CRW przeważa typ łączności hydraulicznej sedymentacyjno-transgresywny. Jest on charakterystyczny dla poziomu albskiego leżącego przekraczając na wapieniach oolito-wo-pelitowych jury górnej, a także dla leżących w spągu wapienia organodetrytycznych i facji piaszczysto-dolomitycznej le-

żącej przekraczającą na utworach karbonu. Bardzo często ten typ łączności hydraulicznej przybiera formę kontaktu sedymen-tacyjno-facjalnego. W obrębie struktury kockiej piaskowce śro-dkowej jury zalegają bezpośrednio na piaskowcach dewonu. Lo-kalnie zaś wyżej wymienione osady piaszczysto-dolomityczne środkowej jury kontaktują się bezpośrednio z piaskowcami we-stfalu /otwory Cyców IG-4, L-59, K-4/ lub z piaskowcami warstw kamowskich /otwory Łączna IG-2, K-2, K-11/.

Rynny dolnojurajskie powstałe wskutek całkowitego zaśypa-nia form dolinnych i obniżen terenu wypełnione są przez osa-dy o różnej przepuszczalności /od dobrze przepuszczalnych zle-pieńców i piaskowców - otwory L-95, L-113/ do słabo lub nie-przepuszczalnych - otwór OP-3/. Za pośrednictwem tych osadów mogą się ze sobą łączyć silnie zawodnione piaskowce środkowo-jurajskie z jednym lub kilkoma poziomami wodonośnymi związa-nymi z piaskowcami karbońskimi. Mamy tu więc do czynienia z kontaktem typu erozyjnego, który powoduje przecięcie izolują-cych partii środkowej części karbonu przez utwory dolnojuraj-skie. Stosunkowo najbardziej zagadkowe są w obecnej chwili kontakty typu tektonicznego między piętrami i poziomami wodo-nośnymi związane z niezbyt liczną siecią uskoków w rejonie CRW. Wywierają one ogromny wpływ na lokalne warunki krążenia wód podziemnych, zwłaszcza w warunkach prowadzonego odwadniania przez szyby główne kopalni K-1 /M. Małek, R. Szydeł 1983, 1984/. Wpływ ten wynika z podwójnej funkcji, jaką mogą uskoki spełniać. Mogą one stanowić strefę izolacyjną lub przepuszczal-ną, stwarzając pośrednią więź hydrauliczną dwu pięter lub po-ziomów. Zarówno kontakty typu erozyjnego, jak i tektonicznego związane są genetycznie z rynnami dolnojurajskimi i można mówić o kontaktach typu erozyjno-tektonicznego w obrębie ry-nien dolnojurajskich. Na ryc. 1 przedstawiono szereg danych przemawiających za główną rolą tych rynien w procesach hydro-geologicznych zachodzących pod wpływem odwadniania górotwo-ru prowadzonego przez szyby główne kopalni K-1. Przede wszy-stkim główne osie drenażu pokrywają się z przebiegiem rynien dolnojurajskich. Wśród osi tych rynien wytwarzający się lej depresji osiąga największe rozmiary, np. lej depresji rozwia-jający się wzdłuż rynny północnej biegnącej między blokami

Grabniaka i Świerszczowa przekroczył już 15 km. W kierunku struktury Kocka jest on prawie 3-krotnie mniejszy /M. Małek, R. Szydeł 1983, 1984/.

Podobnie przedstawia się zasięg leja depresji rozwiniętego na rynnach biegnących przez uskoku świerszczowski i wschodni. Jest to o tyle ciekawsze, że często w obrębie rynien notujemy najsilniejsze zawodnienie utworów jurajskich, np. w otworze L-113 notujemy najwyższy wydatek jednostkowy $q = 1,115 \text{ m}^3/\text{h}/\text{lm S}$ /jura dolna wykształcona w facji piaszczystej/. Przy tym w otworze - piezometrze notuje się obniżanie się zwierciadła wody kwartalnie rzędu 0,90 m, podczas gdy w piezometrze L-129 położonym w bloku Rokiecina rzędu 0,15 m na kwartał, a na południe w obrębie bloku Malinówka obniżenie kwartalne sięga 0,20 m -/ryc. 1, M. Małek, R. Szydeł 1983, 1984/. Wyraźnie zatem zaznacza się silnie drenujący charakter rynny biegnącej w rejonie uskoku świerszczowskiego.

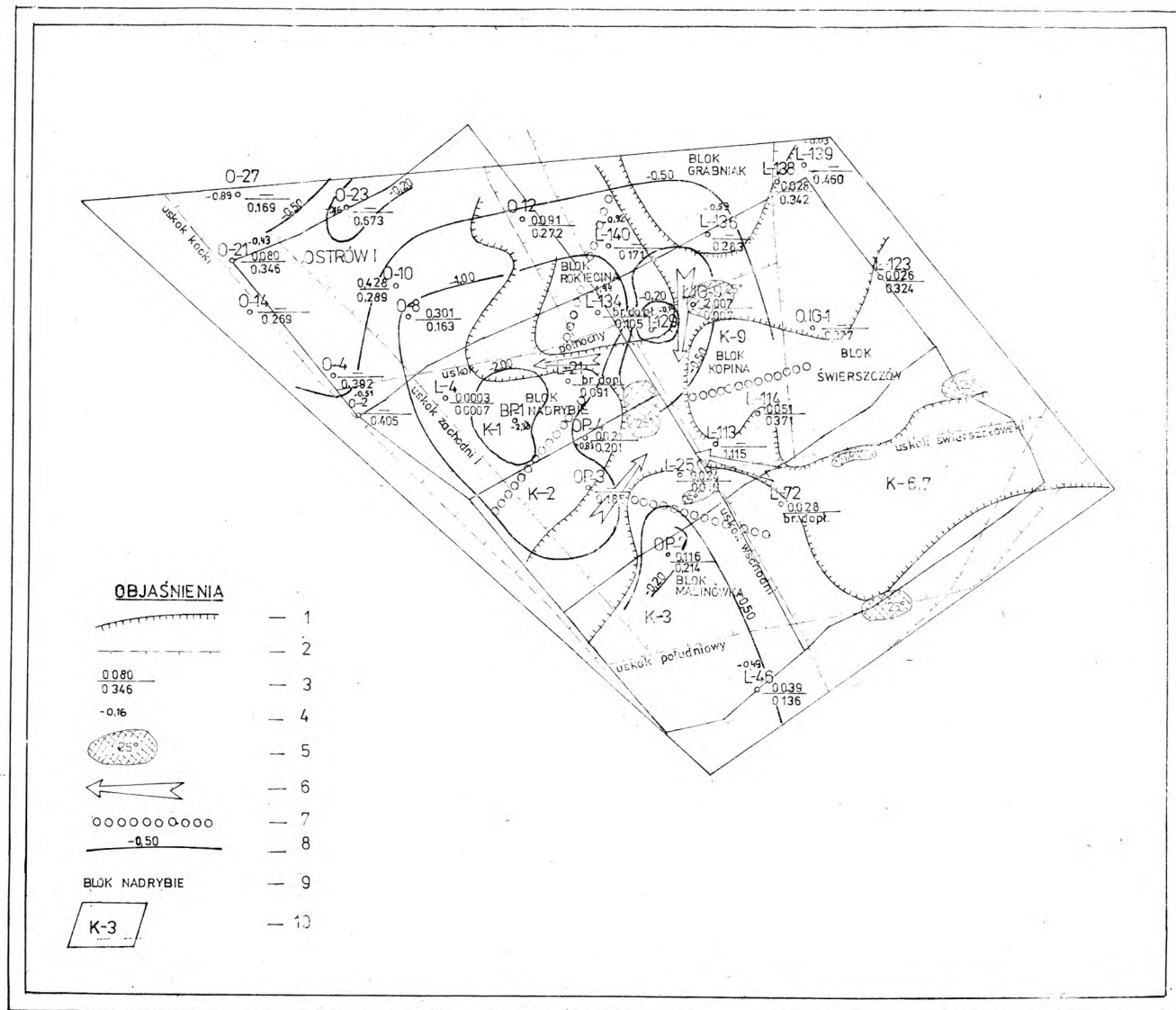
W obrębie tej rynny na poziomie 600 m /otwór L-74/ występuje wyraźna anomalia geotermiczna /wychłodzenie górotworu do temp. 18°C /. Według K. Zarębskiego i A. Błaszczaka /1980/ przyczyną tej anomalii jest prawdopodobnie silnie przepuszczalna rola uskoku świerszczowskiego /wychłodzenie górotworu powoduje przepływająca woda/. O ile rynny dolnojurajskie są głównymi kierunkami drenażu piętra jurajskiego i karbońskiego /jego stropowej partii/, o tyle wyniesione bloki karbońskie stanowią lokalnie wododziały wód podziemnych. Na ryc. 1 przedstawiono wododziały w obrębie bloków: Kopina, Malinówka, Nadrybie, Rokiecina. Układ taki potwierdziła analiza matematyczna rozkładu zwierciadła piezometrycznego jury wykonana przez R. Szydła i A. Zwierzchowskiego /1984/.

W obrębie wyniesionych bloków karbońskich następuje podniesienie zwierciadła jurajskiego nawet do 5 m, natomiast w obrębie rynien dolnojurajskich stwierdzono obniżenie zwierciadła piezometrycznego jury do 5 m /anomalie ujemne od kierunku ogólnego trendu/. Kontakty hydrauliczne w obrębie uskóków są dosyć niejednorodne. Ten sam uskoku w jednej partii rozbiła poziom wodonośny na oddzielne hydrostruktury o indywidualnym reżimie wodnym /strefa uskokowa została wtórnie wypełniona materiałem ilastym/. W innym miejscu następuje rozerwanie ekranu skał nieprzepuszczalnych i spowodowanie utraty

jego izolacyjnych własności, w strefie uskoku stwarza to pośrednią więź hydrauliczną jury z karbonem. Można to prześledzić na uskoku wschodnim. W rejonie otworów L-134 i L-140 jest on przepuszczalny, a na południe w rejonie otworu L-129 staje się ekranujący /obniżanie kwartalne zwierciadła wody rzędu 1,0-1,4 m w rejonie otworów L-140 i L-134, a rzędu 0,20 m w otworze L-129/. Dalej na południe w rejonie połączenia z uskokiem świerszczowskim ponownie staje się przepuszczalny /obniżenie kwartalne zwierciadła jury rzędu 0,90 m/, aby dalej na południe znowu stanowić strefę izolacyjną /silna anomalia geotermiczna w rejonie otworu L-14- na poziomie 600 m podwyższona temperatura do 25°C/.

Podobny charakter posiada uskok północny. W rejonie otworu L-129 na przecięciu z uskokiem wschodnim posiada charakter izolujący, dalej w kierunku zachodnim przechodzi w strefę przepuszczalną /na wysokości otworu L-134/. W rejonie otworu BP-4 położonym na wiszącym skrzydle uskoku północnego stwierdzono identyczne ciśnienie piezometryczne spągowej partii jury i kilkumetrowego piaskowca westfalskiego przedzielnego 25-metrową serią izolacyjną iłowców i mułowców, a nawet piaskowiec ten posiadał lepsze parametry filtracyjne od jury. Analizując zatem wpływ warunków zasilania karbońskiego piętra wodonośnego na wyniki prognoz dopływów do kopalni pilotująco-wydobywczej w LZW dokonanej przez A. Haładusa, R. Kulmę i Z. Wilka /1982/ opowiadał się zdecydowanie za przyjęciem najbardziej niesprzyjających warunków hydrogeologicznych. Zakłada on, że uskoki północny, południowy, wschodni i zachodni mają bezpośrednie połączenia hydrauliczne z jurajskim piętrem wodonośnym /przynajmniej w pewnych strefach/.

Utworzenie sztucznej podstawy drenażu na poziomie spągu utworów jurajskich /piaskowców i wapieni/ spowodowało powstanie rozległej strefy depresyjnej, której kształt wymuszony jest przez tektonikę uskoku oraz kontakty hydrauliczne z wyższymi piętrami wodonośnymi. Obserwujemy znaczny wzrost gradientu hydraulicznego w kierunku na zachód od kopalni K-1 /rejon struktury Kocka/ w stosunku do części wschodniej. Nastąpiła zatem zmiana kierunku zasilania do systemu odwadniania kopalni. Zmienia się także i wzrasta rola kontaktów hydraulicznych między piętrami wodonośnymi.



Ryc. 1

Odwadniające działanie kopalń może spowodować rozwój procesów sufozyjnych i podziemnej erozji prowadzących do oczyszczenia stref uskokowych. Będzie to miało miejsce głównie w obrębie rwnien dolnojurajskich. W trakcie badań hydrogeologicznych tych utworów w otworze OP-3 przy wytworzeniu większego gradientu hydraulicznego nastąpiło upłynnienie się tych utworów wykształconych w facji ilasto-mułowej. Utwory te tworzą "kurzawki pylaste" z wiązaniami strukturalnymi typu kondensacyjno-koagulacyjnego. Sztywne wiązania kondensacyjne powstające przy wysychaniu cząstek koloidalnych ulegają silnemu osłabieniu i przechodzą w wiązania innego typu - koagulacyjne, charakteryzujące się zależnością wytrzymałości od wilgotności. Utwory takie w określonym zakresie wilgotności przejawiają zdolność do przemian fiksotropowych, co warunkuje ich kurzawkowość. Z drugiej zaś strony przy odwodnieniu utworów dolnojurajskich należy liczyć się z dużym osiadaniami tych utworów ze względu na ich słabą zwięźłość, a często nawet jej brak.

W konsekwencji może to udrożnić strefy uskokowe w jurze i bezpośrednio połączyć najsilniej zawadziony spąg jury z poziomem albu. Udrożnienie tego kontaktu zmusi górnictwo do wypompowania dodatkowo ogromnych ilości wody. W trakcie osuszania albu nastąpi osiadanie tych utworów, gdyż są one także bardzo słabe geotechnicznie. To z kolei może spowodować rozwarcie się szczelin uszkodzonych w utworach górnokredowych /uskoki te zostały bezsprzecznie stwierdzone - M. Harasimiuk, A. Henkiel /1980/. W konsekwencji istnieje potencjalna możliwość zasilania kopalni wodami infiltracyjnymi /R. Szydeł, M. Małek 1984/.

Prowadzone badania geodezyjne potwierdzają powstającą niekiedy osiadań wokół szwów w Bogdanie i w Nadrybii. Widać zatem wyraźnie, jak ogromne znaczenie ma rozpoznanie szczegółowe zasięgu utworów dolnojurajskich i ich paleogeografii. Niezbędna jest szczegółowa analiza sedymentologiczna, facjalna, paleontologiczna i geotechniczna tych utworów. Wydaje się niezbędne wykonanie hydrowęzła zlokalizowanego w rynie dolnojurajskiej w celu przebadania precyzyjnego wpływu kontaktu erozyjno-tektonicznego na więź hydrauliczną pomiędzy albem, jurą i karbonem. Wykonanie tego rodzaju badania

pozwoliłoby na precyzyjną odpowiedź odnośnie sensu drenażu jury w aspekcie udostępnienia górnej wiązki pokładu do eksploatacji górniczej.

Literatura

- Gruntoznawstwo 1977:- pod redakcją naukową B. Olszewskiej-Grabowskiej i J. M. Siergiejewa. Wyd. Geol. Warszawa.
- Harasimiuk M., Henkiel A., Przemyski S. 1980: Neotektonika i jej wpływ na warunki wodne Centralnego Rejonu Węglowego. LXXXVIII Sesja Naukowa Instytutu Geologicznego. Wyd. Geol. Warszawa.
- Haładus A., Kulma R., Wilk Z. 1983: Wpływ warunków zasilania karbońskiego piętra wodonośnego na wyniki prognoz dopływów do kopalni pilotująco-wydobywczej w Lubelskim Zagłębiu Węglowym. Zeszyty Naukowe AGH nr 863, tom 8, zeszyt 2, Wyd. Geol. Warszawa.
- Małek M., Szydeł R. 1983: Sprawozdanie nr 12 z pomiarów w otworach obserwacyjnych wykonanych w Centralnym Rejonie Węglowym LZW w IV kwartale 1983 r. Arch. Przeds. Geol. w Lublinie, maszynopis.
- Małek M., Szydeł R., 1984: Sprawozdanie nr 13 z pomiarów w otworach obserwacyjnych wykonanych w Centralnym Rejonie Węglowym LZW w I kwartale 1984, maszynopis. Arch. Przeds. Geol. w Lublinie.
- Szydeł Z., Szydeł R. 1981: Profil utworów liasu na obszarze Lubelskiego Zagłębia Węglowego. Przegląd Geol. nr 11, Wyd. Geol. Warszawa.
- Szydeł Z., Szydeł R. 1984: Tektoniczne założenia rynien dolnojurajskich i ich rozprzestrzenienie w południowej części Centralnego Rejonu Węglowego LZW. Przegl. Geol. nr 6. Wyd. Geol. Warszawa.
- Szydeł R., Zwierzchowski A. 1984: Przestrzenna zmienność zwierciadła piezometrycznego jury na obszarze Lubelskiego Zagłębia Węglowego w świetle analizy matematycznej. Wyd. UMCS, praca w druku.

- Szydeł R., Małek M. 1984: Dokumentacja złoża węgla kamiennego pola "Ostrów I", część IV hydrogeologiczna, 1984, Arch. Przeds. Geol. w Lublinie.
- Wilk Z., Motyka J. 1977: Kontakty między poziomami wodonośnymi w olkuskim rejonie kopalnictwa rud. Rocznik Polskiego Towarzystwa Geologicznego, tom XLVII, zeszyt 1, PWN, Warszawa - Kraków.
- Zarębski K., Błaszczak A. 1980: Warunki geotermiczne CRW. Zbiorcze opracowanie udokumentowanych obszarów w CRW LZW. Arch. Przedsiębiorstwa Geologicznego w Warszawie. Zakład w Lublinie.

Spis rycin

- Ryc. 1. Całokształt warunków wpływających na rozwój leja depresji wokół szybów głównych kopalni K-1; 1 - zasięg rynien dolnojurajskich, 2 - uskoki wg geologów złożowych, 3 - $\frac{0.080}{0.346} - \frac{\text{wydatek jednostkowy z utw. albu}}{\text{wydatek jednostkowy z utw. jury}} / \text{m}^3/\text{h}/\text{lm S/}$, 4 - 0.16 - średnie obniżenie kwartalne zwierciadła piezometrycznego jury w m, 5 - anomalie geotermiczne - + 18°C - wychłodzenie na poziomie 700 m p.p.t. - + 25°C - wygrzanie, 6 - główne kierunki drenażu związane z rynnami dolnojurajskimi, 7 - lokalne działv wód podziemnych w obrębie wyniesionych bloków karbońskich, 8 - izolinie średnich obniżzeń zwierciadła jurajskiego w czasie pompowania utworów jurajskich przez szyby główne kopalni K-1, 9 - nazwy wyniesionych bloków karbońskich, 10 - granice udokumentowanych pól górniczych złoża węgla kamiennego.

Wojciech Glik

BADANIE WYCIAGÓW WODNYCH ZE SKAŁ W KOPALNI K-1 W LZW

Wprowadzenie

Rozwój górnictwa węglowego i zapotrzebowanie gospodarki na węgiel kamienny stwarzają konieczność budowy nowych kopalń w Lubelskim Zagłębiu Węglowym. LZW cechuje się skomplikowanymi i niekorzystnymi warunkami hydrogeologicznymi. Budowa w tych warunkach nowych kopalń i poziomów wydobywczych wymaga określenia przewidywanych dopływów wody do wyrobisk górniczych oraz sposobów likwidacji ewentualnych źródeł zagrożeń wodnych. W toku prowadzenia prac geologicznych i górniczych stwierdzono, że na poziomach 922 i 960 m kopalni K-1 w LZW nie występują zagrożenia wodne w ścisłym tego słowa znaczeniu, a jedynie drobne wycieki i wysięki wody. Jednakże z uwagi na rozmałość skał, co w konsekwencji prowadzi do wypiętrzania spągów i niszczenia obudowy, występują tu specyficzne zagrożenia geotechniczne związane z tymi wyciekami.

Dla umożliwienia prognozowania występowania stref zwiększonego zawodnienia górotworu na wybiegu wyrobisk górniczych w Oddziale Terenowym GIG w Lublinie podjęto badania mające na celu ustalenie, czy istnieje korelacja pomiędzy dającymi się stwierdzić zmianami mineralizacji wód porowych a zwiększonym zawodnieniem wyrobisk górniczych. Badania polegały na określeniu zawartości jonu chlorkowego Cl^- w wodach porowych metodą wyciągów wodnych.

Opróbowanie skał z kopalni K-1 w Bogdanie

Poboru próbek skał do badań laboratoryjnych wyciągów wodnych ze skał dokonano na poziomach 754, 864, 922 i 960 m kopalni K-1 koncentrując się szczególnie na poziomie 922 m w związku z będącym obecnie w eksploatacji pokładem 382. Próbkę skał pobrano zarówno z warstwy węgla, jak i skał płonnych. Badania wykonano w Laboratorium Parametrów Hydrogeologicznych Skał GIG-OT Lublin.

Do badań laboratoryjnych pobrano 146 próbek skał w następujących ilościach z każdego poziomu: poziom 754 - 4 próbki, poziom 864 - 8 próbek, poziom 922 - 93 próbki, poziom 960 - 41 próbek. Dla wszystkich próbek określono zawartość Cl^- w wyciągach wodnych /zasolenie wód porowych/. Ponadto oznaczono porowatość efektywną i gęstość przestrzenną dla 55 próbek skał z poziomów 922 i 960 m w następujących proporcjach: poziom 922 - 40 próbek, poziom 960 - 15 próbek. Skład litologiczny próbek do badań zawartości Cl^- w wyciągach wodnych był następujący: piaskowiec - 11 próbek, mułowiec - 4 próbki, iłowiec - 83 próbki, syderyt ilasty - 1 próbka, iłowcowa gleba stigmariowa - 3 próbki, brekcja syderytowo-wapienna - 1 próbka, węgiel - 43 próbki. Natomiast skład litologiczny próbek dla których określono porowatość efektywną i gęstość przestrzenną był następujący: iłowiec - 33 próbki, piaskowiec - 1 próbka, mułowiec - 3 próbki, węgiel - 17 próbek, brekcja syderytowo-wapienna - 1 próbka.

Metodyka i wyniki badań Cl^- w wyciągach wodnych ze skał

Zawartość Cl^- w wyciągach wodnych ze skał /zasolenie wód porowych/ jest to ilość rozpuszczalnych soli /chlorków/ znajdujących się w 100 g skały. Bada się ją w wyciągach wodnych, tzn. w roztworach tworzących się po 24-godzinny czasie pozostawiania skały rozdrobnionej w wodzie destylowanej. W tym celu stosuje się metodę "Mohra" /Z. Pazdro, 1983/, która polega na strąceniu azotanem srebra, wobec chromianu potasowego, zawartych w wodzie jonów chlorkowych. Ponieważ jon chlorkowy Cl^- należy do najbardziej rozpowszechnionych anionów w wodach podziemnych, a szczególnie w wodach pochodzących ze znacznych głębokości i dostaje się do wód podziemnych w różnoraki sposób, przeprowadzając jednocześnie analizę paleohydrogeologiczną. interesującego obszaru geologicznego /J. Dowgiałło i inni 1969/ uzyskuje się możliwość stwierdzenia, czy w określonej serii istniały warunki do zachowania się do chwili obecnej znaczniejszych ilości wód synsedymencyjnych lub dawnych wód infiltracyjnych, czy też są to wody infiltrujące współcześnie

i mineralizujące się w rezultacie ługowania kompleksu skalnego.

Porowatość efektywną i gęstość przestrzenną skał oznaczono na porozymetrze typu PV-1. Dokładność pomiaru porowatości efektywnej wynosi $\pm 0,5 \%$, natomiast dokładność pomiaru gęstości przestrzennej wynosi $\pm 1,5 \%$ /G. Castany, 1972/.

Zawartość Cl^- w wyciągach wodnych ze skał, tzw. zasolenia wód porowych, oznaczono na 146 próbkach skał pobranych z wyrobisk kopalni K-1 w Bogdanie na poziomach 754, 864, 922 i 960 m. Średnie wartości Cl^- w wyciągach wodnych ze skał dla poszczególnych poziomów wynoszą: poz. 754 - $Z_s = 8,330 \text{ mg/100 g skały}$, poz. 864 - $Z_s = 8,865 \text{ mg/100 g skały}$, poz. 922 - $Z_s = 14,291 \text{ mg/100 g skały}$, poz. 960 - $Z_s = 11,200 \text{ mg/100 g skały}$. Granice przedziałów ufności średnich zawartości Cl^- w poszczególnych poziomach kopalni obliczone na poziomie ufności 0,95, przedstawiają się następująco: poziom 754 $0 < Z_s < 22,43$, poziom 864 $3,06 < Z_s < 14,67$, poziom 922 $11,53 < Z_s < 17,03$, poziom 960 $9,67 < Z_s < 12,73$.

Porowatość efektywną skał oznaczono na 55 próbkach pobranych na poziomach 922 i 960 m. Średnia porowatość efektywna na poziomie 922 m wynosi $6,32 \%$. Kształtuje się ona bardzo podobnie w węglach - $6,34 \%$ i w skałach płonnych - $6,31 \%$. Na poziomie 960 m porowatość efektywna wynosi średnio $3,96 \%$. Szczegółowo rozkład porowatości efektywnej skał płonnych i węgla na poziomie 922 m pokazano na przykładzie chodnika wentylacyjnego wschodniego równoległego /ryc. 1/. Na próbkach, na których oznaczono porowatość efektywną, oznaczono także gęstość przestrzenną skał.

Zawartość Cl^- w wyciągach wodnych ze skał jest efektem mieszania się wód infiltrujących pionowo przez strefy spękań i horyzontalnie wzdłuż warstw wodonośnych /K. Zarębski i inni 1982/ z wodami paleo-infiltracyjnymi lub stagnującymi. Wody infiltrujące ulegają stopniowemu metamorfizmowi z głębokością wskutek ługowania kompleksu jonowo-solnego skał. Rezultatem tego procesu jest powolny wzrost oddziaływania skał na wody wolne, a zatem obraz rozkładu zawartości Cl^- w wodach porowych będzie rezultatem coraz głębszego oddziaływania na nie wód infiltracyjnych. Na podstawie otrzymanych wyników oznaczeń zawartości Cl^- w wyciągach wodnych ze skał wykonano mapy

zasolenia wód porowych dla poziomu 960 m /ryc. 2/ oraz dla poziomu 922 m - rejon ściany badawczej /ryc. 3/. Na mapie zasolenia wód porowych dla poziomu 960 m /ryc. 2/ widać wyraźnie jego strefowość. Strefa o największym zasoleniu wód porowych rozciąga się w kierunku zachodnim, co ma najprawdopodobniej związek z uskokiem zachodnim i strukturą Kocka /dopływ wód silniej zasolonych z utworów starszych/. Strefa o najmniejszym zasoleniu wód porowych rozciąga się w kierunku wschodnim, a więc w kierunku osi synkliny karbońskiej /prostopadle/ i wychodni /dopływ wód słodkich/. Cennego materiału badawczego, umożliwiającego wykreślenie mapy dla poz. 922 m, dostarczył rejon ściany badawczo-eksploatacyjnej. W rejonie ściany badawczo-eksploatacyjnej /ryc. 3/ zarówno w wodach porowych w węglu, jak i w skałach płonnych kształtuje się dość wyraźnie oś rozcieńczenia wód porowych. W węglu oś przebiega generalnie w kierunku WWS-NNE, w skałach płonnych zarysowują się dwie osie rozcieńczenia wód porowych o kierunku północnym i północno-zachodnim. Kierunki tych osi rozcieńczeń odpowiadają dominującym kierunkom kłiważu.

Zastosowanie wyników badań dla celów prognozowania stref zawodnienia wyrobisk górniczych

Oznaczone: zawartość Cl^- w wyciągach wodnych ze skał "Zs", porowatość efektywna skał " n_e " i gęstość przestrzenna " ρ_o " pozwoliły obliczyć zawartość chlorków w roztworze porowym /W. Glik i inni 1983/. Wzór przeliczeniowy ma postać:

$$S_c = 10 \frac{\rho_o \cdot Z_s}{n_e}$$

gdzie: S_c - zawartość chlorków w roztworze porowym mg/dm^3 ,
 Z_s - zasolenie wód porowych mg/100 g skały , n_e - porowatość efektywna skał, ρ_o - gęstość przestrzenna skał g/cm^3 .

Zawartość chlorków w roztworze porowym jest wprost proporcjonalna do zawartości Cl^- w wyciągach wodnych ze skał, a odwrotnie proporcjonalna do porowatości efektywnej skał. Na ryc. 4 pokazano rozkład zawartości chlorków w roztworach porowych w chodniku wentylacyjnym wschodnim równoległym. Zawartość ta jest najmniejsza w tych miejscach, w których po-

rowatość efektywna jest największa w stosunku oczywiście do ogólnego tła. Są to miejsca /strefy/, gdzie w czasie kartowania geologicznego stwierdzono wykroplenia i wycieki wód, drobne uskoki, antykliny i fleksury. Badania geofizyczne wskazują w tych miejscach na nieciągłości sejsmiczne interpretowane jako uskoki. W chodniku wentylacyjnym wschodnim równoległym w tych strefach obserwuje się znaczne wypiętrzanie spągów, a na 1205 m szczeliny i pęknięcia wypiętrzonego spągu.

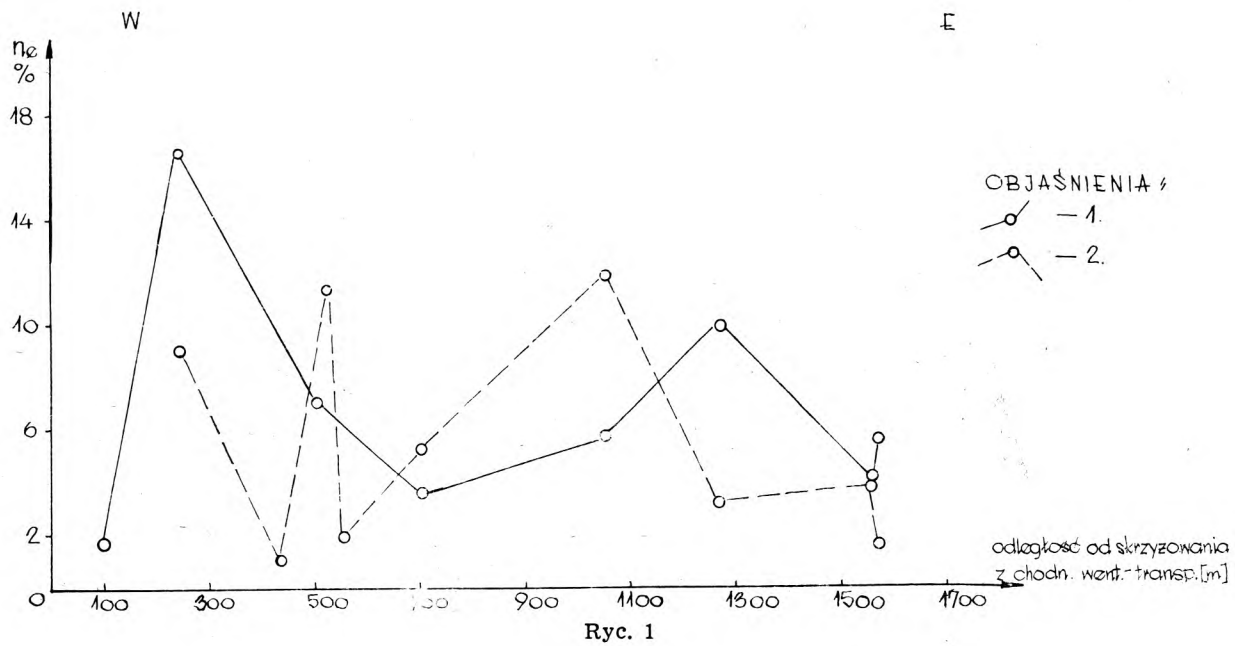
Analizując wszystkie te zjawiska łącznie z wykonanymi badaniami zasolenia wód porowych należy stwierdzić, że są to strefy zawodnione, które nie powodują zagrożenia wodnego w ścisłym tego słowa znaczeniu, wpływają natomiast na rozmakalność skał, co w konsekwencji prowadzi do wypiętrzania spągów i niszczenia obudowy. Są to więc specyficzne zagrożenia geotechniczne związane z tymi wyciekami.

Podsumowanie

1. Metoda badania wyciągów wodnych ze skał jest prosta oraz tania i niekiedy jedyna do określenia zasolenia wód porowych. Jest ona szczególnie przydatna w przypadku skał piaszczystych, kiedy wytłaczanie roztworów porowych nie daje zadowalających rezultatów.

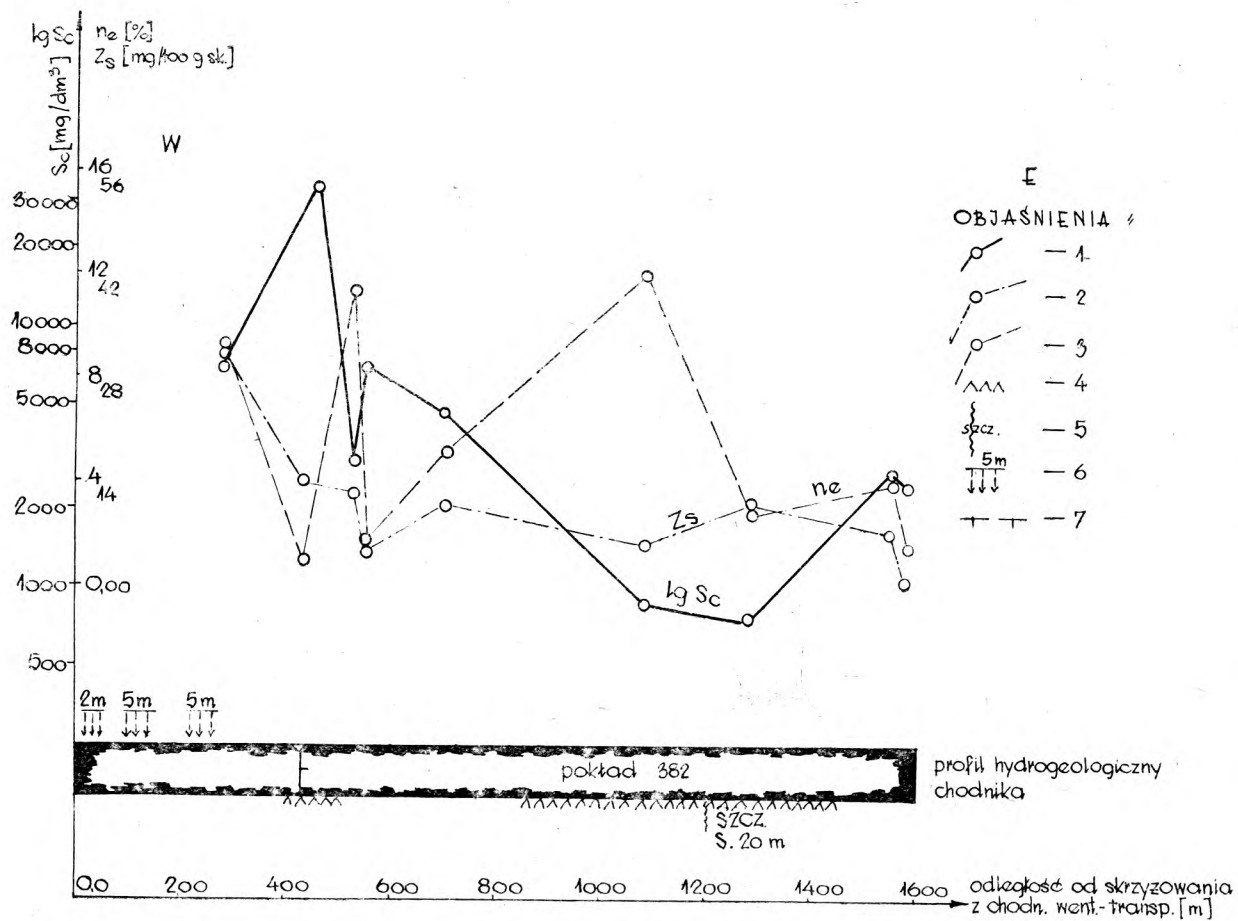
2. Stworzony w oparciu o wyniki uzyskane tą metodą model hydrochemiczny rejonu wyrobisk kopalni K-1 pokrywa się z modelem hydrodynamicznym. Stwierdzona korelacja pomiędzy zasoleniem wód porowych i budową geologiczną pozwala na prognozowanie stref zawodnienia wyrobisk górniczych.

3. Badania zasolenia roztworów porowych w kopalniach LZW powinny być kontynuowane wraz z badaniami mikrotektoniki karbonu i przejawów zawodnienia wyrobisk górniczych w miarę ich rozwoju. Pozwoli to na uściślenie stwierdzonej korelacji i tym samym na stworzenie pewniejszych niż dotychczas podstaw do prognozowania stref zawodnienia górotworu na wybiegach chodników i ścian.









Ryc. 4

Literatura

- Dowgiałło J., Karski A., Potocki J. 1969: Geologia surowców balneologicznych. Wyd. Geologiczne, Warszawa.
- Glik W., Zarębski K., Grudzińska E. 1983: Metoda prognozowania stref zawodnienia wyrobisk górniczych w kopalniach LZW. Dok. GIG-OT Lublin.
- Castany G. 1972: Poszukiwanie i eksploatacja wód podziemnych. Wyd. Geologiczne Warszawa.
- Pazdro Z. 1983: Hydrogeologia Ogólna. Wyd. Geologiczne. Warszawa.
- Zarębski K., Glik W., Smuszkiewicz A. 1982: Metoda rozpoznawania zagrożeń wodnych dla wyrobisk dołowych LZW powstających w wyniku prowadzenia robót górniczych na podstawie identyfikacji gazów i wód w poszczególnych pakietach skał w nadkładzie i karbonie - wersja doświadczalna. Dok. GIG-OT Lublin.

Spis rycin

- Ryc. 1. Wykres porowatości efektywnej " n_e " węgla i skał płonnych. Chodnik wentylacyjny równoległy, poziom 922; 1 - porowatość efektywna węgla, 2 - porowatość efektywna skał płonnych.
- Ryc. 2. Mapa zasolenia wód porowych w rejonie Bogdanki poziom 960 skala 1:5000; 1 - wartość zasolenia wód porowych " Z_s " określona metodą Mohra w /mg/100 g skały/, 2 - zawartość średnia zasolenia wód porowych " Z_s " z dwóch wyników, 3 - izolinie zasolenia wód porowych " Z_s " /mg/100 g skały/, 4 - przypuszczalne położenie osi synkliny karbońskiej, 5 - wyrobiska górnicze.
- Ryc. 3. Mapa zasolenia wód porowych w rejonie Bogdanki poziom 922 skala 1:2000; 1 - wartość zasolenia wód porowych " Z_s " /mg/100 g skały/ skał płonnych, 2 - wartość zasolenia wód porowych " Z_s " /mg/100 g skały/ w węglach, 3 - wartość średnia zasolenia wód porowych " Z_s " z dwóch wyników, 4 - izolinie zasolenia wód porowych " Z_s " w skałach płonnych, 5 - izolinie zasolenia wód porowych " Z_s " w węglach,

6 - przypuszczalna oś "rozcieńczenia" wód porowych w węglach, 7 - przypuszczalna oś "rozcieńczenia" wód porowych w skałach płonnych, 8 - wypływ wody, 9 - wykroplenia wody ze stropu /strugi przerywane/.

Ryc. 4. Wykres rozkładu zawartości chlorków w roztworze porowym "Sc" na tle porowatości efektywnej " n_e " i zasolenia wód porowych " Z_s " w skałach płonnych. Chodnik wentylacyjny wschodni równoległy, poziom 922; 1 - zawartość chlorków w roztworze porowym S_c /mg/dm³/, 2 - zasolenie wód porowych /Zs" /mg/100 g skały/, 3 - porowatość efektywna " n_e ", 4 - strefa intensywnego wypiętrzania spągu, 5 - szczelina sucha w spągu /na dł. 20 m/, 6 - wykroplenia wody ze stropu /strugi przerywane/ długość odcinka zawo-
dnionego, 7 - nieciągłości warstw /uskoki/ w karbonie wg badań geofizycznych.

Anna M a j k a - S m u s z k i e w i c z

CHEMIZM WÓD PODZIEMNYCH KOPALNI WĘGLA KAMIENNEGO K-1 W BOGDANCE

Wstęp

Pierwsze dane dotyczące chemizmu wód podziemnych Lubelskiego Zagłębia Węglowego uzyskane zostały w trakcie badań hydrogeologicznych przeprowadzonych w latach 1972-1975 w ramach dokumentowania geologicznego złóż węgla w kat. C-1+C-2 /D. Grabowska 1972, E. Jachna 1974, K. Zarębski, B. Czaja-Jarzmik, A. Frajnt 1975/ oraz badań w otworach podszybowych /H. Lamparski 1977, R. Wojczal 1979/. Skład chemiczny wód pięter wodonośnych scharakteryzowany został w dokumentacjach i w kilku publikacjach, najpełniej przez A. Rózkowskiego /A. Rózkowski 1980, A. Rózkowski, T. Rudzińska 1980/.

W trakcie głębienia szybów kopalni K-1 z uwagi na technologię ich głębienia z zastosowaniem mrożenia badań chemizmu wód nie prowadzono. Z tego okresu /1975-1979/ pochodzą nieliczne analizy z określonych głębokości, następnie większość analiz z lat 1978-1980 już w trakcie użytkowania szybu S-1.2 to analizy wód zbiorczych, które nie były reprezentatywne dla oceny chemizmu wód poszczególnych horyzontów wodonośnych. Badania w trakcie głębienia niemrożonego szybu S-1.4 oraz w rozpoczętych wyrobiskach poziomych podjął w latach 1979-1980 Z. Wilk, charakteryzując szczegółowiej strefowość hydrochemiczną w obrębie karbonu i jego bezpośredniego nakładu /Z. Wilk i in. 1979, 1981/.

W Głównym Instytucie Górnictwa badania chemizmu wód podjęte zostały w 1980 r. i prowadzone głównie w aspekcie wykorzystania pompowanych wód dołowych /E. Maruszak, M. Maj, 1981/. Prowadzone w dalszym ciągu w latach 1982-1983 badania w Tere-nowym Oddziale GIG w Lublinie wniosły nowe wyniki w zakresie rozpoznania chemizmu wód kopalni K-1. Poziome wyrobiska kopalni oraz wycieki, które wystąpiły w szybie S-1.2, umożliwiły szczegółowe badania w całym profilu nakładu i udostępnionego złoża węgla. Celem badań, których wyniki zawarte są w niniej-

szym artykule, było rozpoznanie chemizmu wód podziemnych kopalni K-1. Umożliwiały one udokumentowanie modelu hydrochemicznego, tj. obrazu chemizmu wód od utworów czwartorzędowych do karbońskich w aktualnym etapie budowy kopalni. Model ten ułatwia interpretację warunków hydrogeologicznych, ich zmian w czasie budowy i eksploatacji kopalni. Zmiany chemizmu wód mogą sygnalizować o zagrożeniach wodnych. Stanowi on również podstawę do określenia jakości wód, ilości soli, jaki zawierają, wpływu wody na budowle betonowe i konstrukcje metalowe. Ocena własności fizyczno-chemicznych wód poszczególnych horyzontów wodonośnych i wód zbiorczych umożliwia określenie ewentualnego ich wykorzystania w działalności gospodarczej, co jest w aspekcie deficytu wód czystych zagadnieniem bardzo istotnym.

Charakterystyka chemizmu wód podziemnych dopływających do szybów i wyrobisk poziomych

Charakterystykę chemizmu wód dopływających do kopalni Bogdanka oparto na stu kilkudziesięciu analizach chemicznych wykonanych w 1982 i 1983 r. Badania chemizmu wód objęły następujące obiekty:

- a/ szyb S-1.2 - głębokość: 517,5; 589,5; 680,0; 700,5; 737,0; 754,0 m /komora pomp/;
- b/ szyb S-1,4 głębokości: 589,0; 664,0; 864,0 m; c/ poziom 920 - chodniki podścianowy i nadścianowy, ściana, chodnik wentylacyjny wschodni, chodnik równoległy, strefa zawału; d/ pochylnia z poziomu 920 do 960 m; e/ poziom 960 m.

Analizy chemiczne obejmują oznaczenie: własności fizycznych, pH, twardości, utlenialności, zasadowości, zawartości dwutlenku węgla wolnego i agresywnego, mineralizacji ogólnej oraz następujących kationów i anionów: Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe /ogólne/, Mn^{2+} , Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- , OH^- , NO_2^- , NO_3^- , wraz z orzeczeniem agresywności wobec betonu oraz korozyjności na stal. W celu charakterystyki chemizmu rozpatrzono główne parametry chemizmu wód: pH, mineralizację ogólną, twardość ogólną i węglanową, skład jonowy i wynikające z niego wskaźniki hydrochemiczne.

Jak wynika z zestawienia dla szybu S-1.2 /tab. 1/ skrajnych i średnich wartości mineralizacji wody na głębokości od 517,5 do 754,0 m charakteryzują się mineralizacją w granicach od 864,0 - 1784 mg/dm³., natomiast dla szybu S-1.4 mineralizacja opróbowanych na głęb. 589,0-864,0 m kształtuje się w przedziale od 884,0 do 3442,0 mg/dm³ /tab. 2/.

W 1983 r. możliwości badań chemizmu wód podziemnych w wyrobiskach poziomych znacznie wzrosły. W poziomie 920 w związku z budową i uruchomieniem ściany badawczo-eksploatacyjnej opróbowane były: chodnik podścianowy i nadścianowy ściana, strefa zawału. Intensywność wycieków w rejonie ściany była różna i wynosiła od 2-3 dm³/min do 400 dm³/min.

Analizując wielkość mineralizacji w poziomie 920 w pokładzie 382 stwierdzamy duże różnice jej wartości: w chodniku podścianowym od 4818 do 7060 mg/dm³, w chodniku nadścianowym od 2786 do 5518 mg/dm³, natomiast wody z zawału od 2899 do 5363 mg/dm³, w chodniku wentylacyjnym w granicach od 4237 do 4936 mg/dm³. Występują również różnice w składzie jonowym wód. Charakterystycznym dla tej głębokości i poziomu jest Cl-Na typ wód podziemnych. Tymczasem w rejonie ściany wody pobrane w chodniku nadścianowym, a szczególnie w zawale, zmieniają się w typ Cl-HCO₃-Na. Obserwuje się zwiększoną ilość jonu HCO₃⁻.

Wody dwuwęglanowe z reguły są słabo zmineralizowane. Jedynie w przypadku obecności sodu jon dwuwęglanowy i węglanowy mogą spowodować mineralizację wody tworząc stosunkowo rzadko spotykane zasadowe wody sodowe. Powodować to może reakcja wymiany jonów między wodami dwuwęglanowo-wapniowymi a ilami zawierającymi zaabsorbowany sól. Proces rozpuszczania węglanów może zachodzić przy udziale dwutlenku węgla pochodzącego z atmosfery lub powstającego przy rozkładzie szczątków organicznych. Pewne znaczenie mają również procesy wietrzenia pierwotnych minerałów, takich jak: sól, wapń, potas, magnez, chlor, siarka.

Procesy wietrzenia mogą przebiegać intensywnie przy udziale czynników atmosferycznych /tlen, dwutlenek węgla/ i dlatego mogą zachodzić głównie w strefie przypowierzchniowej. Strefa eksploatacji ściany i zawału jest strefą naruszoną, do której dochodzą czynniki atmosferyczne i to może być powodem zwiększonej ilości kwaśnych węglanów w wodach. W po-

Tab. 1. Wartość mineralizacji ogólnej w szybie S-1.2

Głębokość poboru prób wody	Stratygrafia	Wartość pH od - do	Mineralizacja ogólna mg/dm ³	
			od - do	średnia
517,5	kreda	9,4 - 9,7	864 - 1583	1146,8
589,5 - 600,6	jura	8,3 - 8,5	1162 - 1608	1317,0
667,0	jura	8,3 - 8,4	1324 - 1558	1444,5
700,5	jura	8,3 - 8,4	1298 - 1535	1431,6
737,0	karbon	8,1 - 8,3	1462 - 1674	1607,4
754,0	karbon	8,3 - 8,6	1539 - 1784	1654

Tab. 2. Wartość mineralizacji ogólnej w szybie S-1.4

Głębokość poboru prób wody	Stratygrafia	Wartość pH od - do	Mineralizacja ogólna mg/dm ³		
			od	do	średnia
589,0	jura	8,6	884,0		884,0
656,0 - 664,0	jura	8,4 - 8,8	981,0	- 1175,0	1078,0
864,0	karbon	8,3 - 8,6	1692,0	- 3442,0	2978,4
Rzapię 905,0	karbon	8,6 - 8,9	1729,3	- 1874,9	1802,0

Tab. 3. Wartość mineralizacji ogólnej w wyrobiskach poziomych

Miejsce i głębokość poboru prób	Stratygrafia	Wartość pH od - do	Mineralizacja ogólna mg/dm ³		
			od	do	średnia
864,0 - 920,0 chodniki ^x	karbon	7,6 - 8,6	3054,0	- 4861,0	3692,0
920,0 rejon I ściany	karbon	7,7 - 9,0	2786,0	- 7060,0	4162,5
920,0 - 960,0 pochylnia między poziomami	karbon	7,5 - 7,9	4956,0	- 6008,0	5522,0
960,0	karbon	8,2 - 8,7	9050,0	- 10324,0	9602,0

x - chodniki łączące szyby na powierzchni głównej
z szymbami na powierzchni peryferyjnej

ziomie 920-960 /pochylnia kamienna/ analizy wykazały wartość mineralizacji od 4956,0 do 6008,0, a na poziomie 960,0 od 9050,0 do 10324,0 mg/dm^3 /tab. 3/.

Skład chemiczny wód podziemnych kopalni K-1 przeanalizowano z punktu widzenia zawartości sześciu głównych jonów stanowiących według O. A. Alekina 90-95% rozpuszczonych w wodzie związków, z zastosowaniem klasyfikacji Szczukariewa /W. A. Priklonski i Łaptiew, 1955/, która oparta jest na podziale wód z uwzględnieniem obecności w wodzie powyżej 10% równoważników /łącznej sumy anionów i kationów/. W profilu szybu S-1.2 wody zmieniają się z dwuwęglanowo-chlorkowo-sodowych do chlorkowo-dwuwęglanowo-sodowych do około 900 m, poniżej są typu zdecydowanie chlorkowo-sodowego. W profilu szybu S-1.4 wody mają charakter dwuwęglanowo-chlorkowo-sodowy i chlorkowo-dwuwęglanowo-sodowy. Wody w chodniku wentylacyjnym to wody chlorkowo-dwuwęglanowo-sodowe.

Mineralizacja wód w całym badanym kompleksie utworów kredy, jury i karbonu, jak również w poszczególnych jego piętrach wzrasta wraz z głębokością i tę prawidłowość stwierdza się w szybach kopalni. Uzyskany na podstawie badań obraz chemizmu wód pozwala na zaobserwowanie wyraźnych prawidłowości w rozkładzie mineralizacji. Stwierdzono, że w całym górotworze /nakład i utwory karbonu/ występuje pionowa strefowość mineralizacji i składu chemicznego. Śledząc przebieg zmian mineralizacji wód z głębokością stwierdza się na podstawie przeprowadzonych badań, iż do głębokości 900 m zmienia się ona stosunkowo niewiele, po przekroczeniu tej głębokości następuje gwałtowny wzrost mineralizacji i zmienia się 4-6 krotnie, bo z wartości ok. 1,5-1,7 g/dm^3 do 5,0 - 10,3 g/dm^3 .

Charakterystyka chemizmu wód poszczególnych horyzontów wodonośnych

Na podstawie przedstawionych wyników badań charakterystyka poziomów wodonośnych w rejonie kopalni K-1 przedstawia się następująco:

P o z i o m o z w a r t o r z ę d o w o - g ó r n o -
k r e d o w y. Chemizm wód tego poziomu zbadany został w
 studniach kopalnianych dla ujęć wód pitnych odwierconych do
 głębokości około 100 m. Są to wody o mineralizacji w grani-
 cach 607,0-786,0 mg/dm³, wartości ogólnej 5,8-10,0 mval/dm³,
 co odpowiada 16,2-28,0⁰n, o składzie jonowym wg Szczukarie-
 wa $\text{HCO}_3\text{-Ca-Mg}$ i $\text{HCO}_3\text{-Ca-Na}$, $\text{HCO}_3\text{-Ca-Mg-Na}$, $\text{HCO}_3\text{-Cl-Na}$.

P o z i o m d o l n o - k r e d o w y. Wody dolnokre-
 dowe zbadane w szybie S-1.2 /głęb. 517,5 m/ charakteryzują
 się mineralizacją od 864 do 1583 mg/dm³, twardością ogólną
 od 0,32 do 0,78 mval/dm³ /0,89-2,18⁰n/. Skład jonowy pozwa-
 la zaliczyć wody dolnej kredy do wód $\text{Cl-HCO}_3\text{-Na}$ z zawartoś-
 cią jonu Cl^- od 255,0 do 520,0 mg/dm³ oraz jonu Na^+ od 306,0
 do 540,0 mg/dm³.

P o z i o m j u r a j s k i. Wody poziomu jurajskie-
 go zostały zbadane stosunkowo dokładnie w szybie S-1.2 na
 głębokościach: 589,5; 600,5; 667,0; 700,5 m oraz w szybie
 S-1.4 na głębokościach: 589,0 i 656,0-664,0 m. Charakteryzu-
 ją się mineralizacją w przedziale od 884,0 do 1608,0 mg/dm³.
 Charakterystyczna dla tego poziomu jest niska wartość twar-
 dości ogólnej wyrażająca się od 0,54 do 1,07 mval/dm³ /1,6-
 2,9⁰n/. Skład jonowy wód zmienia się od $\text{HCO}_3\text{-Cl-Na}$ do Cl-
 $\text{HCO}_3\text{-Na}$.

P o z i o m k a r b o ń s k i. Poziom karboński w
 badanym przedziale głębokości /szyb S-1.2 od 737,0 do 754,0
 oraz wyrobiska poziome od 864,0 do 960,0, szyb S-1.4 od
 864,0 do 905,0 m pod względem składu chemicznego wód jest
 zróżnicowany. W warstwach stropowych karbonu występują wody
 zbliżone składem chemicznym do wód jurajskich o mineraliza-
 cji ogólnej od 1375 do 1703 mg/dm³ i tym samym typem wód
 $\text{Cl-HCO}_3\text{-Na}$. Świadczy to o kontaktach hydraulicznych między
 tymi poziomami i decyduje o zaliczeniu ich do jednej strefy
 hydrochemicznej. Odmienną strefę hydrochemiczną stanowią
 wody występujące niżej części karbonu udostępnionego wyro-
 biskami. Mineralizacja wód dopływających do wyrobisk na 864-
 920 waha się w granicach 3054,0-4861,0 mg/dm³. Należą one do
 typu wód $\text{Cl-HCO}_3\text{-Na}$ i Cl-Na . Wody dopływające do wyrobisk na
 poziomie 920 m charakteryzują się mineralizacją od 2786,0 do
 7060,0 mg/dm³.

Wskaźniki hydrochemiczne

W badaniach nad strefowością chemiczną wód i jej związku z krążeniem wód podziemnych pomocne są wskaźniki hydrochemiczne. W publikacjach krajowych i zagranicznych /W. A. Sulin 1948, O. A. Alekin 1956, W. Weil 1981/ spotykamy poglądy o znaczeniu wzajemnych proporcji rozpuszczonych składników wód podziemnych jako wskaźników genetycznych. Według tych autorów wskaźniki te będące stosunkiem równoważnikowym zawartości jonów w składzie chemicznym lub grupy jonów pomocne są w badaniach nad strefowością chemiczną wód i jej związku z krążeniem wód podziemnych.

W celu scharakteryzowania chemizmu wód podziemnych kopalni w Bogdance wybrano wskaźniki stosunków jonowych, najczęściej stosowanych przez hydrogeologów do tego typu wód. Są to: $\frac{r \text{ Na}^+}{r \text{ Cl}^-}$, który przy zawartości mniejszej od 0,87 wskazuje na wody w strefie stagnacji hydrochemicznej. $\frac{r \text{ Cl}^-}{r \text{ HCO}_3^-}$, wzrastanie tego wskaźnika wskazuje na utrudnione warunki krążenia i wymiany wód powierzchniowych i podziemnych.

Obliczone dla wód podziemnych w szybach S-1.2 i S-1.4 wskaźniki hydrochemiczne zastosowano w tabelach /tab. 4-6/. Prześledzenie wartości wskaźnika $\frac{r \text{ Na}^+}{r \text{ Cl}^-}$ obliczonego dla wszystkich wód z wypływów i wycieków w szybach S-1.2 i S-1.4 potwierdza stwierdzoną strefowość hydrochemiczną, pozwala na wyznaczenie stref o ułatwionej wymianie wód i stref stagnacji wód. Decydujący o strefowości hydrochemicznej wskaźnik $\frac{r \text{ Na}^+}{r \text{ Cl}^-}$ ma następujące wartości /tab. 4-6/:

Wartości maleją wraz z głębokością przy równoczesnym wzroście mineralizacji. Stwierdzona w szybie S-1.2 wartość 0,928 jest bliska granicznej wartości 0,87 charakterystycznej dla strefy stagnacji. W szybie S-1.4 wartości wskaźnika również maleją wraz z głębokością, wartości jednak nie oznaczają stref stagnacji.

Tab. 4. Wartości wskaźnika $\frac{r \text{ Na}^+}{r \text{ Cl}^-}$ w szybie S-1.2

Głębokość m	Stratygrafia	Wartość wskaźnika od do
517,5	krede	1,357 - 1,926
589,5		
/600,6/	jura	1,781 - 2,921
667,0	jura	1,437 - 1,543
700,5	jura	1,231 - 1,470
737,0	karbon	1,345 - 1,362
754,0	karbon	1,314 - 1,648
754,0 - 864,0	karbon	1,861
920,0	karbon	1,033 - 1,971
960,0	karbon	0,928 - 0,995

 Tab. 5. Wartości wskaźnika $\frac{r \text{ Na}^+}{r \text{ Cl}^-}$ w szybie S-1.4

Głębokość m	Stratygrafia	Wartości wskaźnika od do
589,0	jura	5,199
856,0 - 664,0	jura	2,143 - 1,710
864,0	karbon	1,329 - 1,395

Zdecydowany wzrost wskaźnika w strefie od głębokości około 900,0 m wskazuje na radykalną zmianę warunków krążenia. W strefie poniżej poziomu 960 m następuje wzrost od 6294,0 do 10324,0 mg/dm³ i zdecydowana zmiana na typ Cl-Na. Wskaźniki hydrochemiczne pozwalają na określenie strefy wymiany wód do głębokości ok. 900 m. Począwszy od tej granicy mineralizacja wód stosunkowo szybko rośnie, a skład jonowy wód posiada cechy wód stagnujących. Równomierny wzrost mineralizacji w tej strefie i uformowanie składu jonowego świadczą o powolnej wymianie wód.

Tab. 6. Wartość wskaźnika $\frac{r \text{ Cl}^-}{r \text{ HCO}_3}$ - w szybie S-1.2

Głębokość m	Stratygrafia	Wartość wskaźnika od do	
517,5	kreda	1,735	- 6,043
589,5	jura	0,537	- 1,290
600,6			
687,0	jura	0,227	- 2,151
700,5	jura	1,964	- 4,210
737,0	karbon	2,476	- 2,700
754,0	karbon	1,317	- 3,142
754,0 - 864	karbon	1,317	
920,0	karbon	1,103	- 11,256
960,0	karbon	12,784	- 27,936

Tab. 7. Wartości wskaźnika $\frac{r \text{ Cl}^-}{r \text{ HCO}_3}$ - w szybie S-1.4

Głębokość m	Stratygrafia	Okres analiz	Wartość wskaźnika od do	
589,0	jura	1982	0,245	
656 - 664	jura	1982	0,898	- 1,304
864	karbon	1982	2,439	- 2,906

Ocena agresywności wód podziemnych na beton i stal

Problem agresywności wód podziemnych kopalni K-1 został podjęty w 1982 roku. Przeprowadzone szczegółowe badania czynników decydujących o agresywności środowiska wodnego wykazały agresywne oddziaływanie tych wód na beton i stal. W przypadku betonu jest to agresywność łagująca spowodowana niską twardością węglanową /6°n/.

W profilu hydrochemicznym kopalni K-1 niską twardością węglanową charakteryzują się szczególnie wody jury i stropowych warstw karbonu, kwalifikujące się według normy /PN-80/

P-01800/ do wód o słabym i średnim stopniu agresywności. Ocena dokonana w oparciu o pełne analizy chemiczne oraz specjalistyczne badania modelowe wykazały, że wody charakteryzują się średnim i silnym stopniem agresywności wobec stali. Jest to bardzo ważny element w projektowaniu zabezpieczeń maszyn i urządzeń górniczych.

Podsumowanie

Przeprowadzone badania pozwoliły na uściślenie modelu hydrochemicznego kopalni K-1 w Bogdanie, dostarczyły nowych danych odnośnie do mineralizacji i składu jonowego wód z nowych wyrobisk górniczych na poziomie 864 i 960, a szczególnie w rejonie uruchomionej w grudniu 1982 roku ściany badawczo-eksploatacyjnej.

Mineralizacja ogólna wód w poszczególnych poziomach wodonośnych wynosi: poziom czwartorzędowo-górnokredowy 605-790 mg/dm³, poziom dolno-kredowy 864-1583 mg/dm³, poziom jurajski 884-1608 mg/dm³, poziom karboński /górnny westfal/ 1462-1784 mg/dm³, poziom karboński /dolny westfal/ 6054-10324 mg/dm³. Wskaźniki hydrochemiczne pozwalają na stwierdzenie wymiany wód w strefie głębokości ok. 900 m, a poniżej strefy stagnacji wód podziemnych.

Badania mineralizacji i składu jonowego wód umożliwiły określenie ładunku soli odprowadzonych aktualnie z kopalni do cieków powierzchniowych. Przy dopływach równych 4,5 m³/min. wynosi on od 17 do 18 ton/dobę ogólnej zawartości soli. Wykazano w badaniach agresywne oddziaływanie wód podziemnych na beton i stal. W przypadku betonu jest to agresywność ługująca spowodowana niską twardością węgla - nową /6⁰n/. W profilu hydrochemicznym kopalni K-1 niską twardością węglanową charakteryzują się szczególnie wody jury i stropowych warstw karbonu, kwalifikujące się wg normy /PN-80/B-01800/ do wód o średnim stopniu agresywności. Wody podziemne K-1 odznaczają się średnim i silnym stopniem agresywności wobec stali.

Badania wód podziemnych są ważnym elementem w rozwiązywaniu problemów zagrożeń wodnych, oceny agresywności wód i jej przeciwdziałania, gospodarki wodami odprowadzanymi z kopalni. Są one kontynuowane.

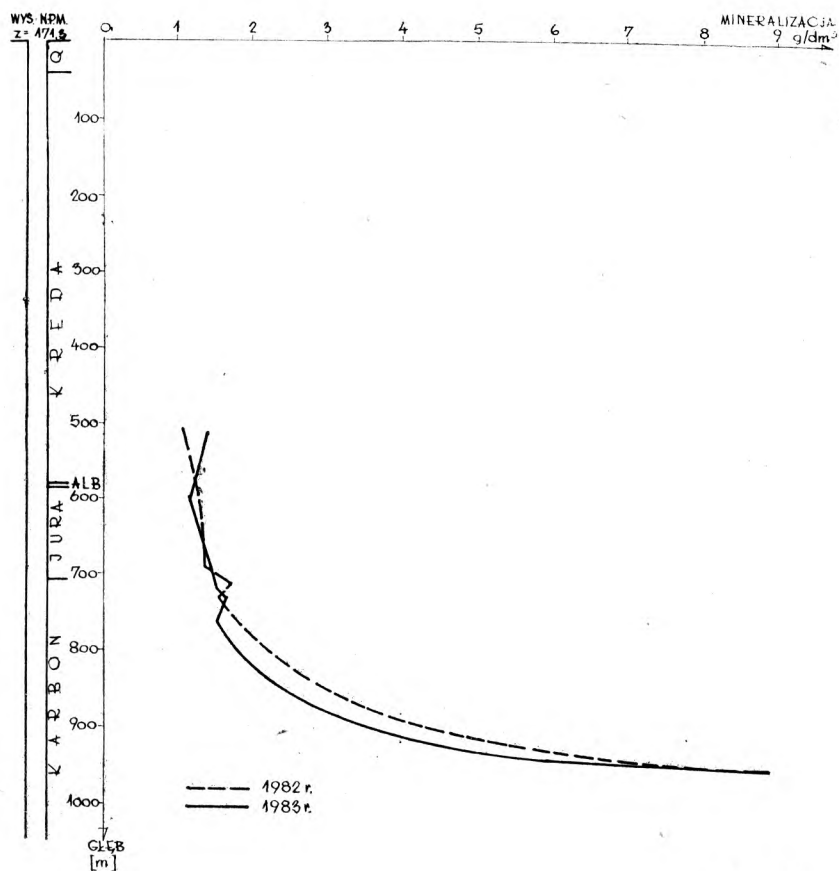
Literatura

- Alekin O. A. 1956: Podstawy hydrochemii. Wydawnictwa Geologiczne. Warszawa.
- Gawrilenko S. 1965: Hidrochimizheskije pokazateli newtenosti po solewomu i izotopnomu sostanu podzemnych wód. Naukowa Dumka. Kiev. tom 2.
- Grabowska D. 1972: Dokumentacja geologiczna złoża węgla kamiennego. Rejon Lublin. Obszar K-1 i K-2. Część IV. Warunki hydrogeologiczne. PG Katowice. Arch. KLZW Bogdanka.
- Jachna E. 1974: Dokumentacja geologiczna złoża węgla kamiennego. Lubelskie Zagłębie Węglowe Obszar K-3. Kategoria C_1+C_2 . Część IV: Warunki hydrogeologiczne. PG Katowice. Arch. KLZW Bogdanka.
- Lamparski H. 1977: Dokumentacja hydrogeologiczna i geologiczno-inżynierska pod szyby I, II i III kopalni pilotująco-wydobywczej w Lubelskim Zagłębiu Węglowym. PPSZ Bytom. Arch. KLZW Bogdanka.
- Maruszak E., Maj M. 1981: Określenie własności fizyczno-chemicznych wód LZW dla potrzeb gospodarczego ich wykorzystania. Archiwum GIG OT Lublin.
- Prikoński A., Laptiew F. 1955: Własności fizyczne i skład chemiczny wód podziemnych. Wydawnictwa Geologiczne. Warszawa.
- Rózkowski A. 1980: Ocena obliczeń dopływów wód do wyrobisk górniczych projektowanych kopalń węgla w Centralnym Rejonie Węglowym LZW. Materiały z LXXXVIII Sesji Naukowej. Inst. Geol. Warszawa. Wyd. Geologiczne.
- Rózkowski A., Rudzińska T. 1980: Strefowość hydrogeochemiczna i drogi krążenia wód. Materiały LXXXVIII Sesji Naukowej. Inst. Geol. Wyd. Geol. Warszawa.
- Sulin W. A. 1946: Wody neftanych mestorożdenij w sistemie prirodnich wod. Gostoptiach-noizdat. Moskwa.
- Smuszkiewicz A. i in. 1982: Ocena własności fizyko-chemicznych wód podziemnych LZW dla dokumentowania zmian spowodowanych działalnością górnictwem oraz gospodarczego ich wykorzystania. 120.04.04.02/1 Archiwum GIG OT Lublin.

- Smuszkiewicz A. i in. 1983: Ocena własności fizyko-chemicznych wód podziemnych LZW dla dokumentowania zmian spowodowanych działalnością górniczą oraz gospodarczego ich wykorzystania. 120.04.04.02/2. Arch. GIG OT Lublin.
- Weil W. 1981: Charakterystyka chemizmu wód wgłębných w otworach kompleksu mezozoicznego synklinarium warszawskiego. Biuletyn Inst. Geol. 325 Z badań hydrogeologicznych w Polsce tom V.
- Wilk Z., Szymakowska F., Adamczyk A., Witczak S 1979: Badania hydrogeologiczne w aspekcie górniczego udostępnienia i rozcięcia złoża kopalni pilotująco-wydobywczej "Bogdanka". Arch. Kom. Recz. SITP Naft. Kraków.
- Wilk Z., Szymakowska F., Witczak S., Adamczyk A., Motyka J. 1981: Badania hydrogeologiczne w kopalni pilotująco-wydobywczej w Bogdance.
- Wojczal R. 1979: Dokumentacje hydrogeologiczne i geologiczno-inżynierskie pod szyby III i IV kopalni pilotująco-wydobywczej w Bogdance. PBSZ Bytom. Arch. KLZW Bogdanka.
- Zarębski K., Czaja B., Jarzmik B., Frajnt A. 1975: Dokumentacja geologiczna złoża węgla kamiennego Lubelskiego Zagłębia Węglowego Obszar K-4 i K-5. Kategoria C_1+C_2 . Część IV. Warunki hydrogeologiczne. PG Kielce. Arch. PG Lublin.

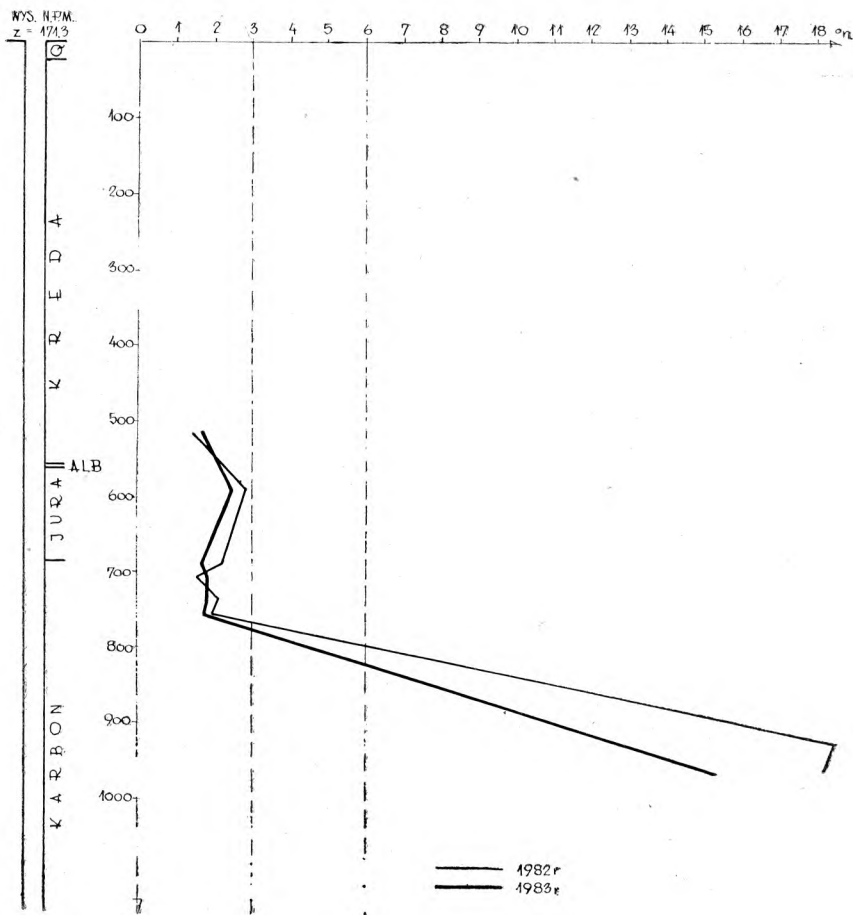
Spis rycin

- Ryc. 1. Wykres zmian mineralizacji wód podziemnych z głębokością w szybie S-1.2 kop. K-1.
- Ryc. 2. Wykres kształtowania się twardości węglanowej wód w szybie S-1.2. kop. K-1.
- Ryc. 3. Skład chemiczny wód dopływających do szybu S-1.2 przedstawiony metodą Stiffa.



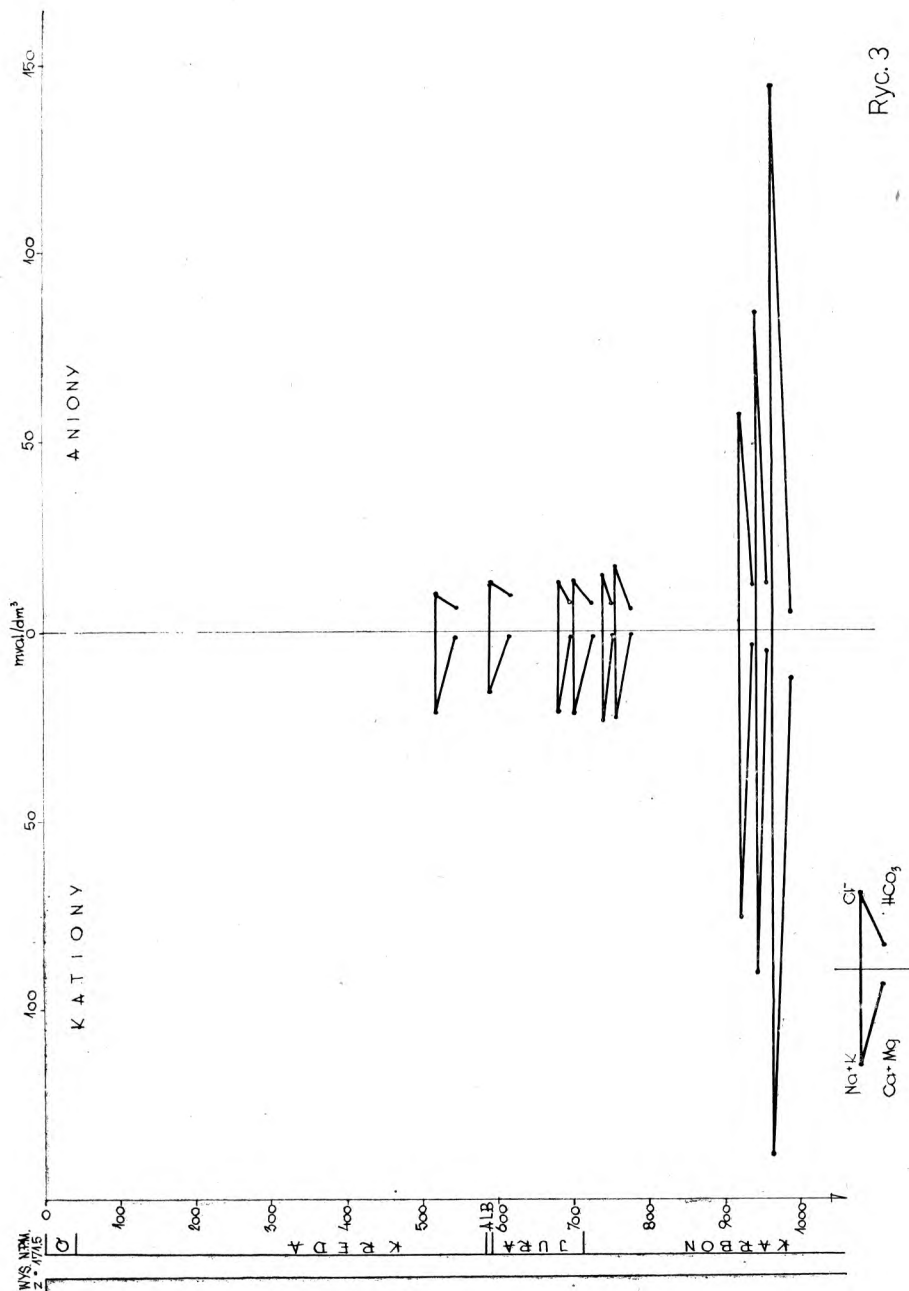
Ryc.1

Ryc. 1



Ryc. 2

Ryc. 2



Ryc. 3

Ryc. 3

Aleksander B ł a s z c z a k

WARUNKI GEOTERMICZNE CENTRALNEGO REJONU WĘGLOWEGO W LUBELSKIM ZAGŁĘBIU WĘGLOWYM

Przegląd opracowań geotermicznych LZW

Potrzeba poznania warunków geotermicznych LZW wynika z głębokiego zalegania złoża i związanych z tym problemów eksploatacji i wentylacji, uściślenia warunków zalegania złoża i mikrotektoniki.

Pierwszą próbę opracowania warunków geotermicznych LZW w rejonie Łęcznej podjął J. Majorowicz /1975/. Autor ten - w oparciu o pomiary geotermiczne z otworów wiertniczych w rejonie Łęcznej, wierconych z inicjatywy Instytutu Geologicznego i przemysłu węglowego oraz badania właściwości ciepłych skał, wykonane przez T. Mazaka - dokonał wyczerpującej oceny warunków geotermicznych dla rejonu Łęcznej. Podsumował zarazem wcześniejszy dorobek S. Plewy /1966/, S. Depowskiego i J. Sapiły /1969/ oraz T. Mazaka /1972/. J. Majorowicz /1975/ zamknął pierwszy etap badań geotermicznych na terenie LZW. Podaną przez niego metodykę określenia parametrów geotermicznych oraz charakterystykę pola geotermicznego dla rejonu Łęcznej wykorzystano w następnym okresie badań w latach 1975-1980, w którym badania geotermiczne rozszerzono na Centralny Rejon Węglowy i inne rejony LZW.

We wrześniu 1975 r. zakończono dokumentację geologiczną złoża węgla kamiennego w kategorii C_1 dla obszarów K-4 i K-5. W opisie warunków geologiczno-inżynierskich /L. Grad, A. Sygula-Piskorz, A. Błaszczak, 1975/ po raz pierwszy znalazła się część dotycząca warunków geotermicznych obszaru badanego, która na stałe weszła w skład części geologiczno-inżynierskich. W następnych latach opracowano kolejne dokumentacje geologiczne złoża węgla kamiennego na terenie LZW, a w nich jako integralne operacje dokumentacje geologiczno-inżynierskie z opisem warunków geotermicznych. Zakończono je dla kolejnych obszarów CRW: K-6 i K-7 /grudzień 1976/, K-8 /grudzień 1978/,

K-9 /kwiecień 1982/ i Płn. RW: Kolechowice /wrzesień 1976/ i Kolechowice II /grudzień 1977/.

Nasilenie badań geotermicznych nastąpiło w latach 1979-1980. W tym okresie odbyły się obrony dwóch prac doktorskich /Z. Drwięga 1979, U. Hwałek 1980/, ukazała się duża praca J. Majorowicza /1979/ oraz zakończono dwa syntetyczne opracowania warunków geotermicznych CRW-LZW /A. Błaszczak 1980, A. Błaszczak, K. Zarębski 1980/. Najwięcej danych dotyczących warunków geotermicznych z terenu LZW pochodzi z obszaru Centralnego Rejonu Węglowego, gdzie oprócz wspomnianych dokumentacji były uściślane w miarę dodatkowych badań w otworach podszybowych kopalń K-1 i K-2. Odczuwa się brak opracowania badań geotermicznych w wyrobiskach podziemnych kopalń, co należy w jak najszybszym terminie uzupełnić.

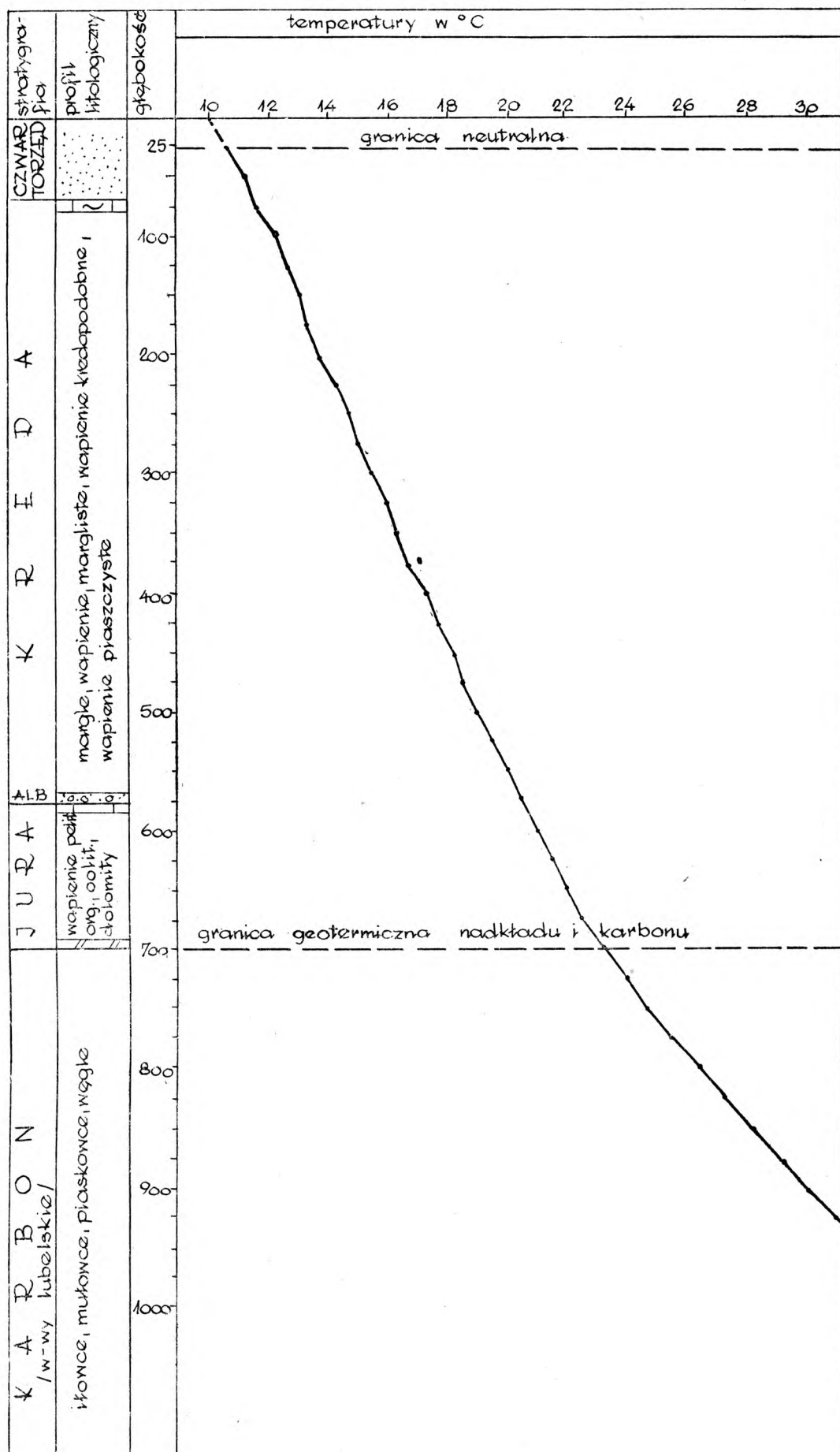
W latach 1981-1984 prowadzono dalsze badania geotermiczne na kolejnych obszarach opracowanych dokumentacji: Chełm II /maj 1983/, Ostrów I /czerwiec 1984/; rozpoczęto je na obszarze "Sawin" /przyległym do CRW od strony wschodniej/, zakończenie dokumentacji przewidziano w 1986 r.

Ostatnio A. Błaszczak, J. Stochlak /1984/ podsumowali rozwój metodyki dokumentowania zagadnień geologiczno-inżynierskich LZW uwzględniając warunki geotermiczne.

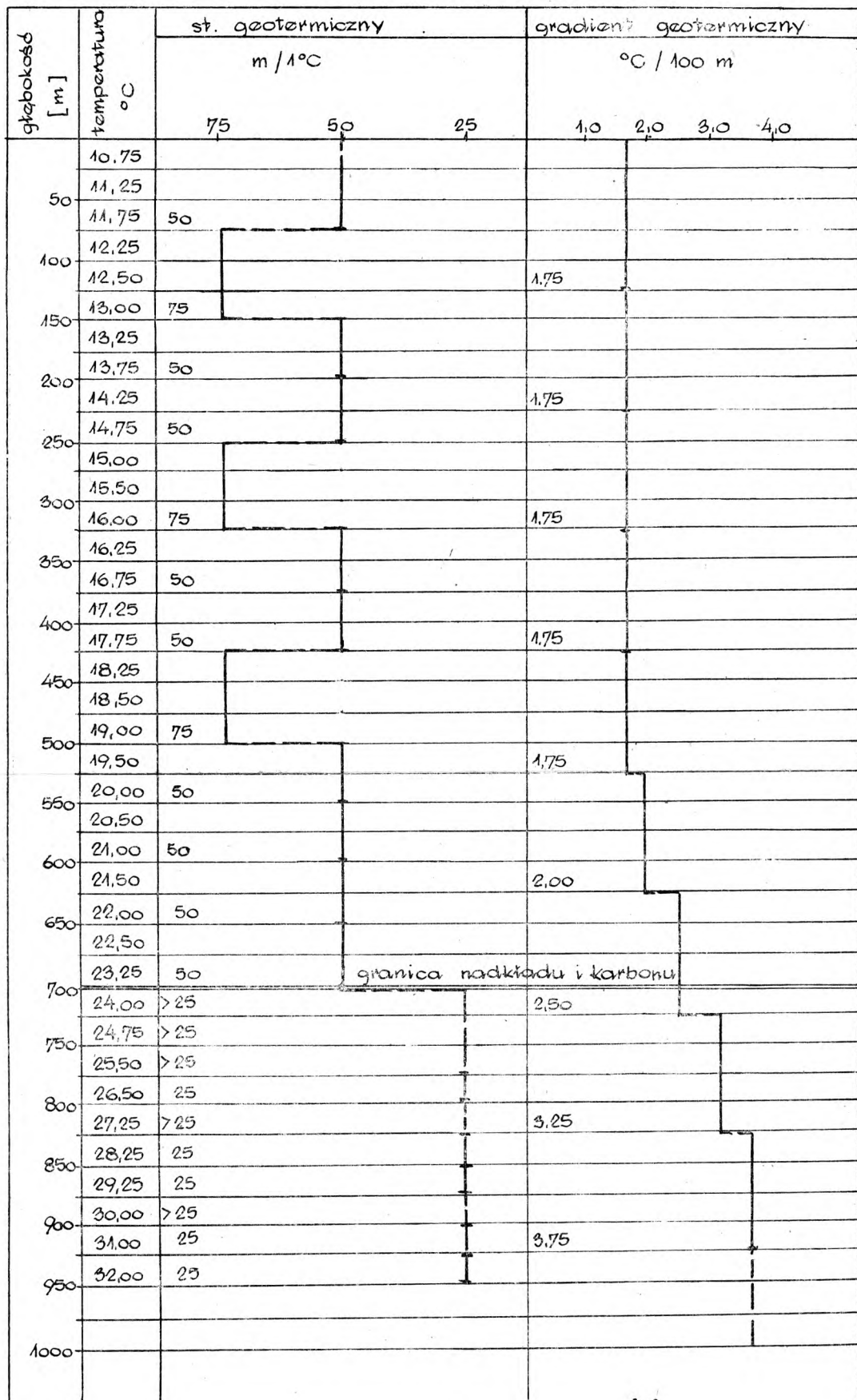
Metodyka badań i stan rozpoznania geotermicznego

Celem niniejszego opracowania jest ocena warunków geotermicznych LZW na podstawie pomiarów geofizycznych temperatur w otworach wierconych z powierzchni. Pomiary wykonywane były przez służby geofizyczne po zakończeniu wiercenia i kilku dobowych stójkach na wyrównanie się ciepła w górotworze. Wielkość stójek w ślad za J. Majorowiczem /1975/ dla warunków LZW przyjmowano w granicach 4-11 dob, z tym że dla otworów złożonych przyjmowano dolne wartości, zaś dla otworów wielozadaniowych z badaniami hydrogeologicznymi - górne.

Pomiarów temperatury dokonywano termometrem elektrycznym, działającym na zasadzie pomiarów liniowych oporności elektrycznych skał. Stosowany termometr wycechowany był na zmianę pionowego gradientu geotermicznego w przedziale $1,5-5^{\circ}\text{C}$



Ryc. 1



Ryc. 2

na każde 100 m przyrostu głębokości, co było podyktowane prędkością opuszczania sondy z termometrem w granicach 600-1000 m/godz. Spełnienie powyższego warunku zapewniało dokładność pomiarów temperatury w otworze w przedziale 0,1-0,3 °C. Na końcowej głębokości pomiaru wskazania termometru elektrycznego sprawdzane były termometrami maksymalnymi.

Na ogólną liczbę odwierconych dotychczas na terenie LZW około 300 otworów /tab. 1/ pomiary temperatury wykonano w 225 otworach, co stanowi blisko 80% wszystkich odwierconych otworów i świadczy o stopniu geotermicznego rozpoznania górotworu. Nie przedstawiono /tab. 1/ otworów rozpoznawczych, które nie zostały objęte dotychczas udokumentowanymi obszarami.

Określony stopień geotermicznego rozpoznania LZW jest różny w poszczególnych obszarach. Najwyższy, wynoszący ponad 95% - w NOW, 90% w SOW, prawie 90% w CRW. Najslabiej rozpoznane geotermicznie są obszary rozpoznania geologicznego "Ięczna - Milejów" i "Orzechów - Sawin", zaledwie w 30%. Tak więc stopień geotermicznego rozpoznania jest związany wyraźnie z kategorią geologicznego rozpoznania złoża.

W celu wykorzystania pomiarów temperatur w otworach przyjęto najprostszy sposób interpretacji krzywych profilowań geotermicznych, opracowywanych w skali 1:500 /skala temperatur 2 cm = 1°C/, dokonując odczytów temperatury w odstępach co 25 m, począwszy od temperatury na granicy neutralnej, przyjmowanej dla LZW na głębokości 25 m. Odczytywane temperatury zaokrąglano z dokładnością do 0,25°C. Zestawione w ten sposób temperatury z otworów całego obszaru posłużyły do wyliczenia stopni i gradientów geotermicznych dla każdego otworu oraz określenia pionowego ich rozkładu wraz z głębokością i w przestrzeni, dla różnych części obszaru. Materiały powyższe znajdują się w archiwum PG Warszawa /Zakład w Lublinie/. Na podstawie zestawionych temperatur wykreślono krzywe przyrostu temperatury /ryc. 1/ oraz wykresy rozkładu stopni i gradientów geotermicznych z głębokością /ryc. 2/.

Dla przestrzennego przeanalizowania warunków geotermicznych w obszarze opracowano mapy poziomowych rozkładów temperatury dla głębokości 700, 800 i 900 m oraz przekroje geotermiczne na podkładach złożowych w skali zależnie od kategorii rozpoznania złoża. Dla CRW przekroje geotermiczne opracowano w

Tab. 1. Dokumentacja badań geotermicznych LZW

Lp.	Obszar dokumentowany	Liczba otworów na obszarze			Uwagi
		odwierconych	przebadanych geoterm.	St.geoterm. rozpoznania / % /	
1.	K-1, K-2	28 /+4+8/	20 /+4+1/	71 /62,5/	w nawiasie 4 otw.pod-szybowe i 8 z pola "Łeczna"
2.	K-3	17 /+1+3/	14 /+1/	82 /71,4/	1 podszyb. 1 "Łeczna" 2 "Chełm"
3.	K-4, K-5	21 /+1+7/	21 /+1+4/	100 /86,2/	1 podszyb. 1 "Łeczna" 6 "Chełm"
4.	K-6, K-7	23 /+4/	23	100 /85,2/	1 "Łeczna" 3 "Chełm"
5.	K-8	23 /+3/	23	100 /88,5/	3 "Chełm"
6.	K-9	28 /+4/	23 /+1/	82 /75/	4 "Łeczna"

	Razem: ORW	140 /+35/	124 /+12/	88.6/77,7/	

7.	Kolechowice	19 /+3/	19	100 /86,4/	3 rozpoznaw.
8.	Kolechowice II	23 /+4/	21	91 /77,8/	4 rozpozn.

	Razem NOW	42 /+7/	40	95.2 /81,6/	

9.	Chełm II	20 /+4/	18 /+3/	90 /87,5/	4 "Chełm"

	Razem SOW	20 /+4/	18 /+3/	90 /87,5/	

10.	Łeczna-Milejów	6	2	33.3	rozpoznaw.
11.	Orzechów-Sawin	15	3	20.0	rozpoznaw.

	Ogółem LZW	269	202	75.8	

skali poziomej 1:25 000, z przewyższeniem pionowym 1 : 5. Przykład przekroju geotermicznego podano na ryc. 3. Na przekrojach oprócz elementów geologicznych takich jak stratygrafia i tektonika naniesiono temperatury krytyczne z otworów zgodnie z Poradnikiem Górnika /1974/. Z interpretacji przestrzennej temperatur krytycznych wynika, że niektóre izotermy mają przebieg horyzontalny, inne wykazują anomalie termiczne w strefach zaburzonych tektonicznie. Odrzysy takich map przedstawiono na ryc. 4-6.

Charakterystyka geotermiczna górotworu

Na podstawie analizy zebranego materiału z badań geotermicznych stwierdzono nierównomierny rozkład temperatur w warunkach LZW; inny w strefie przypowierzchniowej, co szczególnie uwidoczniło się przy określaniu granicy neutralnej, inny w utworach kredowo-jurajskich nadkładu karbonu, jeszcze inny w serii węglonośnej utworów warstw lubelskich oraz w zalegających niżej utworach namuru. Stwierdzono również duże wahania przyrostu temperatury w utworach samego nadkładu, w zależności od warunków hydrogeologicznych, szczególnie w strefach zaburzeń tektonicznych. Odmienność warunków geotermicznych nadkładu i karbonu jest tak wyraźna, iż przy pomocy badań geotermicznych można dokładnie określić granicę kontaktu tych różnych litologicznie odmiennych kompleksów skał.

Próbowano również na podstawie przyjętych wzorów wyliczyć temperatury pierwotne dla żądanych głębokości. Jednak w przypadku wyliczeń J. Majorowicza /1975/ były one zaniżone, natomiast podawane przez A. Błaszczaka /1980/ zawyżone w stosunku do temperatur stwierdzonych w otworach. Widoczne wzory stosowane do obliczeń nie uwzględniają wszystkich parametrów, mających wpływ na warunki cieplne górotworu LZW. Można więc stwierdzić, iż najbardziej zbliżone do warunków naturalnych w górotworze są temperatury pomierzone w otworach pod warunkiem, że stójki na wyrównanie się ciepła w otworze nie będą krótsze od 10 dób.

Parametry rzutujące na warunki cieplne w górotworze LZW to przede wszystkim budowa strukturalno-tektoniczna złoża, litologia skał, występujące piętra /poziomy/ wodonośne,

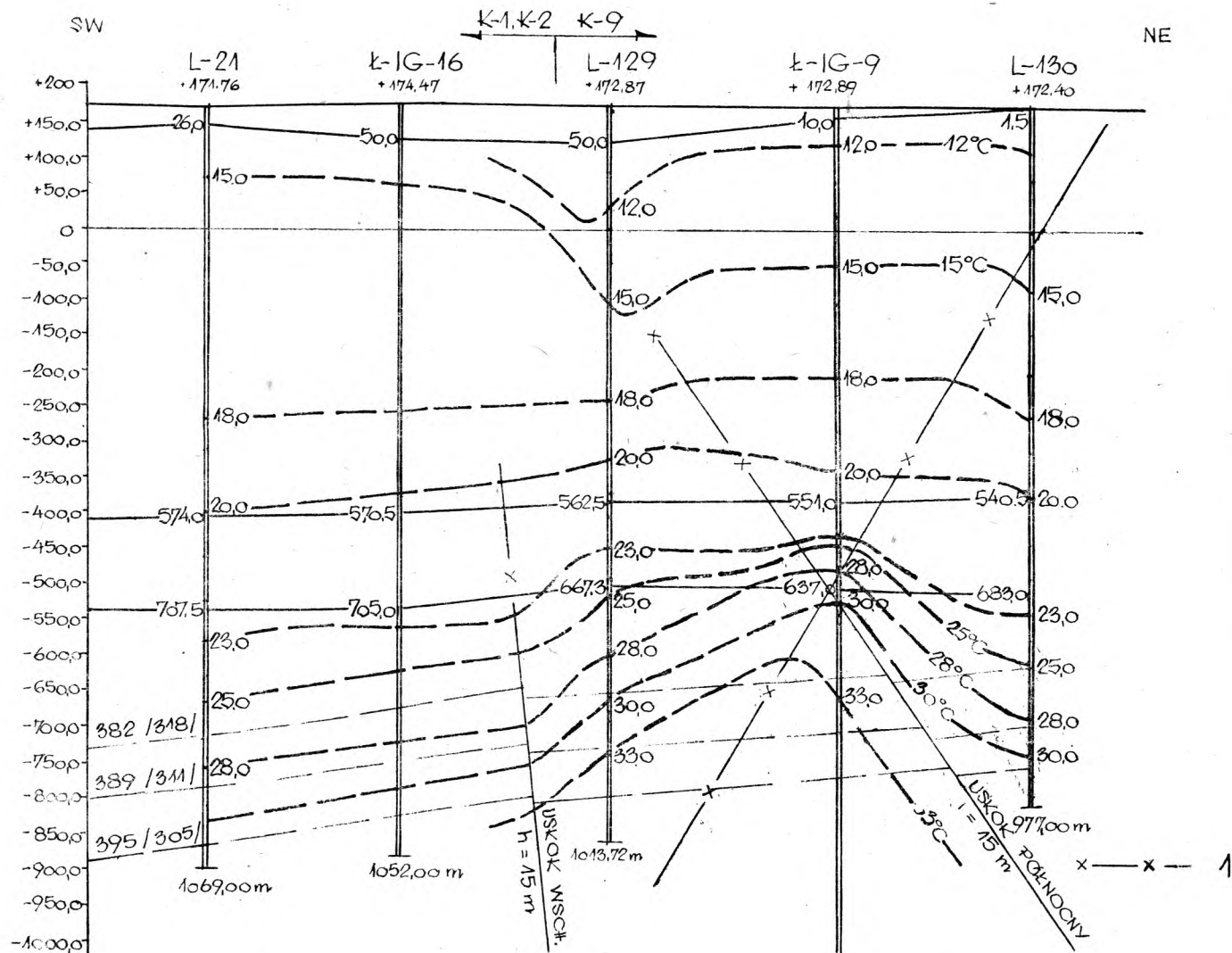
a ponadto w karbonie - stopień zawęglenia i metamorfizmu /zdiagnozowania/ skał.

Charakterystyka geotermiczna LZW na podstawie temperatur pomierzonych w otworach i przy uwzględnieniu podanych wyżej elementów budowy geologicznej jest zatem najbliższa stanowi faktycznemu.

Analiza rozkładu temperatur w profilach otworowych, na przekrojach i mapach geotermicznych, w powiązaniu z budową geologiczną, litologią skał i hydrogeologią obszaru pozwala na wyłonienie pewnych prawidłowości w rozkładzie temperatur oraz sprecyzowanie modelu geotermicznego LZW.

Złoże CRW pocięte dwukierunkowymi uskokami na bloki zalega w synklinie, rozciągającej się z NW na SE, w obrębie której wyróżnić można szereg mniejszych struktur typu synklin i antyklin. Warstwy zalegają z niewielkim upadem w kierunku SW /2-3°/ oraz w kierunku NE /do 15°/. Profil geologiczny stanowią utwory węglanowe kredy i jury oraz utwory karbonu - warstwy lubelskie, w spągu których zalegają warstwy kumowskie. Nadkład zatem stanowi blisko 70% interesującego nas profilu geologicznego. Istotnymi elementami budowy nadkładu z punktu widzenia geotermiki są zwietrzałe i zawodnione utwory w stropie kredy, bezpośrednio kontaktujące się z zawodnionymi utworami piaszczystymi czwartorzędu, zasilanymi z powierzchni. Istnieje przypuszczenie, że również utwory albu kredy dolnej kontaktują się ze skawernowanymi, spękanymi i zawodnionymi utworami węglanowymi jury górnej i środkowej oraz utworami najniższej jury /liasu/. Te ostatnie zalegające w rynnach erozyjnych stropu karbonu występują w postaci osadów terrygenicznych i tworzą odmienny niż karbońskie podłoże obraz warunków geotermicznych.

Utwory nadkładu wykazują jednakże małą zmienność własności cieplnych, co wiąże się z niewielkim zróżnicowaniem litologicznym skał. Utwory karbońskie warstw lubelskich są mocno przeławiczone i wykazują zmianę własności cieplnych. Utwory warstw lubelskich /mułowce, iłowce, piaskowce i węgle/ w stropie do głębokości co najmniej 50 m są mocno zwietrzałe. Zalegające w spągu serii złożowej utwory namuru z większymi ławicami piaskowców są w stropie mocno zawodnione.



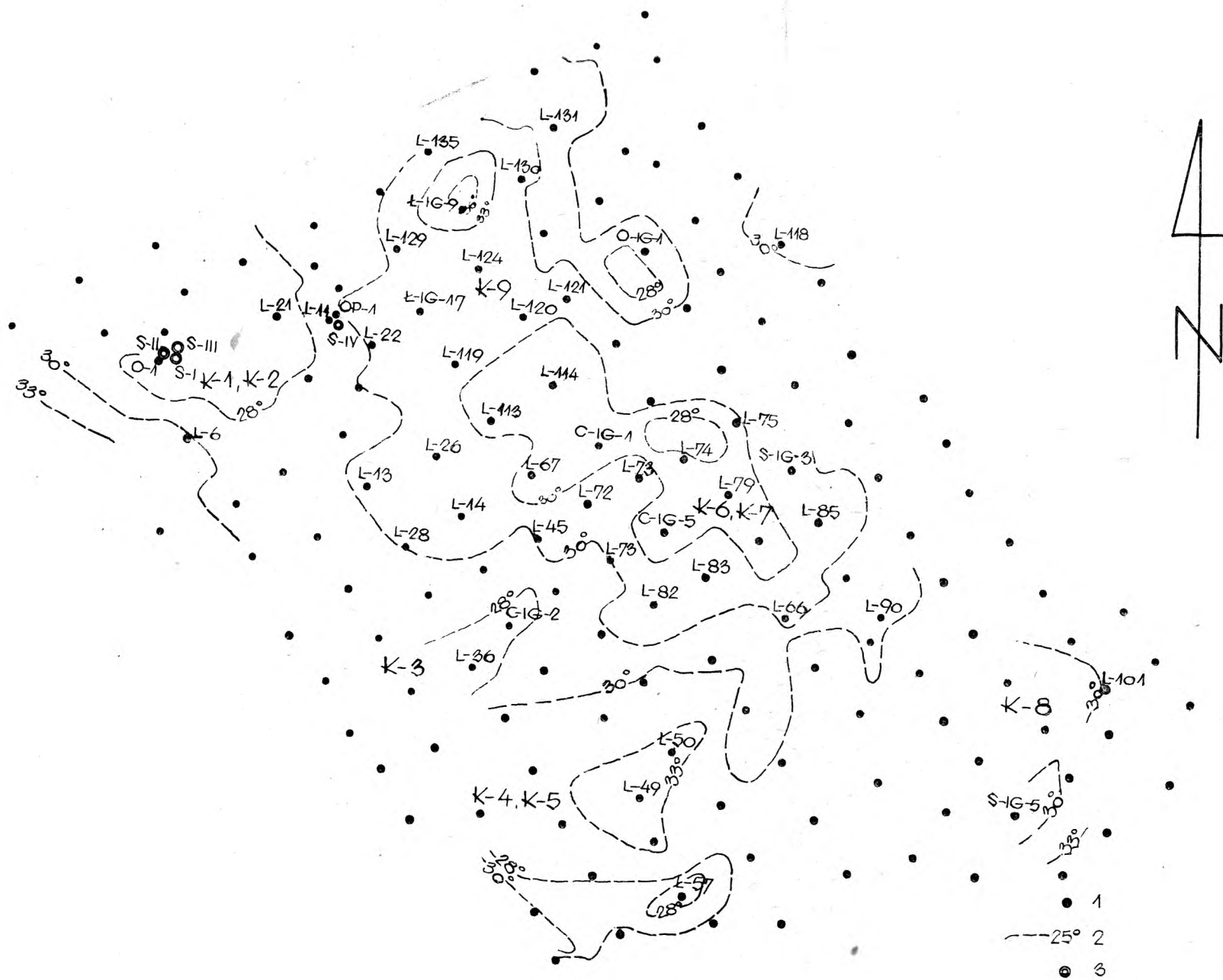
Ryc. 3



Ryc. 4



Рис. 5



Ryc. 6

Większość badań geotermicznych w otworach ograniczała się do głębokości zalegania spągu warstw lubelskich. Obraz warunków geotermicznych w górotworze karbonu pokazany na mapach i przekrojach sugeruje, iż największe anomalie temperaturowe należy wiązać z siecią istniejących uskoku. Mapa geotermiczna dla głębokości 700 m przedstawia warunki geotermiczne na granicy nadkładu i karbonu, natomiast dla 900 m - warunki w części spągowej warstw lubelskich. Większość anomalii termicznych ujemnych /wychłódzeń/ wiązać należy z warunkami hydrogeologicznymi w nadkładzie. Natomiast wychłódzenia na głębokości 800 m mają miejsce w części NW i W CRW, gdzie seria węglonośna zalega głębiej. Anomalie dodatnie przeważają w strefach tektonicznie zaburzonych oraz na głębokości zwiększonej węglonośności. Szczególnie widoczne to jest na obszarze K-4 i K-5 oraz w rejonie otworu LIG-9, zlokalizowanym w strefie uskoku północnego, gdzie temperaturę 28°C stwierdzono już na głębokości 700 m, 32°C na 800 m oraz powyżej 36°C na 900 m. Podobnie w otworze BL-49, zlokalizowanym w sąsiedztwie uskoku wschodniego, gdzie na głębokości 700 m stwierdzono temperaturę 26°C , na 800 m - powyżej 30°C , zaś na 900 m - powyżej 34°C . Zmiana przyrostu temperatur jest szczególnie wyraźna dla większych głębokości, poniżej 800 m w serii węglonośnej.

Temperatury minimalne charakteryzują otwory:

BL-7 na 700 m - $21,25^{\circ}\text{C}$; na 800 m - 23°C ; na 900 m - $27,5^{\circ}\text{C}$
 BL-36 700 m - $20,5^{\circ}\text{C}$; na 800 m - 22°C ; na 900 m - 25°C
 BL-114 700 m - $21,5^{\circ}\text{C}$; na 800 m - 25°C ; na 900 m - $28,75^{\circ}\text{C}$,
 natomiast maksymalne:

BL-14 na 700 m - $25,75^{\circ}\text{C}$; na 800 m - $28,75^{\circ}\text{C}$; na 900 m - $31,5^{\circ}\text{C}$
 BL-34 700 m - $25,5^{\circ}\text{C}$; 800 m - $28,25^{\circ}\text{C}$; 900 m brak temp.
 BL-70 700 m - $24,5^{\circ}\text{C}$; 800 m - $28,25^{\circ}\text{C}$; 900 m - $31,75^{\circ}\text{C}$
 BL-107 700 m - $26,25^{\circ}\text{C}$; 800 m - $29,5^{\circ}\text{C}$; 900 m - $33,25^{\circ}\text{C}$
 BL-121 700 m - $24,0^{\circ}\text{C}$; 800 m - $27,0^{\circ}\text{C}$; 900 m - $31,0^{\circ}\text{C}$
 BL-129 700 m - $24,0^{\circ}\text{C}$; 800 m - $27,0^{\circ}\text{C}$; 900 m - $31,0^{\circ}\text{C}$
 BL-50 700 m - $26,25^{\circ}\text{C}$; 800 m - $30,5^{\circ}\text{C}$; 900 m - $34,5^{\circ}\text{C}$

Charakteryzując warunki geotermiczne CRW można stwierdzić:

1. Na obszarach K-1 i K-2 maksymalną temperaturę $35,5^{\circ}\text{C}$ stwierdzono w otworze BL-19 na głębokości 1100 m, a średnią granicę geotermiczną nadkładu i karbonu ustalono na 750 m.

Tab. 2. Temperatury krytyczne CRW

Pole	Min. temp./otwór/	Maks. temp. /otwór/
<u>700 m:</u>		
K-1 i K-2	21,25°C /BL-7/	25,75°C /BL-14/
K - 3	20,5°C /BL-36/	25,5°C /BL-34/
K-4 i K-5	19,5°C /BL-59/	26,5°C /BL-46/
K-6 i K-7	19,0°C /BL-74/	24,5°C /BL-68, 70, 72/
K - 8	21,25°C /BL-90/	26,25°C /BL-107, 112/
K - 9	21,25°C /BL-137/	24,0°C /BL-121, 129/

<u>800 m:</u>		
K-1 i K-2	23,0°C /BL-7/	28,75°C /BL-14/
K - 3	22,0°C /BL-36/	28,25°C /BL-34/
K-4 i K-5	23,0°C /BL-51/	30,5°C /BL-50/
K-6 i K-7	24,5°C /BL-79/	28,75°C /BL-70/
K-8	24,0°C /BL-95/	30,0°C /BL-105/
K-9	25,0°C /BL-114/	27,25°C /BL-115/

<u>900 m:</u>		
K-1, K-2	27,0°C /BL-21/	31,5°C /BL-14/
K - 3	25,0°C /BL-36/	31,0°C /BL-40/
K-4, K-5	29,25°C /BL-66/	34,5°C /BL-50/
K-6, K-7	29,25°C /BL-67/	31,75°C /BL-70/
K - 8	28,5°C /BL-106/	33,25°C /BL-107/
K - 9	28,75°C /BL-114/	31,0°C /BL-121, 129, 139, 126/

Maksymalny gradient geotermiczny $4,5^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ stwierdzono na głębokości 875 m w otworze BL-9 oraz na 900 m w otworze BL-7. Spadek przyrostu temperatury wraz z głębokością stwierdzono poniżej 850 m w otworze BL-14.

2. Na obszarze K-3 maksymalną temperaturę $38,25^{\circ}\text{C}$ stwierdzono na głębokości 1050 m w otworze BL-35, a średnią granicę geotermiczną nadkładu i karbonu ustalono na 750 m, zaś maksymalny gradient geotermiczny $6,25^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ na głębokości 1050 m w otworze BL-36. W otworze BL-30, zlokalizowanym w strefie uskoku zachodniego, stwierdzono zakłócenia temperaturowe na głębokościach 200-300 m, gdzie gradient geotermiczny wynosi $3,25^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ /przekrój III-III^x/ oraz 600-675 m - $3^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$. Jest to widoczny wpływ I i II piętra wodonośnego w nadkładzie karbonu. Podobne anomalie stwierdzono w otworach BL-39 /przekrój IV-IV¹/ i BL-44, zlokalizowanym w strefie uskoku południowego.

3. Na obszarach K-4 i K-5 maksymalną temperaturę $41,5^{\circ}\text{C}$ stwierdzono na głębokości 1100 m w otworze BL-58, a średnią granicę geotermiczną nadkładu i karbonu ustalono na 675 m, zaś maksymalny gradient geotermiczny $7^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ na głębokości 750 m w otworze BL-58 /przekrój VI-VI¹/. Poniżej 750 m stwierdzono spadek przyrostu temperatury.

4. Na obszarach K-6 i K-7 maksymalną temperaturę $34,0^{\circ}\text{C}$ stwierdzono na głębokości 975 m w otworze BL-82, średnią granicę geotermiczną nadkładu z karbonem ustalono na 675 m, zaś maksymalny gradient geotermiczny $5,0^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ na 975 m w otworze BL-82. Spadek przyrostu temperatury wraz z głębokością stwierdzono poniżej 800 m w otworze BL-76 /przekrój III-III¹/. Zakłócenia termiczne w całym nadkładzie stwierdzono w otworze BL-89 /przekrój V-V¹/, zlokalizowanym pomiędzy uskokiem Syczyńskim i uskokiem Zosin.

5. Na obszarze K-8 maksymalną temperaturę 36°C stwierdzono na głębokości 975 m w otworze BL-103, a średnią granicę geotermiczną nadkładu i karbonu ustalono na 650 m, zaś maksymalny gradient geotermiczny $5^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ na 850 m w otwo-

x/ Numeracja przekrojów geotermicznych wg A. Błaszczaka, K. Zarębskiego, 1980.

rze BL-94. Spadek przyrostu temperatury wraz z głębokością stwierdzono w karbonie w kilku otworach: poniżej 750 m - w BL-104, poniżej 850 m - w BL-92, 93 i 106. Zakłócenia temperaturowe stwierdzono w nadkładzie otworu BL-95 na głębokości 275-375 m /przekrój VI-VI'/, zlokalizowanego w pobliżu uskoku Dobromyślinieckiego.

6. Na obszarze K-9 maksymalną temperaturę 34°C stwierdzono na głębokości 1000 m w otworze BL-114, a średnią granicę geotermiczną nadkładu i karbonu ustalono na 725 m, zaś maksymalny gradient geotermiczny $4,5^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ na 975 m w otworach BL-114 i 129. Spadek przyrostu temperatury z głębokością stwierdzono poniżej 725 m w otworze BL-127 i poniżej 875 m w BL-130.

Na obszarze K-9 uwidocznił się wpływ stójek na głębokość granicy neutralnej, od której następuje stały wzrost temperatury z głębokością. Tak np. w otworze BL-139, gdzie stójka wynosiła tylko 3 doby, granicę tę stwierdzono na głębokości aż 125 m, w otworach BL-117 i 134, gdzie stójki wynosiły po 4 doby, granicę neutralną stwierdzono w pierwszym przypadku na głębokości 100 m, a w drugim - na 200 m. Należy podkreślić, że głębokości zalegania granicy neutralnej podawane w opracowaniach J. Majorowicza i Z. Drwięgi dla LZW nie odbiegały od 25-30 m.

Podsumowanie

1. Na podstawie analizy zebranego materiału można stwierdzić, iż na obszarze LZW potwierdza się ogólną prawidłowość o przyroście temperatury wraz z głębokością. Występowanie znacznych zaburzeń w tej prawidłowości uwzględnia specyfika warunków geologicznych nadkładu i serii złożowej LZW. Stwierdzono, iż w nadkładzie gradient geotermiczny nie przekracza $2,5^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$, a stopień geotermiczny przeważa w granicach $50-75\text{ m}/1^{\circ}\text{C}$. Obok wpływu ciepłoprzewodności skał serii węglanowej kredy i jury duży wpływ na wychłodzenie w nadkładzie mają warunki hydrogeologiczne, szczególnie w strefach tektonicznie zaburzonych. Natomiast w karbonie, gdzie gradient jest zawsze wyższy od $2,5^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$, przyrost tempe-

ratury jest tak wyraźny, iż pozwala ustalić dokładną granicę kontaktu nadkładu i karbonu. Wielkość stopnia geotermicznego określona w karbonie w granicach 25 m jest wynikiem przyjętej metodyki odczytywania temperatury z profilów geofizycznych. Znaczny przyrost temperatury w karbonie jest rezultatem znacznej ciepłoprzewodności skał oraz małej ciepłoprzewodności węgla, które stanowią około 8% profilu geologicznego warstw lubelskich. Węgle tworzą powierzchnie ekranizujące dla przepływu strumienia ciepłego. Anizotropowość utworów karbonu wpływa na zróżnicowanie ciepłoprzewodności /jest ona większa w kierunku równoległym do uwarstwienia/. Zmniejszenie przyrostu temperatury poniżej serii węglonośnej jest wyraźne w utworach namuru. Rozpoznane warunki geotermiczne LZW do przewidywanej głębokości eksploatacji 1000 m są z punktu widzenia komfortu pracy i wentylacji wyrobisk względnie sprzyjające.

2. Obecnie najbardziej wiarygodnym sposobem określenia warunków geotermicznych jest metoda pomiarów przez geofizykę temperatur w otworach, a w warunkach LZW przy zachowaniu 10-dobowych stójek. Przeprowadzone przez GIG Katowice pomiary temperatur w wyrobiskach dołowych kopalni Bogdanka mogą skorygować obecny pogląd i ustalić błąd pomiarów w otworach wierconych z powierzchni.

3. Opracowanie syntetyczne warunków geotermicznych LZW /A. Błaszczak, K. Zarębski 1980/ wykazało, że badania geotermiczne górotworu obok ich udokumentowania pozwalają lepiej poznać budowę tektoniczną złoża. Znalazło to już potwierdzenie na obszarze K-9 udokumentowanym w 1982 r., gdzie badania geoelektryczne w stropie kredy wykazały strefy spękań i uskoki wyznaczone metodą geotermiczną. Stwierdzono również przedłużenie niektórych nieciągłości tektonicznych do nadkładu, a nawet większy stopień zuskokowania w karbonie, niż wykazały to badania geologiczne. Analiza warunków geotermicznych może więc służyć jako pomocnicza metoda w analizie modelu tektonicznego górotworu, szczególnie na obszarach platformowych, gdzie wiele uskoków o małej amplitudzie jest trudnych do wykrycia.

Literatura

- Błaszczak A. 1980: Opracowanie warunków geotermicznych LZW, ze szczególnym uwzględnieniem CRW. Arch. PG Warszawa, Zakład w Lublinie.
- Błaszczak A., Zarębski K. 1980: Zbiorcze opracowanie udokumentowanych obszarów CRW-LZW - Warunki geotermiczne. Ibidem.
- Błaszczak A., Stochlak J. 1984: Badania geologiczno-inżynierskie Lubelskiego Zagłębia Węglowego w latach 1964 - 1984. Prz. Geol. nr 6.
- Depowski S., Sapała I. 1969: Wyniki badań termicznych wykonanych w południowo-wschodniej części Niżu Polskiego. Kwart. Geol. t. 13 nr 1.
- Dokumentacje geologiczne złoża węgla kamiennego LZW pól od K-1 do K-9, Kolechowice, Kolechowice II, Łęczna, Chełm, Chełm II, Orzechów-Sawin, Łęczna-Milejów. Arch. PG Warszawa, Zakład w Lublinie.
- Drwięga Z. 1979: Ziemiński strumień ciepła obszaru lubelskiego. Prz. Górn. nr 3.
- Drwięga Z. 1979: Warunki geotermodynamiczne osadów karbonu i dewonu obszaru lubelskiego na tle budowy strukturalnej. Rozprawa doktorska PAN Warszawa.
- Grad L., Syguła-Piskorz A., Błaszczak A. 1975: Dokumentacja złoża węgla kamiennego Lubelskiego Zagłębia Węglowego, obszar K-4 i K-5. Kategoria C_2+C_1 . Część V - Warunki geologiczno-inżynierskie. Arch. PG Kielce.
- Hwałek U., 1980: Próba analizy rozkładu temperatury pierwotnej i przewodności cieplnej górotworu COW-LZW. Rozprawa doktorska AGH Kraków.
- Hwałek U., Hwałek S. 1980: Próba analizy rozkładu temperatury pierwotnej i przewodności cieplnej górotworu COW - LZW. Prz. Górn. nr 11.
- Majorowicz J. 1975: Warunki geotermiczne LZW w rejonie Łęcznej. Prz. Geol. nr 12.
- Majorowicz J. 1979: Ziemińskie pole cieplne na Niżu Polskim w powiązaniu z tektoniką. W: Z badań geofizycznych w Polsce t. 2 Biul. Inst. Geol. nr 307, Warszawa.

- Mazat T., 1972: Wstępne wyniki badań termicznych osadów serii węglonośnej złoża węgla kamiennego okolic Łęcznej. Kwart. Geol. t. 16 nr 2.
- Plewa S., 1966: Regionalny obraz parametrów geotermicznych Polski. Wyd. Geof. Geol. Naft. Kraków.
- Poradnik Górnika t. III. Klimatyzacja kopalń. Wyd. Śląsk Katowice 1974.

Spis rycin

- Ryc. 1. Schematyczna krzywa średnich przyrostów temperatury wraz z głębokością w CRW.
- Ryc. 2. Schematyczny profil zmiany średnich stopni i gradientów geotermicznych wraz z głębokością w CRW.
- Ryc. 3. Przykład przekroju geotermicznego w skali poziomej 1:25 000 i pionowej 1:5 000; 1 - uskok stwierdzony termicznie.
- Ryc. 4 - 6. Odrisy map geotermicznych dla głębokości 700, 800 i 900 m w CRW; 1 - otwór, 2 - temperatura krytyczna, 3 - szyb.

Stanisław S t a ł ę g a

WPLYW SKŁADU MINERALNEGO I CECH PETROGRAFICZNYCH NA
WŁASNOŚCI GEOMECHANICZNE MUŁOWCÓW WESTFALU A-B
LUBELSKIEGO ZAGŁĘBIA WĘGLOWEGO

Wstęp

Badania własności fizyko-mechanicznych skał stanowią podstawę zagadnień z zakresu geotechniki kopalnianej /A. Kidybiński 1982/. Są one niezbędne dla projektanta podziemnej sieci wyrobisk górniczych i zapewnienia możliwości pełnienia przez te wyrobiska wyznaczonych funkcji w określonym czasie.

Podstawę tradycyjnej metody badań wytrzymałościowych skał stanowią próbki przygotowywane najczęściej w kształcie sześcianu. Dostarczony do laboratorium rdzeń skalny nie zawsze umożliwia przygotowanie odpowiedniej wielkości, kształtu i ilości próbek laboratoryjnych. Pod działaniem płuczki w otworze, transportu i składowania w zróżnicowanych temperaturach otoczenia rdzeń skalny dość często jest spękany, zlustrowany, zwietrzały, a nawet rozmyty. W takich przypadkach skałę wyłącza się z badań geomechanicznych.

Dotychczas na terenie LZW badaniami geotechnicznymi objęto materiał skalny z ponad 70 otworów wiertniczych dokumentujących złoża węgla. Obszerniejsze badania geotechniczne skał karbońskich były prowadzone w Przedsiębiorstwach Geologicznych w Katowicach i Kielcach, Instytucie Geologicznym w Sosnowcu, kontynuowane są nadal w Głównym Instytucie Górnictwa /Oddział Terenowy Lublin/ oraz Politechnice Lubelskiej, gdzie autor uczestniczy w zespole badawczym pod kierunkiem B. Karczewskiego /1983/. Wyniki wcześniej opublikowanych badań /U. Hwałek, B. Karczewski, Z. Krzowski 1979/ również często różnią się między sobą, mimo że dotyczą tej samej litologicznej odmiany warstw i dokonywane były przy zachowaniu jednakowych warunków eksperymentu. Spostrzeżenie to zainspirowało autora do podjęcia badań nad wpływem cech budowy wewnętrznej skały na jej parametry geomechaniczne. Przypuszcza się, że rozrzut wartości wyników badań wytrzymałościowych może być funkcją

składu mineralnego i pewnych cech petrograficznych skały. Ustalone tą drogą współzależności mogą być również słuszne dla tych odcinków rdzenia, z których nie da się przygotować próbek z przyczyn podanych wcześniej. Przeprowadzenie mineralogiczno-petrograficznej charakterystyki skały nie stawia takich warunków odnośnie do jakości stanu materiału skalnego.

Zakres pracy ograniczono do mułowców, których próbki rdzeniowe /w ilości około 300/ pobrano z kilkunastu otworów wiertniczych obszaru LZW, tj. C-8, L-123, L-124, L-126, L-138, O-10, O-12, O-15, O-22, O-24, S-25, S-38 i S-42. Rozmieszczenie pobranych próbek rdzeniowych w profilu warstw lubelskich przedstawia ryc. 1.

Badania mineralogiczno-petrograficzne

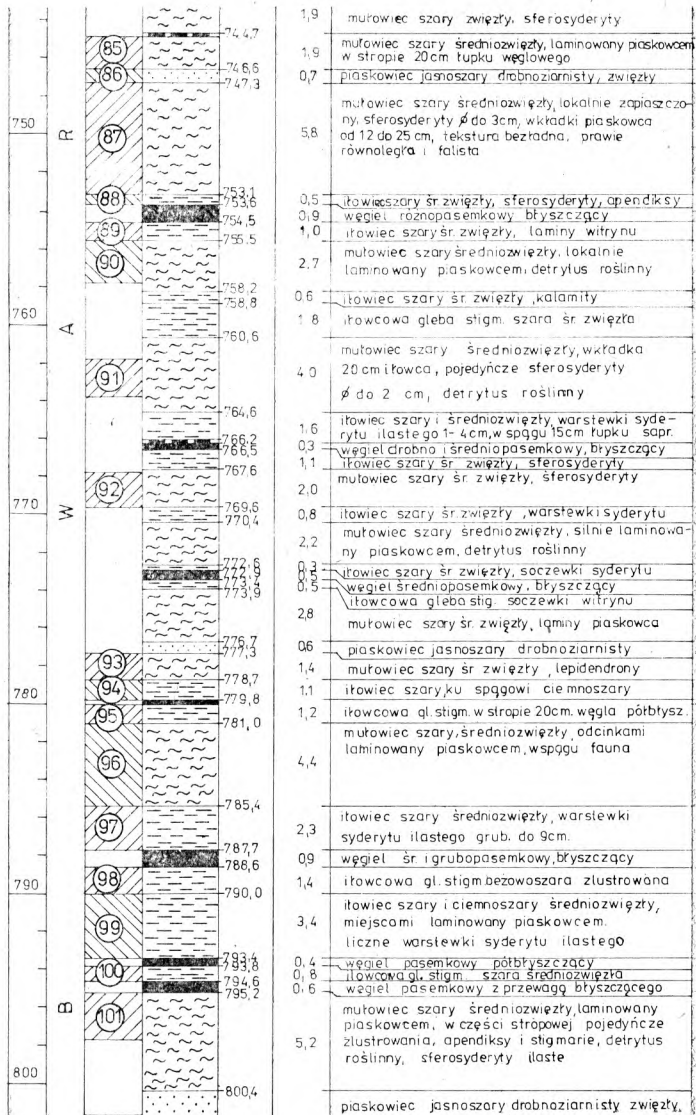
Charakterystyka mineralogiczno-petrograficzna płonnych skał karbońskich LZW została przedstawiona w wielu pracach /T. Ratajczak 1974, W. M. Kowalski 1981, W.W. Kowalski, R. Chlebowski, A. M. Żelichowski 1982 i inni/. Dokładniejsze badania jakościowo-ilościowe mułowców dla potrzeb niniejszej pracy przeprowadzono przy użyciu mikroskopu polaryzacyjnego, derywatografu oraz dyfraktometru rentgenowskiego. Analiza planimetryczna umożliwiła obliczenie niektórych statystycznych wskaźników uziarnienia. Określenie ilościowego udziału minerałów ilastych /przy braku smektytów/ dokonano metodą wzorca wewnętrznego w oparciu o illit wydzielony z ilu pliczeńskiego z Plecewic koło Sochaczewa oraz kaolinit D z gliny ogniotrwałej z Jaroszoła koło Strzegomia. Jako linie analityczne wybrano: dla illitu linię 1000 pm i kaolinitu 714 m. Zawartość chlorytu, którego obecność stwierdzano na rentgenogramach, podano jako uzupełnienie do 100 % sumy możliwych do określenia składników ilastych. Identyfikacji minerałów dokonano przy pomocy kartotek ASTM. Udział substancji organicznej /węglu/ określono bliżej planimetrując pole objęte pikiem egzotermicznym na derywatogramach w zakresie temperatur 250-530°C i porównując go z krzywą DTA dla próbki ogrzewanej w atmosferze beztlenowej. Badania derywatograficzne stanowiły ponadto dodatkową informację co do jakościowego charakteru minerałów ilastych i węglanowych.

Charakterystykę mineralogiczno-petrograficzną niektórych mułowców przedstawiono w tab. 1 i 2. Są to skały ilaste charakteryzujące się zdecydowaną przewagą aleurytowych blaszek minerałów ilastych /głównie illitu/ nad składnikami ziarnistymi /głównie kwarcu/, przy zmiennym /do 47 %/ udziale blaszek i ziarn psamitowych, a także zmiennym /do 22 %/ udziale ziarn aleurytowych. Stąd też W. M. Kowalski /1981/ nazywa je iłowcami aleurytowymi. Obok przeważających minerałów ilastych /20-65 %/ występuje duża domieszka kwarcu /16-51 %/, blaszek miki /od śladów do 11 %/, syderytu ilastego /1-25 %/ i węgla /1-8 %/. Składniki klastyczne charakteryzują się wysortowaniem umiarkowanie dobrym i umiarkowanym. Kierunkowość warstwowania podkreślona jest ułożeniem blaszek miki, detrytusu węglowego, wydłużonych zgodnie z teksturą soczewek materiału piaszczystego, a także części skupień syderytu. Na ogół jest to warstwowanie równoległe, rzadziej przekątne i faliste.

Badania własności fizyko-mechanicznych

Zakres badań własności fizyko-mechanicznych mułowców obejmował: - wilgotność naturalną /Wn/ określaną w trakcie pobierania rdzeni wiertniczych; - gęstość pozorną / ρ_p / i porowatość /n/ zgodnie z normą PN-66/B-04100; - nasiąkliwość wagową /Nw/ zgodnie z normą PN-67/B-04101; - wytrzymałość na jednoosiowe ściskanie w stanie powietrzno-suchym /Rcp/ i nasyconym wodą /Rcw/ prostopadle do uwarstwienia skały; - wytrzymałość na rozciąganie /Rr/ metodą brazylijską; - wytrzymałość na ścinanie /Rt/ próbek w kształcie 1,5-centymetrowych odcinków rdzenia skalnego; - moduł Younga /E/ i współczynnik Poissona / ν /. Próbki do badań wytrzymałościowych, w kształcie sześcianu o boku 45 mm, wycinano przy pomocy przecinarki z tarczą diamentową chłodzoną strumieniem wody. Przyrost obciążenia próbek w uniwersalnej maszynie wytrzymałościowej wynosił 0,5 MPa/s.

Przykładowe wartości badanych parametrów zestawiono w tabi. 3. Mułowce te należą do skał średnio zwięzłych i zwięzłych. Natomiast pod działaniem wody ich wytrzymałość na ściskanie znacznie spada i jest bardzo niejednorodna, co spowodowane jest zmiennym ilościowo udziałem w próbkach kaolinitu



Ryc. 1

Tab. 1. Skład mineralny mułowców warstw lubelskich /% obj./

Nr próby rdzeniowej	Kwarc	Chalcedon	Skalenie alk.	Plagiokazy	Syderyty	Inne węglan.	Kaolinit	Illit	Chloryt	Mika	Węgiel
25/L-126	33	-	-	1	20	-	15	23	2	2	2
33/L-126	26	-	1	-	6	-	11	46	3	3	4
56/L-126	46	3	2	3	5	5	10	21	1	2	2
59/L-126	21	-	-	-	4	-	18	48	3	2	4
65/L-126	33	-	-	-	1	-	17	41	3	-	1
73/L-126	37	2	-	-	7	-	15	30	4	3	2
76/L-126	38	3	1	-	12	-	10	19	3	6	8
78/L-126	51	1	-	-	25	-	6	10	2	2	3
84/L-126	16	-	-	-	3	-	22	46	4	4	5
92/L-126	26	-	-	-	25	-	11	32	3	1	2
101/L-126	33	2	2	3	11	2	15	27	2	2	1
115/L-126	25	-	-	-	13	1	17	35	5	1	3
121/L-126	49	-	-	-	7	1	9	20	4	10	-
126/L-126	42	-	1	-	6	-	6	28	5	9	3
128/L-126	43	3	3	1	5	-	12	19	1	11	2
129/L-126	39	-	-	-	6	-	13	36	4	1	1

D, tj. o strukturze nieuporządkowanej, a więc chłonnego wody. Stosunkowo mniejszy rozrzut wartości ma wytrzymałość na rozciąganie i ścinanie. Niewielką zmienność wykazuje gęstość pozorna, wilgotność naturalna i nasiąkliwość wagowa.

Tab. 2. Cechy petrograficzne mułowców warstw lubelskich

Nr próbki rdzeniowej	Mz mm	ϕ	S_A	Udział %			Warstwowanie
				psamitu	aleurytu	ilu	
5/C-8	0,075	0,88	0,042	19	7	74	równoległe
10/C-8	0,045	0,70	0,016	10	18	72	równoległe
18/C-8	0,038	0,76	0,018	18	20	62	równoległe
21/C-8	0,062	0,69	0,029	13	11	76	soczewkowe
25/C-8	0,058	0,70	0,027	19	16	65	równoległe
34/C-8	0,048	0,87	0,027	15	15	70	równoległe
40/C-8	0,050	0,67	0,020	16	17	67	faliste
42/C-8	0,055	0,68	0,025	15	20	65	przekątne
44/C-8	0,038	0,71	0,016	8	17	75	równoległe
55/C-8	0,080	0,81	0,049	42	15	43	faliste
61/C-8	0,059	0,76	0,032	19	3	78	równoległe
76/C-8	0,045	0,80	0,026	21	22	57	faliste
88/C-8	0,067	0,79	0,042	29	16	55	równoległe
93/C-8	0,067	0,77	0,037	28	19	53	równoległe
102/C-8	0,075	0,69	0,035	33	13	54	faliste
112/C-8	0,85	0,71	0,039	47	15	38	przekątne

Mz - mediana średnicy ziarn, mm; $\phi = -\log_2 D$, gdzie D - średnica ziarn, mm; ϕ - odchylenie standardowe według: R.L. Folk, W.C. Ward /1957/; S_A - współczynnik wysortowania według: A. T. Buller, J. McManus /1972/.

Tab. 3. Własności fizyczno-mechaniczne mułowców warstw lubelskich

Nr próbki rdzeniowej	Wn %	ρ_p g/cm ³	n %	Nw %	Rcp MPa	Rcw MPa	Rr MPa	Rt MPa	E MPa	γ
41/0-10	3,59	2,461	7,31	3,38	46,27	5,25	2,45	7,22	7 147	0,123
42/0-10	2,73	2,465	6,98	3,00	42,46	0,00	2,81	10,20	8 396	0,107
51/0-10	1,93	2,503	7,05	2,56	45,89	22,97	4,48	8,41	5 197	0,097
55/0-10	2,63	2,495	7,49	2,88	51,59	13,16	3,63	6,86	6 018	0,110
58/0-10	2,03	2,508	6,24	2,52	41,78	12,17	3,67	7,24	7 539	0,142
60/0-10	2,51	2,499	11,26	2,81	40,82	20,00	4,80	10,77	7 152	0,064
63/0-10	2,47	2,517	5,69	2,37	36,89	23,77	3,05	10,49	6 683	0,113
66/0-10	2,10	2,529	6,05	2,54	42,35	6,75	3,46	6,11	6 825	0,051
68/0-10	2,94	2,499	5,00	2,73	39,58	11,33	2,49	12,94	6 285	0,085
75/0-10	1,72	2,518	7,15	2,10	63,32	31,22	4,31	13,33	10 318	0,080
82/0-10	2,00	2,537	5,13	2,60	34,57	21,36	3,98	12,34	6 918	0,053
90/0-10	1,55	2,541	3,97	2,44	52,84	29,60	5,07	10,30	6 422	0,064
92/0-10	1,99	2,667	9,50	0,79	78,86	52,53	2,69	11,94	11 310	0,078
102/0-10	2,36	2,489	6,46	3,56	49,18	29,35	4,64	15,63	8 409	0,074

Związki funkcyjne pomiędzy własnościami mechanicznymi a składem mineralnym i cechami petrograficznymi

W celu matematycznego opisu wpływu ilościowego /procentowego/ udziału składników mineralnych /tab. 1/ i cech petrograficznych /tab. 2/ na własności mechaniczne mułowców /tab. 3/ posłużono się analizą regresji i korelacji /N. R. Draper, R. Smith 1973/. Analizowano oddzielnie wpływ udziału każdego minerału i każdej cechy petrograficznej na wielkość własności mechanicznych, tj.: R_{cp} , R_{cw} , R_r , R_t , E i ν . Dla ogólnego zorientowania się co do kształtu krzywej, możliwie najdokładniej odwzorowującej wzajemny związek dwóch cech, sporządzono każdorazowo wykresy punktowe dla zmiennych x i y . Korelacja odzwierciedlała siłę tych zależności, a regresja - ich kształt. Typ krzywej regresji dobierano subiektywnie, kierując się jedynie tendencją układających się w odpowiednią smugę punktów na wykresie. W większości przypadków rozkład punktów sugerował krzywą regresji w postaci linii prostej, przy czym współczynnik korelacji przyjmował wartości w szerokim przedziale $|r| = 0-0,76/$ i wskazywał na korelację dodatnią bądź ujemną. Korelacją dodatnią charakteryzowały się związki pomiędzy własnościami mechanicznymi a udziałem kwarcu, skaleni, syderytu i współczynnika wysortowania. Korelacja ujemna była właściwa dla udziału minerałów ilastych, substancji organicznej, mediany średnicy ziarn, porowatości i wilgotności naturalnej. Natomiast nie stwierdzono wpływu minerałów występujących w podrzędnych ilościach oraz odchylenia standardowego średnicy ziarn na własności mechaniczne. Dla tych przypadków współczynnik korelacji przyjmował wartości poniżej 0,20.

W celu zbadania łącznego wpływu składników mineralnych i cech petrograficznych na własności mechaniczne mułowców przeprowadzono wielokrotną analizę regresji, wykorzystując funkcję liniową

$$y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_{10}x_{10}$$

będącą regresją I rodzaju, gdzie zmiennymi niezależnymi są parametry z badań mineralogiczno-petrograficznych, a zmiennymi zależnymi - poszczególne własności mechaniczne.

Przytoczono przykładowo tylko związki funkcyjne pomiędzy wytrzymałością na jednoosiowe ściskanie próbek mułowców w stanie powietrzno-suchym i nasyconym wodą a istotnymi składnikami mineralnymi i cechami petrograficznymi

$$\begin{aligned} R_{cp} = & 45,52 + 0,124Q - 0,096K - 0,201J + 0,212Sk + \\ & 0,302Sd - 0,275C - 86,389Mz + 20,418 S_A - \\ & 1,062n - 0,915Wn \end{aligned} \quad \text{MPa}$$

$$\begin{aligned} R_{cw} = & 21,91 + 0,102Q - 0,326K - 0,243J + 0,228Sk \\ & + 0,279Sd - 0,336C - 91,242 Mz + 18,679S_A - \\ & 0,947n \end{aligned} \quad \text{MPa}$$

gdzie: Q - kwarc, K - kaolinit, J - illit, Sk - skalenie,
Sd - syderyt, C - węgiel, Mz - mediana średnicy ziarn,
S_A - współczynnik wysortowania, n - porowatość, Wn -
wilgotność naturalna.

Obliczenia współczynników regresji $a_0, a_1, \dots, a_{10}$ /ze znakiem + lub -/ wykonano metodą najmniejszych kwadratów. Ze względu na dużą liczebność analizowanych próbek /N = 300/ przyjęto w obliczeniach poziom istotności $q = 0,01$. Współczynnik korelacji wielokrotnej wynosi $r = 0,74$ dla R_{cp} i $r = 0,71$ dla R_{cw} . Nieco mniejszymi współczynnikami korelacji cechują się równania dotyczące wytrzymałości na ścinanie / $r = 0,65$ /, wytrzymałości na rozciąganie / $r = 0,61$ /, modułu Younga / $r = 0,53$ / i współczynnika Poissona / $r = 0,52$ /.

Wyprowadzone zależności funkcyjne pozwalają na obliczenie własności geomechanicznych mułowców na podstawie dokonanej charakterystyki mineralogiczno-petrograficznej, zwłaszcza w przypadkach wysokich współczynników korelacji wielokrotnej.

Rozszerzenie zakresu opróbowania górotworu pozwoli na odniesienie otrzymanych zależności funkcyjnych na obszar całego Lubelskiego Zagłębia Węglowego.

Literatura

Buller A. T., McManus J. 1972: Simple metric sedimentary statistics used to recognize different environments. *Sedimentology*, 18.

- Draper N. R., Smith R. 1973: Analiza regresji stosowana. PWN Warszawa.
- Folk R. L., Ward W. C. 1957: Brazos River bar, a study in the significance of grain-size parameters. *J. Sedim. Petrol.*, 27.
- Hwałek U., Karczewski B., Krzowski Z. 1979: Własności mechaniczne skał Lubelskiego Zagłębia Węglowego. *Zesz. Nauk. Pol. Lub. s. Górnictwo*, nr 2.
- Karczewski B. 1983: praca zbiorowa: Badania własności fizyko-mechanicznych skał nadkładu i karbonu z Lubelskiego Zagłębia Węglowego. *Archiwum IIBiS Politechniki Lubelskiej /maszynopis/*.
- Kidybiński A. 1982: Podstawy geotechniki kopalnianej. Wyd. Śląsk, Katowice.
- Kowalski W. M. 1981: Charakterystyka petrograficzna piaskowców i mułowców górnego odcinka warstw lubelskich kopalni pilotująco-wydobywczej Bogdanka /LZW/. *Prace IIBiS Pol. Lub. s. B nr 3*.
- Kowalski W. W., Chlebowski R., Żelichowski A. M. 1982: Charakterystyka mineralogiczno-petrograficzna utworów karbonu rowu mazowiecko-lubelskiego. *Biul. Geol., Wyd. UW*, t. 25.
- Ratajczak T. 1974: Charakterystyka mineralogiczno-petrograficzna skał płonnych Lubelskiego Zagłębia Węglowego. *Prace Geol. nr 85*, Wyd. Geol. Warszawa.

Spis rycin

- Ryc. 1. Fragment profilu warstw lubelskich z zaznaczeniem próbek rdzeniowych do badań mineralogiczno-petrograficznych i geomechanicznych.

Andrzej C z a p l i ń s k i, Janusz K o w n a c k i,
Jan Z a w i ś l a k

BADANIA WYPIĘTRZANIA SPĄGÓW WYROBISK KORYTARZOWYCH PIERWSZEJ KOPALNI LUBELSKIEGO ZAGŁĘBIA WĘGLOWEGO

Wprowadzenie

Jeden z podstawowych obecnie problemów kopalni K-1 w Lubelskim Zagłębiu Węglowym dotyczy właściwego utrzymania wyrobisk korytarzowych. Zasadniczą trudność w utrzymaniu tych wyrobisk stwarza wypiętrzanie spągów. Charakter oraz intensywność wypiętrzania spągów, oprócz czynników technologicznych, zależą od czynników naturalnych, do których należą: wyciskanie, będące wynikiem zachwiania równowagi pomiędzy stanem naprężeń górotworu w otoczeniu wyrobiska a wytrzymałością skał spagowych; pęcznienie, wywołane zwiększeniem objętości skał pod wpływem działania wody lub pod wpływem reakcji chemicznych i termicznego rozszerzania się gazów związanych w skałach; rozmakanie, polegające na osłabieniu własności wytrzymałościowych skał spagowych w wyniku oddziaływania wody.

Wypiętrzanie spągów powoduje duże trudności w zachowaniu pierwotnego kształtu i wielkości przekroju poprzecznego wyrobisk, utrzymaniu ich obudowy, użytkowaniu torowisk i ścieków, odwadniających, jak również dotrzymaniu projektowanych parametrów wentylacyjnych. Intensywność wypiętrzania spągów bywa różna, od kilku centymetrów w ciągu roku do stanu, w którym pierwsze pobieraki spagu są dokonywane prawie w ślad za drążonym przodkiem. Doświadczenia nabyte w wyniku prowadzenia wyrobisk korytarzowych w kopalni K-1 Lubelskiego Zagłębia Węglowego wskazują na to, że ma się tutaj do czynienia z dużą intensywnością wypiętrzania spągów, którego wartość dla pierwszych 10 dni istnienia wyrobisk w niektórych przypadkach przekracza 0,8 m.

Waga zagadnień związanych z wypiętrzaniem spągów spowodowała podjęcie w Lubelskim Oddziale Głównego Instytutu Górnictwa prac naukowo-badawczych mających na celu dokładne rozpo-

znanie mechanizmu tego zjawiska oraz określenie sposobów jego ograniczania. W pierwszym etapie przeprowadzono badania nad ilościowym określeniem zjawiska wypiętrzania spągu w istniejących już wyrobiskach kopalni K-1. Uzyskane doświadczenia stanowią przedmiot niniejszej publikacji.

Metodyka badań

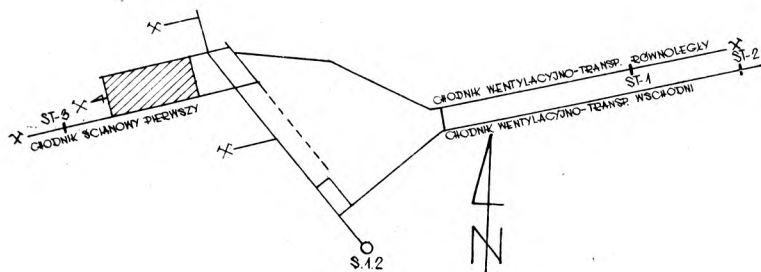
Pomiary wypiętrzania spągu prowadzono w wyrobiskach zlokalizowanych: w złożu nierozciętym /chodnik wentylacyjno-transportowy wschodni i chodnik ścianowy pierwszy/ oraz w złożu rozciętym /chodnik wentylacyjno-transportowy równoległy/. W wyrobiskach tych była stosowana obudowa o odrzwiach otwartych. W celu porównania wyników wypiętrzania spągu wszystkie stanowiska pomiarowe założono w wyrobiskach drążonych w pokładzie 382 na głębokości około 920 m, prowadzonych równolegle w stosunku do siebie /ryc. 1/. Stanowisko do pomiaru wypiętrzania spągu /ryc. 2/ składało się z 2 reperów bazowych długości 0,6 m zakotwionych w ociosach chodnika oraz z 3-5 reperów domiarowych długości 0,6 m osadzonych w skałach spągowych. Pomiar polegał na zmierzeniu odległości pionowych pomiędzy linką stanowiącą bazę pomiarową a reperami osadzonymi w spągu.

W związku z dużą intensywnością wypiętrzania spągu w pierwszym okresie istnienia wyrobiska pomiary prowadzono od chwili odsłonięcia skał spągowych do czasu dokonywania pierwszej pobierki spągu. Wykaz uśrednionych wyników dla poszczególnych stanowisk pomiarowych zamieszczono w tab. 1.

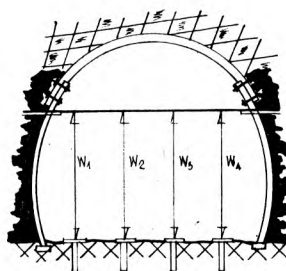
Warunki górniczo-geologiczne

Chodnik wentylacyjno-transportowy równoległy

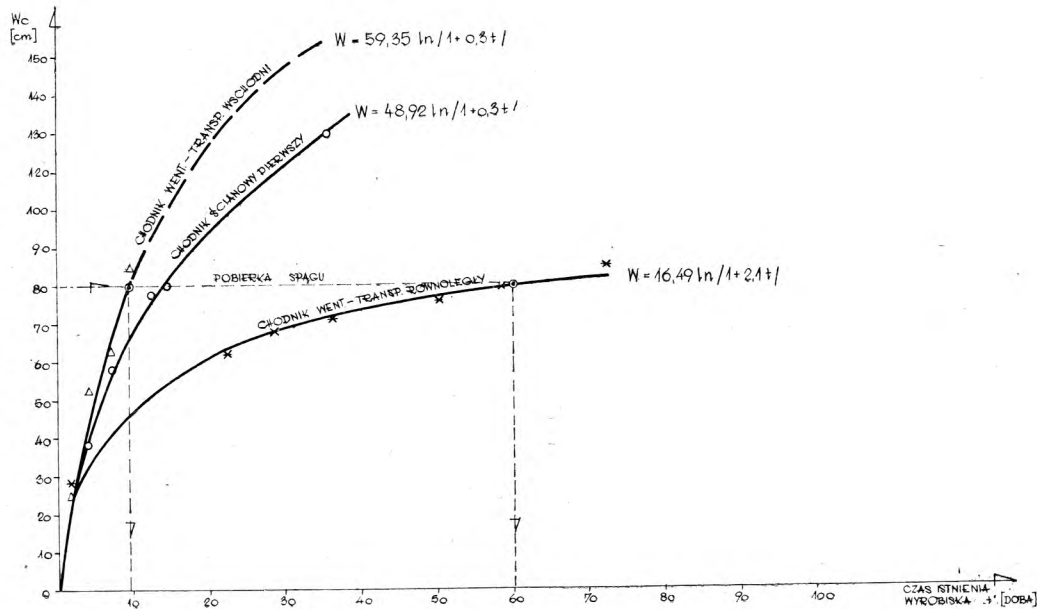
Chodnik ten drążony był kombajnem chodnikowym AM-50 ze średnim postępem 7 m/dobę. Stosowano w nim obudowę V29/8. Odstęp między drzwiami obudowy wynosił 0,5 m. Opinka stropu wykonana była z okładzin żelbetowych, ociosów - z siatki MM. Odrzwia stabilizowane były 5-7 rozporami stalowymi. Stanowisko do pomiaru wypiętrzania spągu "ST1" zlokalizowane zostało na 1082 mb chodnika. Chodnik ten drążony był równolegle, w odległości około 60 m, od istniejącego już od 17 miesięcy chodnika wentylacyjno-transportowego równoległego.



Ryc. 1



Ryc. 2



Ryc. 3

Tab. 1. Wyniki wypiętrzania spągów wyrobisk korytarzowych w pokładzie 382 kopalni K-1

Ip.	Chodnik wentylacyjno-transportowy równoległy "ST1"				Chodnik wentylacyjno-transportowy wschodni "ST2"				Chodnik ścianowy pierwszy "ST3"			
	t	W _{śr}	W _c	$\Delta W = W_c - W_{\text{śr}}$	t	W _{śr}	W _c	$\Delta W = W_c - W_{\text{śr}}$	t	W _{śr}	W _c	$\Delta W = W_c - W_{\text{śr}}$
	doby	cm	cm	cm	doby	cm	cm	cm	doby	cm	cm	cm
1.	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
2.	2	28	27,18	- 0,82	2	25	27,89	+ 2,89	4	37,5	38,57	+ 1,07
3.	22	62	63,56	+ 1,56	4	53	46,79	- 6,21	7	56,5	55,35	- 1,15
4.	28	67	67,46	+ 0,46	7	63	67,15	+ 4,15	12	76,5	74,66	- 1,84
5.	36	71	71,54	+ 0,54	10	85	82,28	- 2,72	14	79	80,65	+ 1,65
6.	50	75	76,90	+ 1,90	-	-	-	-	29	111,5	111,16	- 0,34
7.	58	80	79,33	- 0,67	-	-	-	-	35	119,5	119,49	- 0,01
8.	72	85	82,87	- 2,13	-	-	-	-	-	-	-	-

W rejonie prowadzonych badań stwierdzono następujące warunki geologiczne: w stropie do wysokości 0,3 m zalegał iłowiec ciemnoszary, średniozwięzły, tekstura prawie równoległa, zlustrowany, ukośnie spękany, z pojedynczymi konkrecjami syderytów. Od 0,3 do 2,4 m zalegał iłowiec szary, zwięzły i średniozwięzły, a do około 6 m mułowiec szary z wkładkami do 2 cm iłowca oraz piaskowca drobnoziarnistego; w spągu do głębokości 1,3 m występował iłowiec ciemnoszary, słabozwięzły, kruchy, spękany, z liczną uwęgloną florą. Od 1,3 do 2,1 m występował mułowiec szary, stigmariowy, pionowo spękany, średniozwięzły. Od 2,1 do 2,7 m zalegał mułowiec szary, silnie zwięzły, ze sferosyderytami. Kolejną warstwę od 2,7 do 3,8 m stanowił piaskowiec drobnoziarnisty, szary w stropie i spągu, laminowany mułowcem. Od głębokości 3,8 do 4,5 m zalegał mułowiec szary, zwięzły, zsyderytizowany.

Chodnik wentylacyjno-transportowy wschodni

Chodnik ten drążony był przy użyciu kombajnu chodnikowego AM-50 z postępowaniem dobowym 10-17 m. Chodnik ten wykonany był w obudowie V29/8. Odstęp między drzwiami wynosił 0,75 m. Stanowisko do pomiaru wypiętrzania spągu "ST2" zlokalizowane zostało w odległości 2326 m od początku chodnika. W rejonie prowadzonych badań warunki geologiczne były zbliżone do warunków, w jakich drążono chodnik wentylacyjno-transportowy równoległy.

Chodnik ścianowy pierwszy

Chodnik ten prowadzony był jako wyrobisko badawcze z wyprzedzeniem czoła ściany 120-170 m. Chodnik drążony był kombajnem chodnikowym AM-50 z przybierką spągu, ze średnim postępowaniem 2 m/dobę. Stosowano w nim obudowę V29/8. Odstęp między odrzwiami wynosił 0,75 m. Stanowisko pomiarowe "ST3" zlokalizowane było na 525 m chodnika w odległości 124 m przed czołem ściany. Pomiar zakończono w odległości 91 m przed czołem ściany, czyli w odległości, w której nie zaznacza się wpływ frontu eksploatacyjnego.

W rejonie prowadzonych badań stwierdzono następujące warunki geologiczne. Bezpośrednio nad pokładem występował pakiet warstw o miąższości 1,2-2,3 m, składający się kolejno z iłowca

szarego średniozwięzłego, iłowca ciemnoszarego z licznymi pasemkami węgla bardzo kruchego, średniozwięzłego oraz z iłowca szarego, średniozwięzłego. Wyżej leżące warstwy o miąższości 1,5-2,0 m tworzyły iłowce szare z wkładkami mułowca średniozwięzłego. Nad nimi do wysokości 10 m zalegały iłowce bądź mułowce średniozwięzłe, lokalnie o wysokim stopniu zapiaszczenia. W bezpośrednim spągu występowały iłowce szare, słabozwięzłe, stigmariowe, łatwo rozmakające w wodzie. Średnia miąższość tej warstwy wynosiła 1,2 m. Poniżej, do głębokości 5,0 m, występowały iłowce szare z laminami węgla średniozwięzłego oraz iłowce szare słabo- i średniozwięzłe z syderytami ilastymi.

Ilościowy opis zjawiska wypiętrzania spągu

Przeprowadzone badania pozwoliły - poprzez aproksymację wyników - na wyprowadzenie wzoru opisującego ilościowo zjawisko wypiętrzania spągów. Postać ogólna tego wzoru przedstawia się następująco:

$$W_c = \alpha_n \ln /1 + \beta_n t/ \quad /1/$$

gdzie: W_c - wielkość wypiętrzania spągu /cm/, t - czas mierzony od chwili odsłonięcia skał spągowych /doby/, α_n , β_n - parametry wyznaczone empirycznie.

W celu wyznaczenia parametru α_n , wzór /1/ przekształcono do postaci:

$$\alpha_n = \frac{W_c}{\ln /1 + \beta_n t/} \quad /2/$$

i starano się tak dobrać wartości parametru β_n , aby dla wszystkich mierzonych na danym stanowisku wielkości " W_c " i " t " otrzymać wartość parametru α_n ulegającą możliwie najmniejszym odchyleniom od jej wartości średniej $\bar{\alpha}_n$

$$/\alpha_n - \bar{\alpha}_n/ \rightarrow 0 \quad /3/$$

Równanie w postaci wzoru /1/ opisuje z dużą dokładnością przebieg wypiętrzania spągu w początkowym okresie trwania tego procesu, tj. do czasu wykonania pierwszej pobierki spągu.

Na podstawie wyników zamieszczonych w tab. 1 przy użyciu elektronicznej techniki obliczeniowej wyznaczono wartości poszukiwanych parametrów α_n i β_n , które dla poszczególnych stanowisk pomiarowych wynosiły:

Stanowisko pomiarowe "ST1" /chodnik wentylacyjno-transportowy równoległy: $\alpha_1 = 16,49$, $\beta_1 = 2,1$. Wyznaczone parametry α_1 , β_1 pozwoliły na określenie przebiegu wypiętrzania spągu za pomocą wzoru:

$$W_c = 16,49 \ln / 1 + 2,1 t / \quad /4/$$

Stanowisko pomiarowe "ST2" /chodnik wentylacyjno-transportowy wschodni/: $\alpha_2 = 59,35$, $\beta_2 = 0,3$. Wyznaczone parametry α_2 , β_2 pozwoliły na określenie przebiegu wypiętrzania spągu za pomocą wzoru:

$$W_c = 59,35 \ln / 1 + 0,3 t / \quad /5/$$

Stanowisko pomiarowe "ST3" /chodnik ścianowy pierwszy/ $\alpha_3 = 48,92$, $\beta_3 = 0,3$. Wyznaczone parametry α_3 i β_3 pozwoliły na określenie przebiegu wypiętrzania spągu za pomocą wzoru:

$$W_c = 48,92 \ln / 1 + 0,3 t / \quad /6/$$

Wykres porównawczy przebiegu wypiętrzania spągu zamieszczono na ryc. 3.

Zakończenie

Znaczną głębokość oraz otoczenie skał słabych i zawodnionych powodują, że w pierwszej kopalni LZW wystąpiły duże trudności w utrzymaniu wyrobisk korytarzowych. Podstawową trudność w ich utrzymaniu stwarza wypiętrzanie spągów, którego intensywność wraz z upływem czasu maleje, ale nie ustaje. To powoduje, że kopalnia K-1 znajduje się w rzędzie tych kopalń, w których utrzymanie wyrobisk korytarzowych jest problemem podstawowym. Można jednak na bazie poczynionych obserwacji przypuszczać, że wraz z dalszym rozcięciem złoża intensywność wypiętrzania spągu zmaleje. Przykładem tutaj może służyć porównanie wyników wartości wypiętrzania spągu w chodnikach drążonych w złożu nierozciętym /chodnik wentylacyjno-transportowo wschodni i chodnik ścianowy pierwszy/ z wynikami wypiętrzania uzyskanymi z chodnika drążonego w złożu roz-

ciętym/ chodnik wentylacyjno-transportowo-równoległy/, w którym intensywność wypiętrzania spada w stosunku do uprzednio analizowanych około 45 %. Taki spadek intensywności wypiętrzania powoduje 6-krotne wydłużenie czasu upływającego od chwili odsłonięcia skał spągowych do chwili wykonania pierwszej pobierki spągu w wyrobisku /ryc. 3/. Niemniej jednak występująca duża intensywność wypiętrzania spągu zmusza do przedsięwzięcia specjalnych sposobów i środków celem ograniczenia wypiętrzania spągu w obecnie drażonych wyrobiskach korytarzowych kopalni K-1.

Literatura

- Czapliński A. i inni 1983: Ocena sposobu prowadzenia wyrobisk chodnikowych oraz wpływ zawilgocenia skał spągowych na wielkość wypiętrzania spągu w tych wyrobiskach. Dokumentacja pracy o symbolu 120.04.01.06/1 GIG-CT Lublin /niepublikowana/.
- Kidybiński A. 1982: Podstawy geotechniki kopalnianej. Wyd. Śląsk - Katowice.
- Czerniak I. 1978: Predotwraszczenie puczenia poczwy górnych wyrobótok. "Nedra" - Moskwa. 1978.

Spis rycin

- Ryc. 1. Schemat rozmieszczenia stanowisk pomiarowych w pokł. 382 kopalni K-1.
- Ryc. 2. Schemat stanowiska do pomiaru wypiętrzania spągu.
- Ryc. 3. Wypiętrzanie spągu w chodnikach drażonych w pokł. 382 kopalni K-1.

BIBLIOTEKA
GIG-CT
Lublin

423239

OD REDAKTORÓW

Po złożeniu tomu do redakcji nastąpiły istotne zmiany w losów LZW. Oto główne z nich.

W marcu 1986 r. opracowana została przez Zespół pod kierunkiem prof. dr. hab. inż. R. Neya z Komitetu Gospodarki Surowcami Mineralnymi PAN — ekspertyza pt.: „Aktualne i przyszłe możliwości rozbudowy Lubelskiego Zagłębia Węglowego”. Odpowiedzią na wnioski zawarte w ekspertyzie PAN był opracowany przez Lubelsko-Chełmskie Gwarectwo Węglowe w październiku 1986 r. — Program realizacji zadań wynikający z cytowanej ekspertyzy.

Formalne potwierdzenie wniosków tej ekspertyzy znalazło się w istotnych dla rozwoju LZW, dokumentach: uchwale nr 197/86 Rady Ministrów z 15 grudnia 1986 r. oraz Narodowym Planie Społeczno-Gospodarczym na lata 1986—90 uchwalonym przez Sejm PRL 18 grudnia 1986 r. Z obu dokumentów wynikało, że na terenie LZW będą kontynuowane, jako inwestycje centralne — 2 kopalnie węgla kamiennego: „Bogdanka” (K-1) oraz „Stefanów” (K-2).

8 lutego 1988 r. Rada Ministrów podjęła uchwałę nr 34/88 w sprawie wstrzymania budowy Kopalni Węgla Kamiennego „Stefanów” — K-2 w LZW. Równocześnie Rada Ministrów zobowiązała ministra przemysłu do wykonania w najbliższym czasie ekspertyzy technicznej istniejących szybów i innych obiektów górniczych, pod kątem możliwości i celowości wykorzystania ich do eksploatacji złoża przez KWK „Bogdanka”. Ekspertyzę taką wykonał zespół naukowców z AGH pod kierunkiem prof. dr. hab. inż. M. Jawienia (maj 1988). Wstrzymanie tej budowy wiąże się z realizowanym procesem zmian w strukturze inwestowania w obecnym (1986—1990) i następnym planie pięcioletnim.

Na VII Plenum KC PZPR w czerwcu 1988 r., premier Z. Messner powiedział, że na liście przedsiębiorstw znajdujących się w stanie uzasadniającym likwidację ok. 140 jest ich, w tym 100, które nie mają znaczącego, jak: m. in. Lubelskie

1000099186



Lublin, czerwiec 1988 r.

ISBN 83-227-0163-2