

I N S T Y T U T   G E O L O G I C Z N Y

Wydanie tymczasowe

~~1979~~  
Egz. nr.....75

# ZASADY PROGNOZOWANIA I ZASOBY PERSPEKTYWICZNE KOPALIN POLSKI

(stan na 1 I 1976)

Wykazane zasoby perspektywiczne  
nie upoważniają do planowania  
wydobycia kopalin

WARSZAWA 1979

W Y D A W N I C T W A   G E O L O G I C Z N E

- Fig. 1. Mapa prognoz węgla kamiennych, węgla brunatnych i uranu
- Fig. 2. Mapa prognoz gazo- i ropności
- Fig. 3. Mapa prognoz rud metali
- Fig. 4. Mapa prognoz kopalin chemicznych
- Fig. 5. Górnolśląskie Zagłębie Węglowe. Zasoby węgla do głębokości 1000 m
- Fig. 6. Górnolśląskie Zagłębie Węglowe. Zasoby węgla na głębokości 1000-1250 m
- Fig. 7. Górnolśląskie Zagłębie Węglowe. Zasoby węgla na głębokości 1250-2000 m
- Fig. 8. Lubelskie Zagłębie Węglowe. Zasoby perspektywiczne
- Fig. 9. Dolnośląskie Zagłębie Węglowe. Zasoby węgla do głębokości 1000 m
- Fig. 10. Rozmieszczenie prognostycznych wydobywalnych zasobów ropy naftowej i gazu ziemnego
- Fig. 11. Obszary perspektywiczne U-Y-Mo formacji łupków dycyonenowych w obniżeniu podlaskim
- Fig. 12. Obszary prognostyczne uranonośnej formacji petrego piaskowca w rejonie Pszałk - Krynica Moreka
- Fig. 13. Obszary perspektywiczne uranonośnych utworów górnego karbonu i dolnego permu w niecce śródaudeckiej oraz petrego piaskowca na monoklinie przedaudeckiej
- Fig. 14. Rozmieszczenie złóż i obszarów perspektywicznych osadowych rud selaza
- Fig. 15. Obszary prognostyczne i udokumentowane złóż rud tytanomagnetytowych w rejonie Suwałk
- Fig. 16. Obszary perspektywiczne i udokumentowane cechystyżkich złóż rud miedzi
- Fig. 17. Obszary prognostyczne i udokumentowane złóż rud cynku i ołowiu w rejonie śląsko-krakowskim
- Fig. 18. Obszary prognostyczne mineralizacji cynowej wschodniej części osłony Karconoszy
- Fig. 19. Obszary perspektywiczne i udokumentowane formacji cynonośnych Gór Izerskich
- Fig. 20. Obszary prognostyczne i udokumentowane strefy cynonośnej zachodniej części Basenu Kamienieckiego w Sudetach
- Fig. 21. Obszary prognostyczne rud toru i pierwsiotków ziem rzadkich w rejonie Sileskiej Poroby
- Fig. 22. Obszary prognostyczne rud toru i pierwsiotków ziem rzadkich w rejonie Markocice - Bogstynia
- Fig. 23. Perspektywiczne złóż miedzi w utworach staropaleozoicznych północno-wschodniego obrzeżenia OZW
- Fig. 24. Obszary prognostyczne i udokumentowane złóż boksytów i argilitów w rejonie Kosa Ruda - Słupiec
- Fig. 25. Obszary o zasobach potencjalnych boksytów i alitów w rejonie Radzyna i Parczewa
- Fig. 26. Obszar o zasobach potencjalnych skał sillimanitowych na Dolnym Śląsku
- Fig. 27. Złóża i obszary perspektywiczne cechystyżkich i miedzińskich soli kamiennych i soli potasowo-magnezowych
- Fig. 28. Obszary o zasobach potencjalnych soli kamiennych w utworach kajpru górnego na Kijawach
- Fig. 29. Obszary prognostyczne soli kamiennych w utworach retu na monoklinie przedaudeckiej
- Fig. 30. Obszary perspektywiczne i udokumentowane złóż soli w zapadliaku przedkarpacim
- Fig. 31. Obszary perspektywiczne i udokumentowane albakiej formacji fosforytowej w rejonie Annapola i Bełchatowa
- Fig. 32. Obszary perspektywiczne górnococeckiej formacji fosforytowej między Wisłą, Bugiem i Wisprzem
- Fig. 33. Baryt i fluoryt w Sudetach
- Fig. 34. Obszary prognostyczne skalnych surowców hutniczych oraz kaolinów
- Fig. 35. Obszary prognostyczne surowców dla przemyłu ceramiki szlachetnej i budowlanej
- Fig. 36. Obszary prognostyczne kruszywa naturalnego grubego i piasków kwarcowych do produkcji cegły silikatowej i betonów komórkowych
- Fig. 37. Obszary prognostyczne kamieni budowlanych i drogowych oraz surowców dla przemyłu materiałów wiążących i wapieni stosowanych w innych przemyślach
- Fig. 38. Zasoby wód mineralnych w utworach nieocenu morskiego i oligocenu na Biżu Połskim oraz we fliżu karpacim
- Fig. 39. Zasoby wód mineralnych w utworach kredy dolnej
- Fig. 40. Zasoby wód mineralnych w utworach jury dolnej
- Fig. 41. Zasoby wód mineralnych w utworach triasu dolnego
- Fig. 42. Zasoby wód mineralnych w utworach karbonu
- Fig. 43. Zasoby wód mineralnych w utworach dewonu, kambru oraz w utworach krystalicznych Sudetów
- Fig. 44. Mapa prognoz wód mineralnych

I N S T Y T U T   G E O L O G I C Z N Y

Wydanie tymczasowe

~~BIUROWY~~ 75  
Egz. nr.....

# ZASADY PROGNOZOWANIA I ZASOBY PERSPEKTYWICZNE KOPALIN POLSKI

(stan na 1 I 1976)

Opracowanie zbiorowe  
pod redakcją naukową Romana OSIKI  
Recenzowali: Andrzej BOLEWSKI, Hubert GRUSZCZYK

Wykazane zasoby perspektywiczne  
nie upoważniają do planowania  
wydobycia kopalin

W A R S Z A W A   1 9 7 9

W Y D A W N I C T W A   G E O L O G I C Z N E

Redakcja Instytutu Geologicznego  
B. SŁOWAŃSKA, Z. PAKULSKA, S. GADOMSKA

Autorzy :

E. Bareja, M. Błaszak, S. Cebulak, E. Ciuk, J. Daniec,  
S. Depowski, M. Gientka, E. Gospodarczyk, Z. Górzyński,  
J. Kanasiewicz, R. Kardaś, A. Kotas, S. Kozłowski, Z. Kozydra,  
B. Kubica, S. Kubicki, H. Leszczyszyn, M. Lindner, B. Makowska,  
M. Marzec, J. Miecznik, I. Olkowicz-Paprocka, J. Orska,  
R. Osika, J. Pawłowska, K. Pawłowska, S. Pawłowski, J. Piekarski,  
R. Podstolski, J. Porzycki, Z. Płochniewski, M. Sałdan,  
Z. Siliwończuk, R. Strzelecki, M. Subieta, M. Szałamacha,  
J. Uberna, L. Wielgomas

Akceptował do druku dnia 1.12.1978 r.

Dyrektor Instytutu Geologicznego  
Prof. dr hab. Jan MALINOWSKI  
na wniosek Zastępcy Dyrektora  
d/s Geologii Złóż Surowców Mineralnych  
i Prognoz Surowcowych  
Doc. dr inż. Mariana SAŁDANA

WYDAWNICTWA GEOLOGICZNE - WARSZAWA 1979

Wydanie I. Nakład 100 + 1 egz. Format B5. Ark. wyd. 15 + 6 ark. załączników.  
Ark. druk. 13,125 + teczka z załącznikami. Oddano do reprodukcji 12.V.1979 r.  
Druk ukończono w czerwcu 1979 r.

Druk Wydawnictwa Geologiczne. Zlec. 927/79/K

## S p i s t r e ś c i

	str.
Przedmowa - M. Saldan . . . . .	9
Wstęp - R. Osika . . . . .	11

### C z ę ś ć I

#### ZASADY PROGNOZOWANIA

Ważniejsze definicje, klasyfikacja i metody oceny zasobów perspektywicznych kopalin - R. Osika . . . . .	17
1. Przesłanki geologiczne . . . . .	17
1.1. Przesłanki stratygraficzne . . . . .	18
1.2. Przesłanki paleogeograficzne . . . . .	18
1.3. Przesłanki sedimentologiczne . . . . .	18
1.4. Przesłanki paleoklimatyczne . . . . .	19
1.5. Przesłanki litofacjalne . . . . .	19
1.6. Przesłanki biologiczne . . . . .	19
1.7. Przesłanki magmowe . . . . .	19
1.8. Przesłanki metamorficzne . . . . .	19
1.9. Przesłanki geochemiczne . . . . .	20
1.10. Przesłanki strukturalne . . . . .	20
1.11. Przesłanki geotektoniczne . . . . .	20
2. Obszary mineralogiczne . . . . .	20
2.1. Region mineralogiczny . . . . .	21
2.2. Prowincja mineralogiczna . . . . .	21
2.3. Mineralogiczna strefa strukturalna . . . . .	22
2.4. Okręg mineralogiczny . . . . .	22
2.5. Węzeł rudonośny . . . . .	22
3. Formacje i strefowość mineralizacji . . . . .	23
3.1. Formacje geologiczne . . . . .	23
3.2. Formacje mineralogiczne . . . . .	23
3.3. Formacje kruszczowe . . . . .	24
3.4. Strefowość mineralizacji . . . . .	25

3.5. Strefy formacyjno-strukturalne i typy morfologiczno-genetyczne złóż . . . . .	25
4. Podstawowe materiały geologiczne wykorzystywane przy analizie prognostycznej . . . . .	27
4.1. Mapy geologiczne . . . . .	27
4.2. Mapy geochemiczne, hydrochemiczne, metalogeniczne i złóż kopalin . . . . .	28
4.3. Mapy geofizyczne . . . . .	29
5. Klasyfikacja obszarów i skala map stosowana przy analizie prognostycznej . . . . .	30
5.1. Obszary o prostej budowie geologicznej . . . . .	30
5.2. Obszary o niezbyt skomplikowanej budowie geologicznej . . . . .	31
5.3. Obszary o skomplikowanej budowie geologicznej . . . . .	31
5.4. Obszary o bardzo skomplikowanej budowie geologicznej . . . . .	31
5.5. Obszary o bardzo skomplikowanej budowie podłoża pokryw platformowych . . . . .	31
6. Oznaki występowania złóż . . . . .	32
7. Klasyfikacja zasobów perspektywicznych . . . . .	32
7.1. Prognozowanie jakościowe . . . . .	32
7.2. Prognozowanie ilościowe . . . . .	33
7.2.1. Zasoby prognostyczne kopalin stałych . . . . .	33
7.2.2. Zasoby prognostyczne ropy naftowej i gazu ziemnego . . . . .	35
7.2.3. Zasoby prognostyczne wód mineralnych . . . . .	35
7.2.4. Zasoby potencjalne kopalin stałych . . . . .	35
8. Prognostyczne mapy zasobów kopalin . . . . .	36
9. Kryteria /parametry/ stosowane przy ocenie zasobów perspektywicznych . . . . .	36
9.1. Kopaliny stałe . . . . .	36
9.2. Kopaliny płynne i gazowe . . . . .	38
10. Metody oceny zasobów perspektywicznych kopalin . . . . .	38
10.1. Kopaliny stałe . . . . .	38
10.2. Kopaliny płynne i gazowe . . . . .	40
11. Stopień wiarygodności oceny zasobów perspektywicznych i ich znaczenie w planowaniu prac poszukiwawczo-rozpoznawczych . . . . .	41

C z ę ś ć II

ZASOBY PERSPEKTYWICZNE

Zbiorcze zestawienie formacji i zasobów perspektywicznych kopalin - R. Osika, B. Makowska . . . . .	47
1. Kopaliny energetyczne . . . . .	55

1.1. Węgiel kamienny - A. Kotas, J. Porzycki . . . . .	55
1.1.1. Stan rozpoznania . . . . .	55
1.1.2. Perspektywy rozszerzenia bazy surowcowej . . . . .	65
1.2. Węgiel brunatny - E. Ciuk . . . . .	66
1.2.1. Ogólna charakterystyka . . . . .	67
1.2.2. Obszary złóż udokumentowanych . . . . .	68
1.2.3. Obszary złóż perspektywicznych . . . . .	68
1.2.4. Wnioski . . . . .	70
1.3. Ropa naftowa i gaz ziemny - S. Depowski . . . . .	71
1.3.1. Obszary gazo- i roponośne oraz zasoby perspektywiczne . . . . .	72
1.3.2. Ilościowa ocena prognoz ropo- i gazonośności . . . . .	84
1.3.3. Wnioski . . . . .	89
1.4. Rudy uranu - E. Bareja, J. Miecznik, M. Sałdan, R. Strzelecki . . . . .	90
1.4.1. Niecka śródsudecka . . . . .	91
1.4.2. Obniżenie podlaskie . . . . .	91
1.4.3. Synekлиза perybaltycka . . . . .	92
1.4.4. Monoklina przedsudecka . . . . .	93
1.4.5. Wnioski . . . . .	93
1.5. Wody termalne - Z. Płochniewski . . . . .	94
1.5.1. Stan rozpoznania . . . . .	94
1.5.2. Perspektywy wykorzystania wód termalnych jako surowca energetycznego . . . . .	95
2. Kopaliny metaliczne . . . . .	96
2.1. Rudy żelaza i metali staliwnych . . . . .	96
2.1.1. Osadowe rudy żelaza - J. Daniec . . . . .	96
2.1.2. Rudy tytanomagnetytowe - S. Kubicki, M. Subieta . . . . .	102
2.1.3. Rudy metali staliwnych - S. Kubicki . . . . .	103
2.2. Rudy metali nieżelaznych . . . . .	107
2.2.1. Rudy miedzi - E. Gospodarczyk . . . . .	107
2.2.2. Rudy cynku i ołowiu - L. Wielgomas, B. Kerber . . . . .	118
2.2.3. Rudy cyny . . . . .	124
2.2.3.1. Rudy cyny w osłonie granitu Karkonoszy - M. Lindner . . . . .	124
2.2.3.2. Rudy cyny Gór Izerskich - M. Szałamacha . . . . .	126
2.2.4. Rudy toru i pierwiastków ziem rzadkich - J. Kanasiewicz . . . . .	132
2.2.5. Rudy arsenu - S. Kubicki . . . . .	133
2.2.6. Rudy polimetali w utworach staropaleozoicznych północno-wschodniego obrzeżenia GZW - K. Piekarski . . . . .	134
2.2.7. Boksyty i inne surowce glinowe - Z. Górzyński, S. Cebulak . . . . .	137

3. Kopaliny chemiczne . . . . .	141
3.1. Sole kamienne i potasowo-magnezowe . . . . .	141
3.1.1. Cechsztyńskie i mioceneskie sole kamienne i potasowo-magnezowe - Z. Werner, J. Orska . . . . .	141
3.1.1.1. Sole kamienne . . . . .	142
3.1.1.2. Sole potasowo-magnezowe . . . . .	143
3.1.2. Triasowe sole kamienne - B. Makowska . . . . .	147
3.2. Siarka rodzima - S. Pawłowski, K. Pawłowska, B. Kubica . . . . .	148
3.3. Fosforyty - J. Uberna . . . . .	150
3.3.1. Albska formacja fosforytonośna . . . . .	150
3.3.2. Górnioceńska formacja fosforytonośna . . . . .	153
3.3.3. Analiza prognostyczna i wnioski . . . . .	157
3.4. Baryt i fluoryt - J. Pawłowska, M. Szałamacha . . . . .	159
3.4.1. Baryt . . . . .	159
3.4.2. Fluoryt . . . . .	162
4. Kopaliny skalne - S. Kozłowski . . . . .	164
4.1. Surowce hutnictwa, odlewnictwa i przemysłu materiałów ogniotrwałych . . . . .	165
4.1.1. Skały kwarcytowe - R. Podstolski . . . . .	165
4.1.2. Iły i łupki ogniotrwałe - Z. Kozydra, M. Marzec . . . . .	166
4.1.3. Magnezyty - R. Podstolski . . . . .	167
4.1.4. Serpentynty - R. Podstolski . . . . .	168
4.1.5. Dolomity ogniotrwałe - I. Olkowicz-Paprocka . . . . .	168
4.1.6. Piaski formierskie - M. Błaszak . . . . .	169
4.1.7. Ziemia krzemionkowa - I. Olkowicz-Paprocka . . . . .	171
4.1.8. Bentonity i łupki bentonitowe - Z. Kozydra, M. Marzec . . . . .	172
4.2. Surowce przemysłu szklarskiego - M. Błaszak . . . . .	173
4.3. Surowce ceramiki szlachetnej . . . . .	174
4.3.1. Kaoliny - Z. Kozydra, M. Marzec . . . . .	174
4.3.2. Iły kamionkowe i biało wypalające się - Z. Kozydra, M. Marzec . . . . .	175
4.3.3. Surowiec skaleniowy - R. Podstolski . . . . .	178
4.3.4. Kwarc żyłowy - R. Podstolski . . . . .	179
4.4. Surowce ceramiki budowlanej . . . . .	180
4.4.1. Surowce ilaste ceramiki budowlanej i kruszyw ceramicznych - Z. Kozydra . . . . .	180
4.4.2. Piaski kwarcowe do produkcji cegły silikatowej i betonów komórkowych - Z. Siliwończuk, M. Gientka, R. Kordaś . . . . .	183
4.5. Surowce materiałów wiążących oraz wapnienie stosowane w przemyśle chemicznym, hutniczym i cukrowniczym - S. Kozłowski . . . . .	184
4.5.1. Surowce dla przemysłu wapienniczego, chemicznego, hutniczego i cukrowniczego . . . . .	184



4.5.2. Surowce wapieniczno-cementowe . . . . .	185
4.5.3. Gipsy i anhydryty . . . . .	186
4.6. Kamienie drogowe i budowlane - S. Kozłowski, H. Leszczyszyn . . . . .	187
4.6.1. Surowce do produkcji kruszyw łamanych wysokich i średnich marek oraz kamienia budowlanego . . . . .	187
4.6.2. Surowce do produkcji kruszyw lekkich . . . . .	188
4.7. Kruszywo naturalne - Z. Siliwończuk, M. Gientka, R. Kordaś . . . . .	189
4.7.1. Kruszywo naturalne grube /żwirowe i żwirowo-piaszczyste/ . . . . .	189
5. Wody mineralne - Z. Płochniewski . . . . .	191
5.1. Stan rozpoznania wód mineralnych i udokumentowanie ich zasobów . . . . .	193
5.2. Występowanie wód mineralnych i ogólna ocena ich zasobów . . . . .	194
5.2.1. Główne typy wód mineralnych i obszary ich występowania . . . . .	194
5.2.2. Zasoby prognostyczne wód mineralnych w głównych poziomach wodonośnych . . . . .	197
5.3. Perspektywy zwiększenia eksploatacji wód mineralnych i swoistych do celów balneologicznych . . . . .	202
Wnioski - R. Osika . . . . .	205
Spis tabel . . . . .	207
Spis figur /figury w osobnej teczce/ . . . . .	208

## PRZEDMOWA

Badania geologiczno-prognostyczne, rozpoczęte w Instytucie Geologicznym prognozą surowcową stanowiącą część składową opracowania "POLSKA 2000" przygotowanego w ramach tematu realizowanego we współpracy z Polską Akademią Nauk w 1971 r., kontynuowane były przez lata następne, w wyniku czego powstało kolejne - niniejsze opracowanie. Różni się ono od poprzednich tym, że oprócz ilościowego ustalenia zasobów perspektywicznych i obszarów przypuszczalnego występowania złóż kopalin mineralnych, zawiera próbę określenia naukowych zasad prognozowania geologicznego.

Podjęcie systematycznych i wielokierunkowych badań geologiczno-prognostycznych zasobów kopalin mineralnych uwarunkowane zostało sytuacją naukowo-badawczą i gospodarczą kraju, a badania te stały się jednym z najważniejszych kierunków działalności Instytutu Geologicznego.

Od 1945 r. dokonano w Polsce wielu odkryć złóż kopalin, a mianowicie: węgla kamiennego, węgla brunatnego, miedzi, żelaza, cynku i ołowiu, siarki rodzimej, soli kamiennych i potasowo-magnezowych, barytu, magnezytu, kaolinów, gliniek ceramicznych, kruszywa naturalnego i innych surowców skalnych, a także wód zwykłych, mineralnych i termalnych.

Dalsze odkrycia złóż kopalin będą coraz bardziej skomplikowanym procesem, wymagającym stosowania znacznie większego niż dotychczas zakresu i asortymentu metod badawczych. Przede wszystkim jednak nowe tezy poszukiwawcze będą musiały być oparte na znacznie pełniejszych, nowocześniejszych i szczegółowszych badaniach podstawowych i regionalnych oraz ujęte w kompleksowy program podporządkowany jednemu celowi, ukierunkowany na metodyczne i konsekwentne rozpoznawanie nowych perspektywicznych formacji złożowych.

W ramach tak rozumianej działalności rozwijana będzie metodyka i zasady precyzowania krateriów poszukiwawczych z przyjęciem następującej tezy:

- istnieje możliwość odkrycia złoża - odkrycie to poprzedzone będzie programem badań geologiczno-poszukiwawczych z zastosowaniem metod, których koszt będzie niższy od wartości przewidywanego złoża,

- istnieje możliwość odkrycia złoża - odkrycie to poprzedzone byłoby programem badań geologiczno-poszukiwawczych z zastosowaniem metod, których koszt przekracza efektywność ekonomiczną przedsięwzięcia,

- nie ma możliwości odkrycia złoża - aktualne wyniki badań nie uzasadniają tezy poszukiwawczej.

Dalsze etapy badań geologiczno-prognostycznych i ekonomicznych to określenie stopnia wykorzystania złóż, surowców towarzyszących, ustalenie kryteriów bilansowości oraz możliwości przyszłego kompleksowego wykorzystania złóż przy założeniu jeszcze nie znanych albo dotychczas nie stosowanych nowych systemów eksploatacji i technologii odzysku.

Równoległe z niniejszym opracowaniem przygotowano w Instytucie Geologicznym i oddano do druku "Studium bilansu gospodarki surowcami mineralnymi Polski w latach 1971-1976", w którym przedstawiono analizę stopnia zabezpieczenia potrzeb gospodarki narodowej zasobami krajowymi i z importu, w zakresie surowców i wyrobów pochodnych.

W wyniku ciągłej działalności Instytutu Geologicznego w zakresie badań geologiczno-prognostycznych zostanie sporządzona w najbliższym czasie synteza naukowo-badawcza według stanu 1.I.1980 r. dotycząca bazy surowcowej węglowodorów, kopalin stałych i wód podziemnych. Syntezy takie opracowywane będą co 5 lat.

I Zastępca Dyrektora  
Instytutu Geologicznego  
Doc. dr inż. Marian Sałdań

Roman OSIKA

## WSTĘP

Głównym celem prognozowania jest ukierunkowanie badań i zwiększenie efektywności poszukiwań złóż. W związku z tym z inicjatywy redaktora opracowania, Instytut Geologiczny przeprowadził w 1976 r. ocenę zasobów perspektywicznych kopalin Polski według stanu na 1 I 1976 r. Analizę prognostyczną poszczególnych kopalin wykonano na podstawie ogólnych zasad prognozowania opracowanych przez redaktora naukowego. Według tych wytycznych zasoby perspektywiczne podzielono na prognostyczne /D/ i potencjalne /E/. Następnie, w zależności od stopnia rozpoznania, wyróżniono kategorię zasobów prognostycznych kopalin stałych /D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub> i D<sub>3</sub>/ oraz kategorię zasobów prognostycznych /D<sub>1</sub> i D<sub>2</sub>/ ropy naftowej i gazu ziemnego oraz wód mineralnych. Ogólny schemat podziału zasobów kopalin stałych przedstawia się następująco:

### Zasoby stwierdzone /udokumentowane/

<u>bilansowe</u>	<u>pozabilansowe</u>
kategoria A+B	kategoria A+B
kategoria C <sub>1</sub>	kategoria C <sub>1</sub>
kategoria C <sub>2</sub>	kategoria C <sub>2</sub>

### Zasoby perspektywiczne

<u>prognostyczne</u>	<u>potencjalne</u>
kategoria D <sub>1</sub>	kategoria E
kategoria D <sub>2</sub>	
kategoria D <sub>3</sub>	

Opracowanie składa się z dwóch części. W części I omówiono zasady prognozowania, formacje, obszary i zasoby perspektywiczne kopalin energetycznych, metalicznych, chemicznych, skalnych i wód mineralnych. W części II zestawiono materiały dotyczące prognozowania poszczególnych kopalin opracowane przez odpowiednich specjalistów. Całość opracowania zamykają wnioski.

Analiza obejmuje rozpoznane obszary perspektywiczne kraju, w których mogą występować użyteczne koncentracje mineralne. Ze względu jednak na różny stopień zbadania formacji nie we wszystkich przypadkach można było przeprowadzić ilościową ocenę zasobów perspektywicznych, zwłaszcza gdy koncentracje mineralne są związane z utworami magmowymi. Dla tych koncentracji wykonano tylko jakościową ocenę polegającą na ustaleniu przypuszczalnych formacji perspektywicznych, które będą przedmiotem dalszych badań. Niektóre z tych zagadnień będą rozwiązywane w ramach tematu 1.8. /Sowieszczenie ..., 1976/.

Pierwszą ocenę zasobów perspektywicznych wykonał w 1971 r. zespół pracowników Centralnego Urzędu Geologii i Instytutu Geologicznego dla Komitetu Badań i Prognoz Polska 2000 PAN pt. "Perspektywy odkryć geologicznych i powiększenia bazy surowców mineralnych do 2000 roku" /maszynopis/. W opracowaniu tym zgromadzono materiały dotyczące oceny bazy zasobowej kraju według stanu na 1 I 1970 r. oraz przeanalizowano problem zapewnienia gospodarcze narodowej surowców mineralnych do 2000 r., a zasoby perspektywiczne ustalono ogólnie, bez uwzględnienia stopnia zbadania formacji perspektywicznych. W nawiązaniu do tego opracowania Instytut Geologiczny opublikował w 1974 r. pracę pt. "Kierunki rozwoju kompleksowych badań geologicznych IG do 1985 r.", w której przeanalizowano dalsze kierunki poszukiwań oraz ustalono główne tematy do realizacji w celu powiększenia bazy zasobowej

Obecna praca stanowi dalszy krok w prognozowaniu zasobów. Temat ten będzie rozwijany w zakresie doskonalenia metod prognozowania. Prognozowanie geologiczne, które stanowi ważną część programu badawczego, powinno być przeprowadzane po zakończeniu odpowiednich etapów badań regionalnych i wstępnych /podstawowych/ prac poszukiwawczych. W wyniku poznawczych badań regionalnych i podstawowych powinno się przewidywać nowe formacje o przypuszczalnej perspektywiczności /zasoby kat.  $D_3$ /, które w toku dalszych poszukiwań mogą być przeklasyfikowane do wyższych kategorii zasobów prognostycznych / $D_1$  i  $D_2$ /, zaliczone do zasobów potencjalnych /E/, lub też mogą zostać ocenione negatywnie. Prognozowanie zasobów należy do trudnych etapów działalności geologicznej, zwłaszcza na obszarach o skomplikowanej budowie geologicznej. Wiarygodność ustalonych zasobów w formacjach o przypuszczalnej perspektywiczności zależy od jakości analizowanych materiałów geologicznych i jakości przeprowadzonej analizy. W przodujących krajach świata prognozowanie geologiczne należy do najważniejszych zadań służb geologicznych.

Prognozę poszczególnych kopalin Polski przedstawiono w części II opracowania. Przeprowadzono w niej analizę prognostyczną kopalin energetycznych, metalicznych, chemicznych, skalnych oraz wód mineralnych. W opracowaniu wzięło udział kilkudziesięciu pracowników Instytutu Geo-

logicznego. Ze względu na to, że opracowanie podjęto już po ustaleniu planu prac Instytutu Geologicznego na 1976 r., wielu autorów nie mogło poświęcić odpowiedniej ilości czasu na właściwe przeanalizowanie zagadnienia. W związku z tym w poszczególnych opracowaniach dostrzega się różny stopień wyczerpania tematu. Trzeba również zauważyć, że tego typu analizę przeprowadzali autorzy po raz pierwszy, wobec czego nie wypracowano jeszcze szczegółowych metod prognozowania poszczególnych kopalin. Bez większych trudności przeprowadzono prognozowanie w formacjach i obszarach, na których były wykonane wiercenia lub roboty górnicze. W tych przypadkach ustalono zasoby prognostyczne w kategorii  $D_1$ . Dla wielu kopalin obliczono również zasoby w kategorii  $D_2$ , natomiast dla kategorii  $D_3$  przedstawiono na mapach tylko niektóre obszary o zasobach prognostycznych. Prawie w każdej grupie kopalin, z wyjątkiem skalnych, przedstawiono również zasoby potencjalne  $E/$ , w przypadku gdy nie odpowiadają one aktualnym kryteriom bilansowości ze względu na głębokość, bądź też z uwagi na małą wydajność kopaliny użytecznej. Do kopalin, których zasoby zakwalifikowano do potencjalnych ze względu na głębokość należą np.: węgle kamienne występujące poniżej 1000 m, rudy miedzi na głębokości 1500-2000 m, boksyty i argility na obszarze lubelskim, sole kamienne na głębokości 1000-2000 m. Zasoby osadowych rud żelaza natomiast, z wyjątkiem złóż położonych na NE od eksploatowanych obecnie w obszarze częstochowskim, zaliczono do potencjalnych ze względu na niską wydajność kopaliny. To samo dotyczy górnooceńskich i niektórych albskich koncentracji fosforytowych.

Ogólnie zasoby obliczono dość ostrożnie. Dla obszarów, na których oceniano zasoby perspektywiczne kopalin przyjmowano powierzchnie odpowiednio zredukowane, na podstawie doświadczeń uzyskanych w czasie do-tychczasowych badań.

Tematykę prognozowania przedstawiono według ogólnie przyjętego schematu, rozpoczynając od grupy kopalin energetycznych poprzez metaliczne, chemiczne, skalne do wód mineralnych. Przy omawianiu poszczególnych kopalin podano krótką informację morfologiczno-genetyczną złóż, zasoby perspektywiczne oraz obowiązujące w tym zakresie kryteria. Główna treść opracowania dotyczy metod oceny zasobów perspektywicznych. Tekst jest ilustrowany odpowiednimi tabelami zasobów prognostycznych i potencjalnych oraz mapami i szkicami występowania złóż i obszarów o zasobach perspektywicznych.

Cztery tematy dotyczące niektórych rud metali i barytu są realizowane w ramach współpracy z RWPG /1976-1979/: mineralizacja Cu, Zn i Pb w geosynklinalnych formacjach osadowo-wulkanicznych /struktury paleozoiczne NE obrzeżenia Górnośląskiego Zagłębia Węglowego i paleozoiczna formacja wulkaniczno-osadowa w Sudetach/, mineralizacja Sn, W i Mo w

strefach granitoidowych /Sudety/, mineralizacja Ba-F związana z poorogenicznym magmatyzmem i aktywizacją tektoniczno-magmową /Sudety/ oraz mineralizacja  $Al_2O_3$  w strefach wietrzeńowych /obszar Nowa Ruda - Słupiec i obszar lubelski/. W związku z tym zagadnienia te omówiono w opracowaniu w sposób ogólny.

Wykazane w opracowaniu wielkości zasobów prognostycznych i potencjalnych upoważniają tylko do ukierunkowania dalszych badań. Zasoby te nie stanowią podstawy do planowania gospodarczego, natomiast mogą być przydatne w ocenie perspektyw rozwojowych niektórych gałęzi przemysłu i odpowiedniego ustalania planów poszukiwania złóż. Stanowią również cenny materiał dla planowania przestrzennego.

Dalsze etapy prac powinny być ukierunkowane na opracowanie metod prognozowania zasobów w formacjach słabo zbadanych, a zwłaszcza w sfałdowanych lub zmetamorfizowanych formacjach osadowo-wulkanicznych, wulkaniczno-intruzywnych, jak również w formacjach magmowych, występujących w Sudetach i bloku przedsudeckim, na Górnym Śląsku, w Górach Świętokrzyskich i NE Polsce.

Do realizacji tematów powinny być powołane w Instytucie Geologicznym zespoły badawcze składające się z geologów o różnej specjalności /geolog złożowy, stratygraf, petrograf, mineralog, geochemik, geofizyk i matematyk/.

Oddając do rąk Czytelnika pierwsze tego typu opracowanie zdaję sobie sprawę z jego niedociągnięć, a zwłaszcza stopnia wyczerpania tematu. W dalszych etapach prognozowania następne edycje będą wzbogacane i uszczegółowiane.

Pragnę podziękować wszystkim autorom opracowań cząstkowych, jak również prof. A. Bolewskiemu i prof. H. Gruszczykowi za wnikliwą recenzję.

C z ę ś ć I

ZASADY PROGNOZOWANIA



Roman OSIKA

WAŻNIEJSZE DEFINICJE, KLASYFIKACJA I METODY OCENY ZASOBÓW  
PERSPEKTYWICZNYCH KOPALIN

Prognozowanie zasobów kopalin mineralnych polega na kompleksowej analizie materiałów geologicznych badanego obszaru lub formacji geologicznej i skonfrontowaniu wyników z przesłankami mającymi wpływ na powstawanie koncentracji mineralnych, a następnie na porównaniu ich z rozpoznanymi strefami /formacjami/ zawierającymi złoża o przemysłowej wartości. Teoretyczną podstawą prognozowania jest nauka o prawidłowościach formowania się i rozmieszczenia złóż.

Wyróżnia się prognozowanie jakościowe polegające na określeniu obszarów /formacji/ perspektywicznych dla odpowiedniego rodzaju kopaliny i prognozowanie ilościowe, w wyniku którego ustala się ilość badanej kopaliny. Podstawową metodą prognozowania jakościowego i ilościowego jest analiza prognozowa, która polega na szczegółowym studium aktualnych materiałów geologicznych, geofizycznych, geochemicznych i mineralogicznych na tle przesłanek przyrodniczych /geologicznych/ i oznak świadczących o koncentracji mineralnej. Efektem prognozowania jakościowego są mapy mineralogiczno-prognozowe /np. metalogiczno-prognozowe/, natomiast wynikiem prognozowania ilościowego powinna być uporządkowana dokumentacja zasobów perspektywicznych z odpowiednimi mapami prognoz.

1. PRZESŁANKI GEOLOGICZNE

Do ważniejszych przesłanek geologicznych należą: stratygraficzne, paleogeograficzne, sedymentologiczne, paleoklimatyczne, litofacjalne, biologiczne, magmowe, metamorficzne, geochemiczne, strukturalne, geotektoniczne i inne. W zależności od środowiska i charakteru formacji w każdej grupie rozpatrywanych formacji geologicznych można wyróżnić jed-

ną lub kilka sprzężonych ze sobą przesłanek, jak np. przesłanka sedymentologiczno-paleogeograficzna lub geotektoniczno-magmowo-metamorficzna. Przesłanki mogą mieć znaczenie globalne, regionalne lub lokalne. Mają też one różne znaczenie w poszczególnych formacjach geologicznych. Ze względu na to, że są szerzej omówione w pracy H. Gruszczyka /1975/ i T. Gałkiewicza /1976/, jak również w literaturze radzieckiej - "faktory" /E. T. Szatałow i in., 1963/ i francuskiej - "metalotekty" /P. Nicolini, 1970/, ich omówienie ograniczono od ogólnego ujęcia.

### 1.1. Przesłanki stratygraficzne

Z przesłanek stratygraficznych wynikają informacje o okresach geologicznych i orogenicznych, w których najczęściej powstawały odpowiednie złoża kopalin. Tak np. formacją węgla kamiennego w świecie są: karbon górny, perm, jura, rzadziej inne formacje, a węgla brunatnego trzeciorząd, głównie miocen. Do formacji żelazogenicznych należy głównie ordowik, dewon, jura, rzadziej kreda i trzeciorząd. Złoża rud magmowych są związane z prekambrem, z orogenezą waryscyjską i alpejską.

### 1.2. Przesłanki paleogeograficzne

Przesłanki paleogeograficzne mają duże znaczenie przy analizie możliwości powstawania koncentracji mineralnych w morskich basenach sedymentacyjnych, zwłaszcza w zatokach położonych w pobliżu lądów zbudowanych ze skał zasadowych i ultrazasadowych, w których istniało duże prawdopodobieństwo powstawania złóż rud żelaza, miedzi, niklu i innych metali. Na podstawie map paleogeograficznych można ustalić kierunki transportu związków metali z obszarów alimentacyjnych, a następnie określić przypuszczalne obszary lub formacje perspektywiczne dla tych rud. Zbiorniki zamknięte, szybko wysychające wykluczają możliwość powstawania większych złóż rud metali, natomiast istnieją w nich duże możliwości powstawania złóż ewaporatowych.

### 1.3. Przesłanki sedymentologiczne

Przesłanki sedymentologiczne /fizyczne/ określają dynamizm sedymentacji oraz możliwość powstawania koncentracji w warunkach stabilnych i przy udziale prądów morskich; tak np. w przypadku rud metali, zwłaszcza rud żelaza, związki metaliczne mogą być transportowane przez prądy morskie z dużych odległości do miejsca powstawania złóż.

#### 1.4. Przesłanki paleoklimatyczne

Przesłanki te odgrywają dużą rolę przy analizie prognostycznej złóż węgla kamiennych i brunatnych, wietrzeniowych rud metali /Fe, Ni, Cr/ i innych kopalin mineralnych.

#### 1.5. Przesłanki litofacjalne

Kompleksy skał monottonnych, zbudowanych z margli, wapieni i piaskowców są formacjami nieperspektywicznymi z punktu widzenia występowania rud i kopalin chemicznych. Interesujące mogą być natomiast strefy kontaktów skał ilastych i piaszczystych z wapieniami oraz zmiany facjalne tych utworów, jak również luki stratygraficzne. W takich warunkach mogły np. wytrącać się związki metali lub też powstawać złoża fosforytów. Sprzyjającymi warunkami litofacjalnymi charakteryzują się również np. okresy powstawania utworów osadowo-wulkanicznych, w których w facji siarczkowej zwykle powstają koncentracje rud.

#### 1.6. Przesłanki biologiczne

Przesłanki biologiczne /paleozoologiczne, paleofitologiczne/ mają duże znaczenie przy analizie prognostycznej obszarów węglonośnych i innych koncentracji mineralnych. Na podstawie znajomości fauny i flory można odtworzyć środowisko, w którym mogły powstawać różne złoża.

#### 1.7. Przesłanki magmowe

Obecność intruzji magmowych wskazuje na możliwość powstawania złóż rud typu magmowego. Tak np. z formacją gabrowo-anortozytową związane są różne złoża rud Fe, Ti, Cr, Cu, Ni, V, zwłaszcza tytanomagnetytów. Z pomagmatyczną działalnością hydrotermalną związane są złoża żyłowe oraz metasomatyczne rud metali.

#### 1.8. Przesłanki metamorficzne

Przesłanki metamorficzne odgrywają ważną rolę w ocenie występowania wielu rud i kopalin skalnych, np. osadowe i osadowo-wulkaniczne koncentracje rud żelaza w wyniku metamorfizmu regionalnego przeszły w jaspilitowe /takonitowe, itabirytowe/ rudy żelaza. Wiele złóż kopalin skalnych i kamieni półszlachetnych jest związanych z metamorfizmem regionalnym lub magmowym /marmury, kwarcyty, nefryty/.

### 1.9. Przesłanki geochemiczne

Na podstawie tych przesłanek można odtworzyć warunki geochemiczne w środowisku sedymentacyjnym /pH, Eh/.

### 1.10. Przesłanki strukturalne

Przesłanki strukturalne mają dominujące znaczenie przy analizie występowania złóż ropy naftowej i gazu ziemnego. Są one również wykorzystywane przy przewidywaniu innych koncentracji mineralnych. Formacje perspektywiczne, występujące pierwotnie na znacznych głębokościach, które w wyniku fałdowań zostały wyniesione ku górze w formie antyklinali i fałdów, stały się interesujące z punktu widzenia prognostycznego. W innych przypadkach, np. po zerodowaniu stref antyklinalnych, interesujące są struktury synklinoriale i synklinalne. Przesłanki strukturalne mogą być również wykorzystane przy analizie prognostycznej wglębnych rozłamów, z którymi związany jest zwykle zasadowy magmatyzm. Obok złóż żyłowych w strefach brekcjowych mogły powstać złoża rud typu impregnacyjnego lub metasomatycznego. W innych strefach strukturalnych mogło dojść do zniszczenia uformowanych wcześniej złóż.

### 1.11. Przesłanki geotektoniczne

Przesłanki geotektoniczne mają podstawowe znaczenie przy wstępnej ocenie obszarów perspektywicznych. Są one stosowane przy analizie powstawania wszystkich kopalin.

Wymienione przesłanki rozpatruje się kompleksowo dla poszczególnych jednostek tektonicznych, formacji geologicznych lub stref strukturalnych. W przypadku zgodności wszystkich przesłanek formację uważa się za perspektywiczną, natomiast gdy okażą się one negatywne, bądź też choćby jedna z nich zaprzecza możliwości powstawania złóż, formację taką uznaje się za negatywną. Przy kompleksowej analizie prognostycznej rozważania prowadzi się pod kątem możliwości występowania różnych koncentracji mineralnych, ponieważ przesłanki negatywne przy poszukiwaniach np. rudnych koncentracji mogą się okazać pozytywne przy powstawaniu innych złóż, np. soli, ropy, gazu itp.

## 2. OBSZARY MINERALOGENICZNE

Pod tym pojęciem rozumie się perspektywiczne obszary obejmujące zarówno wielkie regiony, prowincje, średniej wielkości strefy struktural-

ne i okręgi, jak również małe strefy: węzeł rudonośny, rejon złożowy, pole rudne, złoża i ciała rudne. Na obszarze mineralogicznym złoża mogą występować pasowo bądź też w formie nieregularnych ciał wśród utworów płonnych.

## 2.1. Region mineralogiczny

Region mineralogiczny jest to obszar odpowiadający jednostkom tektonicznym pierwszego rzędu. Tak np. na obszarze ZSRR wydzielono regiony platformowe jak: platforma wschodnioeuropejska, zachodniosyberyjska i wschodniosyberyjska oraz regiony geosynklinalne: uralski, południowy, południowo-zachodni i północno-wschodni. W każdym regionie wydzielono kilka prowincji mineralogicznych /metalogicznych/. W Kanadzie wydzielono 8 regionów, a w USA 7. W krajach mniejszych pod tym pojęciem rozumie się również jednostki tektoniczne pierwszego rzędu w skali kraju. Tak np. w Polsce wyróżnia się siedem regionów mineralogicznych: jeden region kaledoński /świętokrzyski/, dwa regiony waryscyjskie /dolnośląski i górnośląski/, dwa regiony alpejskie /karpacki i zapadliśka przedkarpackiego/ i dwa regiony platformowe /platforma prekambryjska i paleozoiczna/.

## 2.2. Prowincja mineralogiczna

Prowincja mineralogiczna jest to obszar pokrywający się w zasadzie z granicami orogénów lub jednostek tektonicznych platformowych. Można również wydzielić prowincje węglonośne, ropo- i gazonośne, kruszonośne, solonośne, siarkonośne itp. Prowincje te mogą być rozpatrywane w obrębie regionów lub krajów, bądź też w skali kontynentów /superprowincje/. Tak np. w Europie można wyróżnić superprowincje: górnokarbońskich węgla kamiennych, trzeciorzędowych węgla brunatnych, cechsztyńskich soli kamiennych i potasowych, waryscyjskich złóż kruszcowych, jurajskich złóż rud żelaza i wiele innych. W Polsce i w krajach ościennych można przykładowo wydzielić prowincje: metalogiczną prekambru, węglonośną karbonu, miedzionośną cechsztynu, solonośną cechsztynu, ropo- i gazonośną permu, węglonośną miocenu, solonośną miocenu, siarkonośną miocenu i inne.

Rozważania dotyczące koncentracji mineralnych w poszczególnych prowincjach przeprowadza się zwykle w etapie wstępnej analizy prognostycznej.

### 2.3. Mineralogeniczna strefa strukturalna

Pod tym pojęciem rozumie się obszar zawierający koncentracje mineralne wydzielony w obrębie prowincji mineralogenicznej, podporządkowany określonemu typowi struktur geosynklinalnych lub platformowych /np. synklinorium, synekliza/, o przewadze rozwoju określonych formacji i typów złóż. Wyróżnia się strefy strukturalne ropo- i gazonośne, węglonośne, metalogeniczne /żelazonośne, miedzionośne, cynkowo- i ołowionośne/, solonośne i inne. Powstanie ich jest związane z właściwościami reżimu tektonicznego, sedimentacji i magmatyzmu danego etapu fałdowań oraz rozwojem platform, na których utworzyły się struktury.

Długość mineralogenicznych stref strukturalnych waha się zwykle od kilkudziesięciu do kilkuset kilometrów. W ich obrębie wyróżnia się poszczególne struktury mineralogeniczne, których długość oscyluje zwykle od paru set metrów do kilkunastu kilometrów. Jako przykłady mineralogenicznych stref strukturalnych w Polsce można wymienić: suwalską strefę tytanomagnetytową, solonośną strefę strukturalną Łeży, kujawską solonośną strefę strukturalną /wysady solne/, przedkarpacką strefę solonośną, karpacką strefę ropo- i gazonośną, tarnobrzeską strefę siarkonośną itp.

### 2.4. Okręg mineralogeniczny

Okręg mineralogeniczny stanowi część prowincji lub strefy strukturalnej, w której są eksploatowane złoża. Termin ten pokrywa się często z pojęciem ekonomiczno-geograficznym oznaczającym np. okręg górniczy, jak: górnośląski okręg górniczy, solonośny okręg kujawski, częstochowski okręg żelazonośny itp.

### 2.5. Węzeł rudonośny

Pojęcie to wprowadził E. T. Szatałow i in. /1963/. Jest ono stosowane w rozważaniach metalogenicznych. Węzeł rudonośny stanowi część strukturalno-metalogenicznej strefy o wyraźnie wyróżniającej się koncentracji rud metali na tle słabej mineralizacji obszaru.

Mniejszymi obszarami metalogenicznymi są: rejon złożowy, pole rudne, złożo i ciało rudne.

### 3. FORMACJE I STREFOWOŚĆ MINERALIZACJI

#### 3.1. Formacje geologiczne

Zarówno przy prognozowaniu, jak i w badaniach geologicznych wyróżnia się formacje geologiczne.

Formacja osadowa obejmuje kompleks skał lub serii skalnych osadowych lub wulkaniczno-osadowych, związanych genetycznie w profilu pionowym i po rozciągłości /N. S. Szatski, 1955/<sup>x</sup>.

Formacje magmowe wyróżnia się w obrębie epok i stadiów magmowych zarówno na obszarach geosynklinalnych, jak i na platformach. Tak np. na obszarach geosynklinalnych występują formacje wulkaniczne - spilitowo-keratofirowa i bazaltowo-andezytowa /stadium początkowe/, bazaltowo-andezytowo-dacytowa i bazaltowo-liparytowa /stadium główne/ oraz trachyandezytowa i bazaltowo-liparytowa /stadium późne/. Spośród skał plutonicznych na uwagę zasługują formacje: gabrowo-diabazowa, ultrazasadowa i gabrowo-diorytowo-plagiogranitowa /stadium początkowe/, gabrowo-diorytowo-granitowa i granodiorytowo-granitowa /stadium główne/, gabrowo-sjenitowo-fojaitowa oraz granitów alkalicznych /stadium późne/.

Na obszarach platformowych wśród skał wulkanicznych występuje formacja toleitowo-bazaltowa i trachybazaltowa, a wśród skał plutonicznych formacja gabrowo-sjenitowa i alkaliczno-ultrazasadowa. W fundamencie krystalicznym starych platform występują też formacje migmatytowe, anortozytowe /labradorałytowe/ i granitów rapakiwi /G. M. Saranczi-na, N. F. Szynkariewa, 1967/.

Formacje /facje/ metamorficzne tworzą skały, które przy jednakowym przeciętnym składzie chemicznym mają jednakowy skład mineralny /A. Bolewski, W. Parachoniak, 1974/. Wśród skał powstałych w wyniku metamorfizmu regionalnego wyróżnia się facje: zeolitową, zieleńcową, amfibolitową i jej odmiany - granulitową i eklogitową; wśród skał będących efektem metamorfizmu kontaktowego: albitowo-epidotowo-hornfelsową, pikrosenowo-hornfelsową i sanidynitową.

#### 3.2. Formacje mineralogeniczne

Formacje mineralogeniczne są odmianami formacji geologicznych. Charakteryzują się one obecnością różnych koncentracji mineralnych. Analogicznie do formacji geologicznych wyróżnia się formacje mineralogeniczne osadowe, magmowe i metamorficzne.

<sup>x</sup>Na końcu części I opracowania podano literaturę wybraną dotyczącą głównie problemów prognozowania.

Do mineralogenicznych formacji osadowych zalicza się formacje węglonośne /antrakogeniczne/, solonośne /halogeniczne/, rudonośne /metalogeniczne/ i inne. Powstawały one w różnych środowiskach powiązanych ze sobą odpowiednimi warunkami batymetrycznymi, klimatycznymi i tektonicznymi.

Formacja węglonośna stanowi zespół utworów jeziornych, rzecznych, a niekiedy i morskich, o dużej grubości, powstałych w odpowiednich warunkach klimatycznych umożliwiających bujny rozwój flory, przy stopniowym obniżaniu się obszaru.

Formacja solonośna obejmuje zespół utworów piaszczystych, ilastych, gipsów, skał węglanowych i soli powstałych w warunkach rozczłonkowujących się i wysychających zbiorników wodnych.

Formacja rudonośna składa się ze skał ilastych, piaszczystych, węglanowych i rud powstałych w specyficznych warunkach paleogeograficznych, przy zahamowaniu dopływu materiału klastycznego i wytrącaniu się związków metali pochodzących z ładu lub też z podwodnych ekshalacji wulkanicznych.

Rudonośne formacje magmowe obejmują skały magmowe zawierające koncentracje kruszczone utworzone w jednym stadium geotektonicznym i związane paragenetycznie. Przykładowo można wymienić formacje: splitowo-keratofirowo-dlabazową, z którą związana jest mineralizacja siarczko-wo-miedziowa, porfirową /złoża miedzi/, perydotytowo-dunitową /złoża chromu, niklu/, anortozytową /rudę żelaza, wanału, tytanu/, granitoidową, w której wydziela się różne strefy metalogeniczne jak np. strefę cynowo-wolframowo-molibdenową.

Rudonośność formacji metamorficznej zależy od charakteru pierwotnych utworów, które uległy przeobrażeniu. Na tej podstawie ocenia się możliwość występowania koncentracji mineralnych. Tak np. w facji amfibolitowej powstałej z macierzystych skał marglistych nie ma prawie możliwości występowania mineralizacji kruszczowych, natomiast facja ortoamfibolitowa, utworzona ze skał efuzywnych lub głębinowych, może zawierać rudy pirytu i miedzi i inne koncentracje kruszczowe.

### 3.3. Formacje kruszczowe

Pod tym pojęciem rozumie się asocjacje mineralne rud o podobnej paragenезie. Wyróżnia się endogeniczne i egzogeniczne formacje kruszczowe.

Endogeniczne formacje kruszczowe obejmują złoża charakteryzujące się podobną formą ciał rudnych, podobnymi cechami genetycznymi, trwałymi asocjacjami mineralnymi i bliskimi paragenetycznie mineralnymi



zespołami rud, występującymi w określonej kolejności we wszystkich złożach danej formacji niezależnie od wieku formowania się złóż /J. A. Radkiewicz, 1956; I. I. Zacharow, 1953; R. R. Konstantinow, 1965; E. T. Szatałow i in., 1963/. Przykładowo można wymienić różnego wieku formacje rud tytanomagnetytowych związanych z intruzjami gabrowo-anortozytowymi. Złoża te tworzą soczewy charakteryzujące się pseudowarstwowaniem i podobnymi paragenezami mineralnymi.

Egzogeniczne formacje kruszcowe to podobne typy morfologiczno-genetyczne złóż, które powstały w zbliżonych warunkach paleogeograficznych i litofacjalnych, charakteryzujące się podobnymi paragenezami mineralnymi. Złoża przynależne do formacji kruszcowej spotyka się w różnych utworach niezależnie od ich wieku oraz w różnych prowincjach metalogenicznych. Przykładem egzogenicznej formacji kruszcowej może być formacja minettowych rud żelaza, występująca w różnych okresach geologicznych i w różnych prowincjach świata, charakteryzująca się występowaniem oolitów żelazistych typu getytowo-limonitowego. Inną formacją złóż oolitowo-hematytowych są rudy typu Clinton znane głównie w utworach paleozoicznych. Spośród innych kruszców należy wymienić formacje siarczkowych rud miedzi, która jest związana z utworami ordowickimi i permickimi w różnych prowincjach świata, oraz siarczkowe formacje złóż rud cynku i ołowiu spotykane w utworach ordowickich, permickich i triasowych.

#### 3.4. Strefowość mineralizacji

Przy analizie prognostycznej ważną rolę odgrywa znajomość strefowości mineralizacji, zwłaszcza rud. Wyróżnia się strefowość regionalną i złożową.

Strefowość regionalna zaznacza się na obszarach geosynklinalnych /regiony i prowincje metalogeniczne/ wobec istnienia prawidłowości w rozmieszczeniu różnowiekowych skał magmowych i związanych z nimi złóż endogenicznych.

Strefowość złożowa jest to prawidłowa zmiana składu mineralnego od jednego do drugiego ciała rudnego w poziomie i w pionie lub w kierunku rozciągłości i grubości złoża /W. I. Smirnow, 1965/. Biorąc pod uwagę przyczyny powstawania strefowości można wyróżnić strefowość pierwotną, wtórną, metasomatyczną, strukturalną itp.

#### 3.5. Strefy formacyjno-strukturalne i typy morfologiczno-genetyczne złóż

W prognozowaniu zasobów ważną rolę odgrywa analiza stref formacyjno-strukturalnych występujących na obszarach geosynklinalno-tektonicz-

nych, jak również na platformach, w zapadliskach i w rejonach aktywności tektoniczno-magmowej. Typy morfologiczne struktur mogą być reprezentowane przez formy kopułowe, brachyantyklinalne, liniowe lub przez plakosynklinoria, plakantyklinoria, synklinoria, antyklinoria bądź też przez syneklizy, anteklizy, monokliny oraz przez struktury riftingowe i zapadliskowe. W skład tych struktur wchodzi formacje osadowe, osadowo-wulkaniczne, wulkaniczno-intruzywne, plutogeniczne i metamorficzne. Zespół struktur składających się z jednakowych formacji geologicznych tworzy strefę formacyjno-strukturalną. W zależności od wielkości /ważności/ wydziela się strefy formacyjno-strukturalne 1, 2 i 3 rzędu oraz podaje się cechy morfologiczne, położenie tektoniczne, czas powstania geosynkлинаlnych systemów, czas głównych fałdowań i inne cechy. Na podstawie tych cech i badań petrograficzno-geochemicznych i mineralogicznych oraz asocjacji mineralnych przeprowadza się korelację mineralogiczną analizowanych stref formacyjno-strukturalnych z odpowiednimi obiektami znanymi z występowania złóż o znaczeniu przemysłowym.

W ocenianych strefach formacyjno-strukturalnych typy morfologiczno-genetyczne określa się na podstawie analogii ze strefami zawierającymi złoża o wartości ekonomicznej. Dla ocenianej strefy formacyjno-strukturalnej zestawia się przesłanki i oznaki geologiczne, a zwłaszcza formy struktur, skład i asocjacje mineralne. Każdy rodzaj kopaliny dzieli się na kilka lub kilkanaście typów morfologiczno-genetycznych. Na przykład złoża rud żelaza można podzielić na typy: jaspilitowy, osadowy /z podtypami oolitowymi i nieoolitowymi/, magmowy /z podtypem tytanomagnetytowym, skarnowym, magmowym typu Kiruna/ i laterytowy. W złożach rud miedzi można wyróżnić typ sulfobolitowy, karbonatytowy, skarnowy i porfirytowy, typy związane z zasadowymi skałami wylewnymi i osadowo-wulkanicznymi oraz podtypy żyłowe. Złoża rud niklu można podzielić na typ sulfobolitowy, typ związany z przeobrażeniem ultrazasadowych skał norytowo-perydotytowo-serpentynitowych w amfibolity i dioryty kwarcowe, typy żyłowe i typ laterytowo-saprolitowy.

Typy morfologiczno-genetyczne mają również duże znaczenie przy prognozowaniu kopaliny płynnych i gazowych, a zwłaszcza przy ocenie zasobów ropy i gazu /typ strukturalny, szczelinowy i in./.

Korelacja stref formacyjno-strukturalnych i typów morfologiczno-genetycznych złóż stanowi jedną z ważniejszych metod oceny zasobów perspektywicznych.

#### 4. PODSTAWOWE MATERIAŁY GEOLOGICZNE WYKORZYSTYWANE PRZY ANALIZIE PROGNOSTYCZNEJ

Analizę prognostyczną przeprowadza się na podstawie aktualnych materiałów geologicznych i geofizycznych. Do materiałów geologicznych należą mapy geologiczne, tektoniczne, strukturalne, paleogeograficzne, geochemiczne i hydrochemiczne, surowcowe oraz metalogeniczne, wykonane w różnych skalach. Przy analizie wykorzystuje się ponadto przekroje geologiczne i profile stratygraficzno-litologiczne otworów wiertniczych oraz wyniki geofizyki wiertniczej. Do materiałów geofizycznych należą mapy magnetyczne, grawimetryczne, mapy i profile sejsmiczne i geoelektryczne. W toku analizy prowadzi się ocenę materiałów podstawowych i laboratoryjnych zgromadzonych w różnych opracowaniach publikowanych i archiwalnych.

Efektom tej analizy są mapy prognoz kopalin. Na mapach wydziela się obszary perspektywiczne i przeprowadza ocenę zasobów prognostycznych /kat. D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub>, D<sub>3</sub>/ i potencjalnych /kat. E/. Na obszarach z zasobami prognostycznymi projektuje się dalsze badania geologiczne, geofizyczne i wiercenia. W tym celu sporządza się mapę prognoz odpowiednich rodzajów kopalin.

##### 4.1. Mapy geologiczne

Przy analizie prognostycznej wstępnej, tj. w toku badań regionalnych, wykorzystuje się głównie mapy przeglądowe 1:1 000 000, 1:500 000 i 1:200 000, a w przypadku obszarów bardziej skomplikowanych mapy półszczełowe 1:100 000 lub 1:50 000. W etapie poszukiwań wstępnych i szczegółowych analizę prowadzi się głównie na mapach w skali 1:100 000, 1:50 000 i 1:25 000.

Dla obszaru Polski opublikowany jest atlas geologiczny 1:2 000 000, atlas map geologicznych zakrytych i odkrytych 1:1 000 000, mapy geologiczne w skali 1:500 000 bez utworów kenozoicznych i bez utworów czwartorzędowych. W druku znajdują się mapy geologiczne 1:500 000 bez utworów kredowych, bez utworów jurajskich i bez utworów triasowych, a także mapa geologiczna 1:200 000 /zakryta i bez utworów czwartorzędowych/. Dotychczas wydano mapy obejmujące około 50% obszaru Polski. W ramach badań regionalnych wykonano mapy struktur wglębnych całej Polski. Są też opublikowane mapy regionalne /nieseryjne/. W grupie map półszczełowych i szczegółowych wydano kilka arkuszy map geologicznych w skali 1:100 000 /arkusz Kielce, Opatów, obszar GZW/ oraz kilkadziesiąt arkuszy w skali 1:50 000 i 1:25 000.

Do analizy prognostycznej wstępnej /jakościowej/ są wystarczające istniejące mapy geologiczne przeglądowe, natomiast do analizy właściwej /ilościowej/ niezbędny jest komplet map szczegółowych.

Mapę tektoniczną wydano dotychczas w Polsce w skali 1:1 000 000, a w opracowaniu jest mapa 1:500 000. Oprócz tego istnieją regionalne mapy tektoniczne, jak np. Karpat, zapadliska przedkarpackiego, GZW, Górnicy Świętokrzyskich oraz niektórych elementów Niżu Polskiego. Do wstępnej analizy prognostycznej mapy te są wystarczające, natomiast do właściwego prognozowania zasobów brak jest szczegółowych map tektonicznych, zwłaszcza obszaru dolnośląskiego.

Mapy strukturalne są wykorzystywane przy prognozowaniu różnych koncentracji mineralnych, zwłaszcza zasobów ropy i gazu oraz wód mineralnych. Do dyspozycji ostnieje wydany atlas map geologiczno-strukturalnych 1:200 000 obszarów platformowych i zapadliska przedkarpackiego. Mapy te umożliwiają prognozowanie zasobów złóż ropy i gazu ziemnego, wód mineralnych i złóż innych kopalin mineralnych.

Mapy paleogeograficzne są wykorzystywane przeważnie przy analizie prognostycznej basenów sedymentacyjnych. W Polsce wydano atlasy paleogeograficzne 1:3 000 000 i 1:2 000 000. Oprócz tego dla niektórych obszarów istnieją nieopublikowane mapy paleogeograficzne w skalach większych.

#### 4.2. Mapy geochemiczne, hydrochemiczne, metalogeniczne i złóż kopalin

Mapy geochemiczne są głównie wykorzystywane przy analizie prognostycznej rud. Dotychczas opracowano tego typu mapy dla Sudetów /mapy geochemiczne i szlichowe/; są one załącznikami do różnych opracowań.

Mapy hydrochemiczne odgrywają ważną rolę przy prognozowaniu zasobów wód mineralnych, soli, ropy naftowej i gazu ziemnego oraz niektórych rud. Mapę hydrochemiczną Polski 1:1 000 000 wydano w 1977 r. Ponadto istnieją mapy hydrochemiczne niektórych obszarów Polski opracowane w różnych skalach /materiały archiwalne IG/.

Mapy złóż kopalin są zróżnicowane na mapy: złóż kopalin i poszczególnych kopalin. Pierwsze z nich są wykorzystywane, oprócz planowania gospodarczego, przy analizie prognostycznej pokrewnych grup kopalin i poszczególnych kopalin, zwłaszcza przy prognozowaniu wstępnym. Natomiast mapy poszczególnych kopalin służą głównie do szczegółowego prognozowania zasobów. Oprócz przeglądowych map podstawowych złóż kopalin Polski /1:2 000 000, 1:1 000 000, 1:500 000/ oraz map złóż kopalin skalnych w skali 1:300 000, wiele map złożowych znajduje się w różnych

opracowaniach publikowanych i archiwalnych, szczególnie w dokumentacjach geologicznych złóż.

Mapy metalogeniczne mają podstawowe znaczenie przy prognozowaniu złóż rud i pokrewnych genetycznie koncentracji mineralnych. Przedstawiają one prawidłowości rozmieszczenia obszarów, formacji i złóż na tle wybranych elementów geologicznych, zwłaszcza dotyczących przesłanek metalogenicznych. Przy analizie prognostycznej wykorzystuje się mapy szczegółowe i regionalne, a przy wstępnej również mapy metalogeniczne kontynentów. W końcowym stadium jest druk mapy metalogenicznej Europy 1:2 500 000. W tej samej skali wydano również mapę złóż rud żelaza Europy. Dla obszaru Polski istnieje atlas mineralogeniczny 1:2 000 000 i mapa mineralogeniczna /typu metalogenicznego/ 1:1 000 000, mapy metalogeniczne Gór Świętokrzyskich i Sudetów /załączniki do opracowań tych obszarów/, mapa metalogeniczna Masywu Czeskiego 1:500 000 /opracowana przez NRD, Czechosłowację i Polskę/ oraz mapa geologiczna Sudetów 1:200 000.

#### 4.3. Mapy geofizyczne

Mapy geofizyczne są wykorzystywane do analizy prognostycznej, przeważnie jednak wyniki badań geofizycznych są wkomponowywane do różnych opracowań geologicznych, zwłaszcza przy opracowywaniu map strukturalnych. Dla obszaru NE Polski mapy te są wykorzystywane do bezpośredniej analizy prognostycznej.

Mapy magnetyczne i grawimetryczne w skali 1:1 000 000 obejmują całą Polskę, a dla wielu obszarów są wydane mapy w skalach mniejszych /1:500 000 i 1:200 000/. Dla niektórych obszarów /Sudety, Góry Świętokrzyskie i GZW/ istnieją mapy w skalach półszczełgowych i szczegółowych.

W 1975 r. wydano mapę sejsmiczną Polski/1:500 000/, będącą wynikiem regionalnych prac refrakcyjnych prowadzonych w związku z rozpoznaniem głębokiego podłoża. Ponadto w archiwach IG i PPG zgromadzone są materiały sejsmiczne, zwłaszcza z badań refleksyjnych. Spośród pozostałych metod geofizycznych do prognozowania wykorzystuje się najczęściej mapy geoelektryczne, szczególnie przy prognozowaniu złóż kopalin skalnych.

Zdjęcia geofizyczne w wystarczającym stopniu umożliwiają prognozowanie wstępne. Dla wielu obszarów stanowią one również podstawę do szczegółowego prognozowania, tylko na obszarze Sudetów i bloku przed-sudeckiego nadal odczuwa się brak szczegółowych zdjęć magnetycznych i grawimetrycznych.

Polska posiada zatem potrzebny komplet map geologicznych, złożowych i geofizycznych do wstępnego prognozowania zasobów perspektywicznych. Dla wielu obszarów istnieją również mapy będące podstawą ilościowego prognozowania. Największe trudności istnieją przy prognozowaniu zasobów w orogenach waryscyjskich, kaledońskich oraz w NE Polsce. Na tych obszarach powinny być nadal prowadzone półszczegółowe i szczegółowe zbadania geofizyczne, przede wszystkim magnetyczne i grawimetryczne, oraz wiercenia geologiczne w celu ustalenia wglębnej budowy geologicznej i opracowania różnych map, zwłaszcza szczegółowych map metalogenicznych.

## 5. KLASYFIKACJA OBSZARÓW I SKALA MAP STOSOWANA PRZY ANALIZIE PROGNOZOWANIEJ

W zależności od stopnia skomplikowania budowy geologicznej i złóż wyróżnia się 5 typów obszarów, dla których prognozowanie prowadzi się na podstawie map w odpowiednich skalach.

### 5.1. Obszary o prostej budowie geologicznej

Do tego typu należą obszary występowania skał osadowych i wulkanogeniczno-osadowych, na których są wykształcone kompleksy utworów wchodzących w skład pokrywy platformowej, utwory molasowe zapadliisk przedgórskich i śródgórskich oraz niektóre kompleksy typu platformowego na obszarach orogenicznych. Przykładowo można tu wymienić złoża: węgla kamiennych i brunatnych, osadowe rudy żelaza i miedzi, pokładowe soli kamiennych, fosforytów, siarki rodzimej oraz liczne kopaliny skalnych. Zalicza się tu również złoża związane ze skałami węglanowymi występujące zgodnie z warstwowaniem, jak również występujące w formie nieregularnych ciał związane ze strefami dyslokacyjnymi, np. złoża rud cynku i ołowiu w dolomitach kruszczońskich triasu śląsko-krakowskiego. Na obszarach o prostej budowie geologicznej prognozowanie przeprowadza się zwykle na mapach 1:500 000 lub 1:200 000, a tylko w niektórych przypadkach analizę przeprowadza się na mapach szczegółowych. Formacje lub struktury perspektywiczne ustalone na podstawie analizy nanosi się na mapę prognoz, na której przedstawia się również ważniejsze elementy paleogeograficzne /facjalne/, strukturalne, geochemiczne i geofizyczne uzasadniające perspektywiczność wytypowanych formacji.

#### 5.2. Obszary o niezbyt skomplikowanej budowie geologicznej

Do tego typu zalicza się obszary zbudowane ze skał osadowych i osadowo-wulkanicznych, o nieskomplikowanych strukturach fałdowych, przecięte intruzjami, które w małym stopniu zmieniły pierwotny skład utworów. Przykładowo można wymienić struktury paleozoiczne NE obrzeżenia GZW, niektóre strefy fałdów Gór Świętokrzyskich, jak również proste co do formy intruzje o jednorodnym składzie petrograficznym, np. granity Strzegomia. Prognozowanie dla tego typu obszarów przeprowadza się zwykle na mapach w skali od 1:200 000 do 1:100 000.

#### 5.3. Obszary o skomplikowanej budowie geologicznej

Na obszarach tego typu utwory osadowe, osadowo-wulkaniczne i wulkaniczne zostały silnie sfałdowane. Powstały skomplikowane struktury fałdowe, np. obszar karpacki. W strefach dyslokacyjnych występują liczne intruzje i ekstruzje magmowe, które miejscami zmieniły skład petrograficzny pierwotnych utworów, np. niektóre obszary Sudetów i Gór Świętokrzyskich. Dla tego typu obszarów prognozowanie przeprowadza się na mapach szczegółowych od 1:100 000 do 1:50 000.

#### 5.4. Obszary o bardzo skomplikowanej budowie geologicznej

Do tego typu należą obszary z rozwiniętym, wielofazowym wulkanizmem i magmatyzmem intruzywnym. Pierwotne skały osadowe i wulkaniczne uległy regionalnemu metamorfizmowi. Powstawały tu koncentracje mineralne związane z metalotektami magmowymi, reprezentowane przez złoża skarnowe, pegmatytowe, hydrotermalne, jak również złoża związane z aktywizacją tektoniczno-magmową. Formą tych złóż są gniazda, soczewki, kominy, żyły i sztokwerki. Prognozowanie dla tego typu obszarów prowadzi się na mapach szczegółowych w skali od 1:10 000 do 1:5 000.

#### 5.5. Obszary o bardzo skomplikowanej budowie podłoża pokryw platformowych

Z punktu widzenia prognostycznego obszary te należą do najbardziej skomplikowanych. Fundament krystaliczny NE Polski składa się z silnie zmetamorfizowanych skał archaicznych i proterozoicznych. Na obszarze

tym występują głębokie rozłamy, z którymi związany jest magmatyzm. Badania i prognozowanie na tym obszarze są utrudnione ze względu na pokrycie fundamentu krystalicznego grubym kompleksem utworów górnoprotezoicznych i fanerozoicznych. Ogólnie, prognozowanie dla tego typu obszaru przeprowadza się w podobny sposób jak na obszarach występowania utworów zmetamorfizowanych z tym jednak, że podstawowymi materiałami są zdjęcia geofizyczne i wiercenia badawcze dostarczające danych do badań podstawowych i metalogenicznych. Analizę prognostyczną przeprowadza się na podstawie przeglądowych i szczegółowych map geologicznych i geofizycznych.

## 6. OZNAKI WYSTĘPOWANIA ZŁÓŻ

W analizie prognostycznej wykorzystuje się oznaki świadczące o koncentracjach mineralnych, które mogą być bezpośrednim dowodem występowania złóż. Oznaki te są zwykle rejestrowane w toku zdjęć geologicznych, geochemicznych i metalogenicznych /szlichowych, potoków rozproszenia/, prac geofizycznych i górniczo-wiertniczych.

Wyróżnia się oznaki bezpośrednie i wyinterpretowane. Do bezpośrednich należą oznaki naturalne i sztuczne. Do naturalnych zalicza się w szczególności złóż na powierzchni ziemi, obecność przejawów mineralizacji, wycieki bituminów itp., do sztucznych zaś należą koncentracje mineralne stwierdzone w otworach wiertniczych i wyrobiskach górniczych. Oznakami wyinterpretowanymi są anomalie litochemiczne, szlichowe, hydrochemiczne, biogeochemiczne, gazowe i geofizyczne /radiometryczne, magnetyczne, grawimetryczne/ oraz aureole i potoki rozproszenia, jak również zmiany wtórne wokół skał otaczających złoża i inne. Oznaki występowania złóż są szerzej scharakteryzowane m. in. w pracy H. Gruszczyka /1975/ i T. Gałkiewicza /1976/.

## 7. KLASYFIKACJA ZASOBÓW PERSPEKTYWICZNYCH

Wyróżnia się prognozowanie geologiczne jakościowe i ilościowe.

### 7.1. Prognozowanie jakościowe

Prognozowanie jakościowe polega na wydzieleniu na mapach metalogenicznych lub złożowych perspektywicznych obszarów lub stref formacyjno-strukturalnych i określeniu rodzaju przypuszczalnych koncentracji mineralnych na podstawie porównania ich z podobnymi obiektami, na któ-



rych stwierdzono złoża. Perspektywiczny obszar lub strefę formacyjno-strukturalną wydziela się na podstawie informacji geologicznych, uzyskanych w toku szczegółowych zdjęć geologicznych, geochemicznych, geofizycznych i kartografii wgłębszej oraz porównaniu tych wyników z odpowiednimi przesłankami kontrolującymi koncentracje mineralne.

## 7.2. Prognozowanie ilościowe

Prognozowanie ilościowe polega na ocenie zasobów kopalin występujących na wydzielonych obszarach perspektywicznych lub w strefach formacyjno-strukturalnych i określeniu orientacyjnego składu prognozowanych złóż. Ocenę przeprowadza się odpowiednimi metodami dostosowanymi do charakteru stref formacyjno-strukturalnych i stopnia ich zbadania oraz kryteriów bilansowości.

Oprócz zasobów stwierdzonych /udokumentowanych w kat. A, B, C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>/ dotychczas w Polsce, wyróżniono nie udokumentowane zasoby kopalin stałych jako perspektywiczne, orientacyjne lub szacunkowe. Na przykład do grupy zasobów perspektywicznych lub orientacyjnych zaliczono zwykle zasoby złóż występujących na obszarach perspektywicznych o różnym stopniu zbadania, częściowo rozpoznane zarówno wierceniami, jak i zdjęciami geofizycznymi i geologicznymi. Do zasobów szacunkowych zaliczono przeważnie złoża na obszarach częściowo zbadanych, położonych w sąsiedztwie istniejących złóż.

W celu ujednoczenia zasad klasyfikacji zasobów nie udokumentowanych, na posiedzeniu ekspertów RWPG w kwietniu 1976 r. w Leningradzie przyjęto dla rud dwie grupy zasobów tj. prognostyczne, oceniane na podstawie uproszczonych kryteriów stosowanych do oceny zasobów w kat. C<sub>2</sub> i potencjalne, do których zalicza się strefy złóż mogące być obiektem zainteresowania w przyszłości.

### 7.2.1. Zasoby prognostyczne kopalin stałych

W zależności od stopnia zbadania formacji /obszarów/ perspektywicznych wyróżnia się zasoby prognostyczne kategorii D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub> i D<sub>3</sub>.

Zasoby prognostyczne kategorii D<sub>1</sub> ocenia się dla perspektywicznych obszarów lub stref formacyjno-strukturalnych rozpoznanych metodami geofizycznymi lub zdjęciami geologicznymi oraz częściowo wierceniami poszukiwawczymi, w stopniu nie wystarczającym jednak do ustalenia zasobów w kategorii C<sub>2</sub>. Przykładowo można wymienić: obszary węglonośne położone wokół złóż udokumentowanych, w których rejonie istnieją pojedyncze otwory wiertnicze, solonośną strefę formacyjno-strukturalną pozna-

ną metodami geofizycznymi i pojedynczymi otworami, oraz wiele obszarów występowania kopalin skalnych częściowo rozpoznanych w toku szczegółowych zdjęć geologicznych i rekonesansowych badań surowcowych.

Zasoby prognostyczne kategorii  $D_2$  ocenia się dla perspektywicznych stref formacyjno-strukturalnych występujących w jednostkach lub elementach tektonicznych podobnych do stref formacyjno-strukturalnych, w których stwierdzono złoża o przemysłowej wartości. Oceniane strefy formacyjno-strukturalne są dobrze zbadane metodami geologicznymi i geofizycznymi tak na obszarach odsłoniętych, jak i zakrytych. Dla obszarów odsłoniętych istnieją szczegółowe zdjęcia geologiczne, litogeochemiczne lub szlichowe, natomiast na obszarach zakrytych wykonano odpowiednią ilość prac geofizycznych i wierceń badawczych pozwalających na opracowanie wgłębnych map geologicznych. Przykładowo można wymienić: węglonośną strefę formacyjno-strukturalną karbonu produktywnego pod nasunięciem karpackim, cechsztyńską strefę solonośną na monoklinie przed-sudeckiej, strefę miedzionośnego cechsztynu na peryklinie Żar i strefy barytonośne związane z aktywizacją tektoniczno-magmową, występujące w innych elementach tektonicznych Sudetów niż rejon Boguszowa lub Stanisławowa.

Zasoby prognostyczne kategorii  $D_3$  ocenia się dla stref formacyjno-strukturalnych, w których na obszarze Polski nie są znane złoża o przemysłowej wartości, natomiast złoża takie znane są w innych krajach. Oceniane strefy formacyjno-strukturalne są słabiej zbadane niż w przypadku oceny w kategorii  $D_2$ . Dla obszarów odsłoniętych istnieją przeglądowe zdjęcia geologiczne i litochemiczne oraz półszczełkowe zdjęcia geofizyczne /magnetyczne, grawimetryczne, elektrooporowe, radiometryczne/, a na obszarach zakrytych są wykonane półszczełkowe zdjęcia magnetyczne, grawimetryczne, sejsmiczne i radiometryczne oraz pojedyncze wiercenia badawcze. Na podstawie zgromadzonych materiałów oraz przesłanek i oznak świadczących o występowaniu złóż opracowuje się odpowiednie metody oceny zasobów dla wyróżnionych stref formacyjno-strukturalnych i rodzajów kopalin.

Pośród perspektywicznych stref formacyjno-strukturalnych w Polsce można wymienić: staropaleozoiczne formacje osadowo-wulkaniczne NE obrzeżenia GZW i zielenicowo-keratofirową strefę Gór Kaczawskich. W podobnych strefach formacyjno-strukturalnych są znane złoża kruszców na obszarze Kazachstanu i Ałtaju w ZSRR oraz w Appalachach kanadyjskich na obszarze Brunshwiku i Gaspé. W formacji epikontynentalnej dolnego triasu można się spodziewać na monoklinie przed-sudeckiej i syneklizie perybałtyckiej występowania pierwiastków promieniotwórczych. Tego rodzaju złoża o znaczeniu przemysłowym znane są z zachodniej Francji.

### 7.2.2. Zasoby prognostyczne ropy naftowej i gazu ziemnego

Przy ocenie zasobów prognostycznych ropy naftowej i gazu ziemnego wyróżnia się zasoby  $D_1$  i  $D_2$ .

Zasoby prognostyczne  $D_1$  ocenia się dla perspektywicznych formacji /obszarów/ zarówno z udowodnioną, jak i przypuszczalną ropo- i gazononością. Formacje te lub struktury są poznane w etapie szczegółowych badań regionalnych geologicznych, geofizycznych i geochemicznych.

Zasoby prognostyczne  $D_2$  ocenia się dla stref formacyjno-strukturalnych o słabo zbadanej budowie geologicznej i niedostatecznie określonych perspektywach ropo- i gazononości. Do tej kategorii zalicza się także prognostyczne zasoby stref formacyjno-strukturalnych teoretycznie perspektywicznych, lecz nie zbadanych wierceniami, w przypadku pozytywnej oceny tych formacji na podstawie analizy prognostycznej.

### 7.2.3. Zasoby prognostyczne wód mineralnych

Przy prognozowaniu zasobów wód mineralnych wyróżniono formację chlorkową, wodorowęglanową i siarczanową. W ramach poszczególnych formacji wydziela się typy wód mineralnych, np. w formacji siarczanowej wyróżnia się typy wód: siarczanowych, siarczkowych, radoczynnych itp. Na mapie przedstawia się obszary z lokalizacją otworów, w których wydajność oszacowano na podstawie wyników opróbowania hydrogeologicznego. Określone w ten sposób zasoby wód zalicza się do prognostycznych kategorii  $D_1$ . W rejonach, w których brak takiego rozpoznania, lecz w wyniku analizy są one oceniane pozytywnie, zasoby wód można zaliczyć do prognostycznych kategorii  $D_2$ .

### 7.2.4. Zasoby potencjalne kopalin stałych

Do kategorii tej zalicza się zasoby kopalin występujących w formacjach o znanej perspektywiczności, które w świetle obecnych kryteriów nie mogą być jednak określone jako prognostyczne. Zasoby potencjalne E ustalone są na podstawie zdjęć geologicznych, geochemicznych, geofizycznych, kartografii wgłębszej i wyników innych badań. Podobnie jak przy zasobach prognostycznych rozważa się przesłanki sprzyjające koncentracjom mineralnym. Do potencjalnych są zaliczane zasoby złóż występujących na obszarach częściowo rozpoznanych, jak również w formacjach o ustalonej perspektywiczności. Zasoby potencjalne w stosunku do zasobów prognostycznych należy rozumieć jako odpowiednik udokumentowanych zasobów pozabilansowych w stosunku do zasobów bilansowych.

Dla każdego rodzaju lub grupy kopalin powinny być opracowane dokładniejsze wytyczne do prognozowania zasobów.

## 8. PROGNOSTYCZNE MAPY ZASOBÓW KOPALIN

Efektom analizy są mapy prognoz zasobów kopalin, które dzielą się na przeglądowe i szczegółowe.

Przeglądowe mapy prognoz zasobów kopalin sporządza się w skali od 1:500 000 do 1:100 000 dla kraju lub dla poszczególnych regionów. Na mapy nanosi się syntetyczne dane dotyczące kopalin /obszary, złoża, wystąpienia/, wybrane elementy geologiczne i geofizyczne oraz dane geochemiczne i inne, wskazujące na możliwość występowania koncentracji mineralnych na poszczególnych obszarach lub w strefach formacyjno-strukturalnych. Z kolei wydziela się perspektywiczne elementy stref formacyjno-strukturalnych. Elementy te ustala się w toku analizy prognostycznej na podstawie przesłanek mineralogicznych oraz materiałów geologicznych, geofizycznych i złożowych, jak również przedstawionej klasyfikacji obszarów i zasobów. Wyróżnia się mapy prognoz ropy naftowej i gazu ziemnego, węgla kamiennych, węgla brunatnych, rud, kopalin chemicznych, kopalin chemicznych, kopalin ogniotrwałych i ceramiki szlachetnej oraz kopalin budowlanych.

Szczegółowe mapy prognoz zasobów kopalin wykonuje się w skalach 1:50 000, 1:25 000 lub 1:10 000 dla obszarów i złóż o skomplikowanej lub bardzo skomplikowanej budowie geologicznej i zmiennej mineralizacji /5.3, 5.4, 5.5/. Mapy te obejmują mniejszy obszar w porównaniu z mapami przeglądowymi. Dotyczą zwykle struktur lub elementów strefy formacyjno-strukturalnej. Ich celem jest uchwycenie prawidłowości rozmieszczenia koncentracji mineralnych na podstawie map geologicznych, geochemicznych i geofizycznych oraz wydzielenie skał o podobnym składzie petrograficznym, w których istnieje największe prawdopodobieństwo rozwoju mineralizacji. Mapy prognoz sporządza się zwykle dla stref magmowych i metamorficznych, z którymi może być związane wystąpienie rud.

## 9. KRYTERIA /PARAMETRY/ STOSOWANE PRZY OCENIE ZASOBÓW PERSPEKTYWICZNYCH

### 9.1. Kopaliny stałe

Kryteria dotyczące głębokości, miąższości, wielkości zasobów i zawartości głównych składników przy ocenie zasobów prognostycznych i potencjalnych kopalin stałych mają charakter orientacyjny. Są one aktua-

lizowane w miarę postępu techniki i uzyskiwania ściślejszych informacji. Przykładowo można podać aktualizację kryterium głębokości w celu oceny zasobów złóż siarki, która w latach pięćdziesiątych wynosiła około 100 m. Po wprowadzeniu podziemnego wytopu zwiększono ją do 300 m, aktualnie zaś zasoby potencjalne ustala się do 750 m głębokości. Przypuszczalnie głębokość ta zostanie w najbliższym czasie zwiększona ze względu na to, że złoża podobnego typu eksploatuje się metodą podziemnego wytopu do głębokości około 500 m, a ocenę zasobów prowadzi się do około 750 m /Teksas, USA/. Przykładem zmiany kryterium głębokości ze względu na wielkość zasobów jest złożo tytanomagnetytów Krzemianka. W początkowym etapie rozpoznania przyjmowano głębokość 1500 m, w miarę wzrostu zasobów zwiększono ją do 2000, a następnie do 2300 m.

Zasoby prognostyczne kopalin stałych  $D_1$ ,  $D_2$  i  $D_3$  ustala się na podstawie uproszczonych kryteriów bilansowości dla kategorii  $C_2$  /głębokość, miąższość, wielkość zasobów oraz przypuszczalna zawartość głównych składników w rudzie/.

Do zasobów potencjalnych zalicza się te zasoby perspektywiczne kopalin, które nie spełniają warunków dla kategorii  $C_2$  w zakresie głębokości lub wydajności i z tego powodu nie mogą być zakwalifikowane do kategorii D.

Obecnie zasoby węgla kamiennych dokumentuje się w kategorii  $C_2$  do głębokości 1000 m /lub do 1250 m - nowe propozycje/, przy czym minimalna miąższość pokładów węgla energetycznego i specjalnego mieści się w przedziale 0,6 - 0,8 m, a dla węgla koksującego 0,4-0,7 m. Zasoby potencjalne węgla przy tej samej miąższości pokładów są obliczane na głębokości 1000-2000 m.

Zasoby potencjalne węgla brunatnych oblicza się do głębokości 400 m, przy czym minimalna miąższość pokładów węgla wynosi 3 m, a stosunek grubości nadkładu do miąższości pokładów nie przekracza 10 m

Zasoby potencjalne rud ilmenitowo-magnetytowych Suwałszczyzny oblicza się do 2300 m, przy czym przyjmuje się wskaźniki wydajności około 20 t na 1 m głębokości anortozytów.

Zasoby potencjalne cechsztyńskich rud miedzi oblicza się do 2000 m głębokości, przy czym minimalna miąższość pokładu wynosi 0,5 m, a średnia wydajność rud z 1 m<sup>2</sup> powierzchni odpowiada najniższej wydajności eksploatowanej, tj. 10 kg na obszarze niecki północnosudeckiej /do głęb. 1000 m/ i 42-46 kg na obszarze monokliny przedsudeckiej /głęb. 1000-2000 m/.

Dla rud cynku i ołowiu triasu śląsko-krakowskiego zasoby potencjalne oblicza się do 1000 m głębokości, a minimalną wydajność rud z 1 km<sup>2</sup> powierzchni przyjmuje się w wysokości 0,1 mln t.

Zasoby potencjalne cechsztyńskich pokładowych złóż soli kamiennych ustala się do głębokości 2000 m. Dla profilu cechsztyńskiej formacji solonośnej przyjmuje się następujące miąższości: sole kamienne - 35 m /obszar Łeby/ i 70 m /monoklina przedsudecka/; sole potasowe - 10 m /obszar Łeby/ i 5 m /obszar monokliny przedsudeckiej/.

Dla wysadów solnych zasoby potencjalne oblicza się do głębokości 2000 m, przy czym minimalna wielkość zasobów powinna być nie mniejsza od zasobów złóż obecnie eksploatowanych.

Zasoby potencjalne siarki rodzimej obszaru przedkarpackiego ustala się do głębokości 750 m, jeśli wydajność siarki z 1 km<sup>2</sup> powierzchni wynosi około 3 mln t.

Dla kopalin skalnych zasoby potencjalne /do eksploatacji odkrywkowej/ ocenia się do głębokości około 100 m, a w niektórych uzasadnionych przypadkach /kopaliny o dużych zasobach, pozwalających na rozwinięcie eksploatacji na dużą skalę/ prognozowanie prowadzi się do głębokości większej od 100 m.

## 9.2. Kopaliny płynne i gazowe

Przy ocenie zasobów prognostycznych kopalin płynnych i gazowych parametr głębokości w zasadzie nie odgrywa roli, natomiast ważne są parametry wydajności i inne kryteria.

# 10. METODY OCENY ZASOBÓW PERSPEKTYWICZNYCH KOPALIN

## 10.1. Kopaliny stałe

W zależności od stopnia zbadania perspektywiczności obszaru ocenę zasobów prowadzi się różnymi metodami.

Zasoby prognostyczne  $D_1$  ocenia się na podstawie geometryzacji złóża oraz parametrów znanych z przylegających stref udokumentowanych lub uzyskanych z pojedynczych otworów wiertniczych wykonanych na obszarze objętym prognozą. Przy określaniu ilości zasobów prognostycznych w kategorii  $D_1$  wykorzystuje się oznaki i przesłanki oraz inne prawidłowości rozmieszczenia złóż. W zależności od stopnia zmienności złóża wprowadza się współczynniki  $< 1/$  korygujące wielkość powierzchni i miąższości lub wydajność kopaliny z 1 km<sup>2</sup> lub 1 km<sup>3</sup> obszaru. W przypadku złóż pokładowych można stosować metodę ekstrapolacji lub interpolacji dla poszczególnych pokładów przebiegających w głąb złóża i po rozciągłości.

Zasoby prognostyczne  $D_2$  określa się najczęściej przez porównanie ze złożami stwierdzonymi w podobnych strefach formacyjno-strukturalnych, z uwzględnieniem geometryzacji prognozowanych złóż. Objętość złoża określa się na podstawie znajomości budowy geologicznej oraz ustalonych przesłanek i oznak. Wydajność kopaliny z  $1 \text{ km}^3$  ustala się na podstawie analogii z obszarami zbadanymi. W tym celu oblicza się ogólną zbadaną objętość złoża oraz wielkość stwierdzonych zasobów, a następnie ustala się ilość ton kopaliny przypadającą na  $1 \text{ km}^3$  strefy formacyjno-strukturalnej. W przypadku stwierdzenia większej zmienności mineralizacji wynikającej z oznak i przesłanek, wprowadza się odpowiednie współczynniki pomniejszające wydajność kopaliny.

Zasoby prognostyczne kategorii  $D_3$  ocenia się dla stref formacyjno-strukturalnych, w których brak jest oznak świadczących o występowaniu złóż, natomiast wskazują na to przesłanki geologiczne. Zasoby określa się w podobny sposób jak dla kategorii  $D_2$ , jednak z większą tolerancją.

Ocenę zasobów prognostycznych kategorii  $D_2$  i  $D_3$ , głównie dla rud, prowadzi się w wielu krajach. Na przykład zasoby kategorii  $D_3$  w ZSRR ocenia się na podstawie zdjęć geologicznych i geochemicznych. W krajach zachodnich, zwłaszcza w USA i Kanadzie, ocenę zasobów hipotetycznych /hipotetical/ i spekulatywnych /speculative/ odpowiadających kat.  $D_3$  i częściowo  $D_2$  przeprowadza się na podstawie zdjęć geochemicznych. W USA wyniki badań geochemicznych są przekazywane do komputera, który wykreśla mapy geochemiczne. Tło geochemiczne ustala się dla każdego przypadku na zasadzie statystycznej i geochemicznej analizy środowiska. Następnie anomalie geochemiczne konfrontuje się z podobnymi obszarami, w których są znane złoża. Na zasadzie podobieństwa ustala się powierzchnię, głębokość i skład mineralny prognozowanych zasobów.

W ZSRR jest wiele innych metod oceny zasobów prognostycznych kat.  $D_2$  i  $D_3$ . Niektóre z nich polegają na korelacji tektonicznej i mineralogicznej. W tym celu prowadzi się szczegółowe badania formacji geologicznych /osadowych, wulkaniczno-osadowych, wulkaniczno-intruzywnych, intruzywnych i metamorficznych/ na obszarach geosynklinalno-tektonicznych, platformowych i zapadliskowych. W. I. Dragonow /WSEGEI/ wielkość prognostycznych zasobów przedstawia następująco:

$$Q = NV^r m^r Zpl Zot$$

gdzie:

- Q - ilość prognozowanych zasobów,
- N - współczynnik / < 1 / przyjęty w zależności od stopnia zbadania tektoniki obiektu geologicznego,
- $V^r$  - wielkość geologicznego obiektu lub obiektów /r/ podana w  $\text{km}^3$ ,
- $m^r$  - średnia rudonośność w  $\text{t}/\text{km}^3$ ,

Zpl, Zot - współczynniki odzwierciedlające położenie rozpatrywanego obiektu strukturalno-formacyjnego w strefie strukturalno-planetarnej /pl/ i w strefie otaczających skał /ot/.

G. A. Page-Creasy /1975/ proponuje prowadzić ocenę ogólnych zasobów rud na podstawie ich składu mineralnego i połączeń. N. G. Iwanow i inni przeprowadzili próbę oceny zasobów prognostycznych na podstawie obliczania energii powstawania koncentracji mineralnych /złóż/. Inne metody polegają na matematycznej ocenie zawartości metali w rudonostych strefach, określonych na podstawie zmian w otoczeniu złóż lub regionalnej metasomatycznej strefowości rud. A. P. Sokołow podaje sposób oceny zasobów prognostycznych na podstawie regionalnego zdjęcia litochemicznego. W ZSRR wypracowano wiele wstępnych metod oceny zasobów prognostycznych obszarów złotonostych, miedzionostych, rud metali rzadkich, rud żelaza, apatytów, wolframu, fluorytu, rtęci, cyny i innych metali. Ocena dotyczy określonych obszarów tektoniczno-strukturalnych lub formacji geologicznych.

#### 10.2. Kopaliny płynne i gazowe

Przy ocenie zasobów prognostycznych ropy naftowej i gazu ziemnego stosuje się metodę porównawczej analizy geologicznej. Polega ona głównie na badaniu i analizowaniu charakterystycznych geologicznych podobieństw i różnic z dobrze rozpoznanymi tak zwanymi wzorcowymi obszarami ropo- i gazonostymi. Ocenę zasobów prognostycznych prowadzi się najczęściej metodą średniej ilości zasobów przypadających na tak zwaną uśrednioną strukturę lub na  $1 \text{ km}^2$  perspektywicznej powierzchni czy formacji, bądź na  $1 \text{ km}^3$  perspektywicznych obszarów. Rzadziej zasoby prognostyczne ustala się na podstawie pojemności skał zbiornikowych. Coraz częściej stosowana jest metoda objętościowo-genetyczna, oparta na badaniach warunków geologicznych i stosunków ilościowych generowania ropy naftowej i gazu ziemnego. Oprócz tego przy prognozowaniu korzysta się z modyfikacji metod statystycznych, opartych na zastosowaniu różnych funkcji matematycznych. Ilościowa ocena zasobów prognostycznych powinna być poprzedzona oceną jakościową perspektyw ropo- i gazonostych.

Przy ocenie prognostycznej zasobów wód mineralnych wykorzystuje się wyniki badań hydrochemicznych w otworach, wykonanych w stadium badań regionalnych i poszukiwań złóż ropy naftowej i gazu ziemnego, oraz wierceń wykonanych dla innych celów. Na ich podstawie można określić hydrochemiczne formacje lub strefy strukturalne wód mineralnych z zasobami prognostycznymi  $D_1$ . Dla formacji lub stref strukturalnych nie



zbadanych wierceniami ocenia się zasoby prognostyczne  $D_2$ . Podstawą oceny są w tym przypadku rozważania teoretyczne o prawidłowościach występowania wód mineralnych w różnych formacjach i strefach strukturalnych.

#### 11. STOPIEŃ WIARYGODNOŚCI OCENY ZASOBÓW PERSPEKTYWICZNYCH I ICH ZNACZENIE W PLANOWANIU PRAC POSZUKIWAWCZO-ROZPOZNAWCZYCH

Stopień wiarygodności oceny zasobów perspektywicznych jest wyższy dla kopalin stałych niż kopalin płynnych i gazowych, przy czym zasoby prognostyczne  $D_1$  wszystkich grup kopalin mają wyższy stopień wiarygodności w porównaniu z zasobami prognostycznymi  $D_2$ .

Ocena zasobów prognostycznych  $D_1$  kopalin stałych odznacza się największą wiarygodnością ze względu na to, że zostały one ustalone m.in. na podstawie wierceń poszukiwawczo-rozpoznawczych. Zasoby te stanowią zwykle przedłużenie udokumentowanych stref złożowych w poziomie lub pionie. Często są to zasoby kategorii  $C_2$  nie zatwierdzone ze względu na brak odpowiednich danych w zakresie technologii surowca lub też zbyt rzadką siatkę wierceń w stosunku do wymaganej dla kategorii  $C_2$ . Do grupy zasobów prognostycznych zalicza się również zasoby wykazane w bilansie zasobów jako przypuszczalne i szacunkowe. Nieco mniejsza lub taka sama jest wiarygodność oceny zasobów  $D_1$  wód mineralnych, ponieważ są to zasoby występujące w obrębie złóż udokumentowanych, rozpoznane nierazko pojedynczymi otworami. Natomiast wiarygodność oceny zasobów  $D_1$  ropy naftowej i gazu ziemnego jest mniejsza od tej samej kategorii zasobów kopalin stałych czy też wód mineralnych, ponieważ zasoby ustalono tylko na podstawie dobrego rozpoznania geologicznego i geofizycznego struktur oraz stwierdzenia analogii ze strukturami zawierającymi ropę i gaz w tej samej formacji geologicznej. Zasoby  $D_1$  upoważniają do planowania prac geologiczno-poszukiwawczych, w wyniku których można się spodziewać przyrostu zasobów kategorii  $C_2$  w przypadku kopalin stałych i kategorii C w złożach płynnych i gazowych. Oprócz tego zasoby  $D_1$  kopalin stałych i wód mineralnych mogą być wykorzystywane w długofalowych planach gospodarczych.

Ocena zasobów prognostycznych  $D_2$  ma mniejszą wiarygodność od oceny zasobów  $D_1$ . Są to zasoby złóż występujących w określonych strefach formacyjno-strukturalnych o znanej perspektywności, zbadane tylko niekiedy wierceniami. Dla kopalin stałych i wód mineralnych zasoby tej kategorii są ustalone na podstawie analizy prognostycznej materiałów geologicznych i geofizycznych oraz odosobnionych wierceń geologiczno-badawczych, a niekiedy i poszukiwawczych. Natomiast zasoby  $D_2$  ropy i

gazu są określane analogicznie jak dla  $D_1$ , z tym jednak, że budowa geologiczna stref formacyjno-strukturalnych jest słabiej zbadana.

Zasoby prognostyczne  $D_2$  upoważniają tylko do prowadzenia dalszych prac poszukiwawczych, których efektem może być przeklasyfikowanie pewnej części zasobów do kategorii  $D_1$ , a częściowo również do  $C_2$ . Trzeba się jednak liczyć z tym, że w przypadku kopalin stałych mogą one być w całości zaliczone do zasobów potencjalnych ze względu na głębokość lub wydajność kopaliny, a w przypadku ropy i gazu struktury, dla których określono zasoby, mogą zawierać tylko przejawy bituminów lub solanki.

Zasoby prognostyczne  $D_3$  dotyczą tylko kopalin stałych, zwłaszcza złóż rud metali występujących w skomplikowanych strefach formacyjno-strukturalnych. W takich strefach nie są znane w Polsce złoża o znaczeniu ekonomicznym, natomiast znaczenie gospodarcze tego samego typu złóż zostało udowodnione w innych krajach. Zasoby prognostyczne tej kategorii ustala się w odsłoniętych obszarach na podstawie zdjęć geologicznych, geochemicznych i geofizycznych, natomiast w obszarach zakrytych na podstawie wyników badań geofizycznych i pojedynczych otworów badawczych. Wielkość zasobów podaje się alternatywnie, bądź też określa się główne parametry, jak powierzchnia strefy prognostycznej, grubość oraz charakter mineralizacji /asocjacja mineralna/. W ten sposób scharakteryzowane zasoby lub główne parametry upoważniają do rozpoczęcia badań poznawczych i przygotowania odpowiednich projektów prac.

Wielkość zasobów potencjalnych kategorii E określa się z podobną wiarygodnością jak zasoby prognostyczne kopalin stałych kategorii  $D_1$ ,  $D_2$  i  $D_3$  z tym jednak, że nie odpowiadają one aktualnym kryteriom bilansowości ze względu na głębokość lub wydajność /miąższość/.

Zasoby potencjalne upoważniają do prowadzenia dalszych prac penetracyjnych, których wyniki mogą być wykorzystane w przyszłości.

Zasoby perspektywiczne nie stanowią podstawy planowania wydobycia kopalin, mają natomiast znaczenie w przestrzennym zagospodarowywaniu kraju, ukierunkowaniu oraz prawidłowym planowaniu dalszych prac geologiczno-poszukiwawczych, jak również uzasadniają planowane nakłady finansowe.

#### LITERATURA WYBRANA

- BOLEWSKI A., 1978 - Geologia gospodarcza i jej zagadnienia. Wszechnica. PAN. Wrocław.
- GAŁKIEWICZ T., 1976 - Poszukiwanie i rozpoznawanie złóż kopalin stałych. Wydawnictwa Geologiczne. Warszawa.

- [GIEOSCHIMICZESKIE ...] ГЕОХИМИЧЕСКИЕ методы поисков рудных месторождений, 1974. Ред. В.И. Смирнов.
- [GORZEWSKI D. I., KOZERENKO W. N.] ГОРЖЕВСКИЙ Д.И., КОЗЕРЕНКО В.Н., 1965 - Связь эндогенного рудообразования с магматизмом и метаморфизмом. Недра. Москва.
- GRUSZCZYK H., 1975 - Metodyka poszukiwań złóż. Wydawnictwa Geologiczne. Warszawa.
- GZULA J., 1974 - Bibliografia metodologii prognozowania. PAN. Warszawa.
- [KORRELACIJA ...] КОРРЕЛЯЦИЯ разнофациальных толщ при поисках нефти и газа, 1969. Ред. В.А. Долицкий.
- [MIEYALOGIENICZESKIE ...] МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКИЕ и прогнозные карты, 1959. Изд. Акад. Наук Казахской ССР. Алма-Ата.
- [MOMDZI G. S., PASTUSZENKO I. I.] МОМДЖИ Г.С., ПАСТУШЕНКО И.И., 1963 - Прогнозная оценка запасов железных руд. Сов. Геол. № 12.
- NICOLINI P., 1970 - Géologie de concentrations minérales stratiformes. Gauthier - Villars. Paris.
- [PROGNOZOWANIE ...] ПРОГНОЗИРОВАНИЕ месторождений полезных ископаемых при региональных геологических исследованиях. ВСЕГЕИ. Ленинград.
- ROUTHIER P., 1963 - Les gisements métallifères. Masson et C<sup>ie</sup>. Paris.
- [SOWIESZCZANIE ...] СОВЕЩАНИЕ специалистов стран - членов СЭВ по теме 1.8.: Разработка рекомендаций в области критериев и методики прогноза месторождений рудных и нерудных полезных ископаемых, 1976. Протокол СЭВ. Ленинград.
- [SZATAŁOW E. T. i in.] ШАТАЛОВ Е.Т. и др., 1963 - Обзор геологических понятий и терминов в применении к металлогении. Изд. Акад. Наук СССР. Москва.
- [SZECHTMAN P. A.] ШЕХТМАН П.А., 1962 - Принципы и методика составления детальных геологопрогнозных карт рудных полей послемагматических месторождений. Сов. Геол. № 2.

C z ę ś ć II

ZASOBY PERSPEKTYWICZNE

Roman OSIKA, Barbara MAKOWSKA

ZBIORCZE ZESTAWIENIE FORMACJI  
I ZASOBÓW PERSPEKTYWICZNYCH KOPALIN

Zarówno w Polsce, jak i w innych krajach można wyróżnić obszary i formacje o znanej i przypuszczalnej perspektywiczności. Do formacji lub stref formacyjno-strukturalnych o znanej perspektywiczności należą te, w których znane są złoża o wartości przemysłowej. Do formacji zaś lub stref formacyjno-strukturalnych o przypuszczalnej perspektywiczności zalicza się kompleksy utworów, w których nie są znane w kraju złoża o wartości przemysłowej, natomiast podobnego typu złoża są eksploatowane w analogicznych formacjach lub strefach formacyjno-strukturalnych w innych krajach, a wyniki prognozowania oceniono pozytywnie. Formacje perspektywiczne mogą występować w strefie przypowierzchniowej /formacje odkryte/, lub pod młodszymi utworami /formacje zakryte/. Do formacji odkrytych o znanej perspektywiczności należą w Polsce utwory czwartorzędowe i wychodne utworów starszych, z którymi związane są głównie kopaliny skalne. Formacje zakryte, o znanej i przypuszczalnej perspektywiczności, występują w Polsce we wszystkich okresach fanerozoiku oraz są związane z intruzjami waryscyjskimi i prekambryjskimi, rzadziej z metamorfizmem. Wykaz tych formacji przedstawiono w tabeli 1.

Ocenę zasobów przeprowadzono dla kopalin energetycznych /węgiel kamienny, węgiel brunatny, ropa naftowa i gaz ziemny, rudy uranu, wody termalne/, kopalin metalicznych /rudy żelaza i metali stalowych, miedzi, cynku i ołowiu, cyny, toru i pierwiastków ziem rzadkich, arsenu, polimetali, boksytów i innych surowców glinowych/, kopalin chemicznych /sole kamienne i potasowe, siarka rodzima, fosforyty, baryt, fluoryt/. Zbiorcze zestawienie zasobów perspektywicznych tych kopalin podano w tabeli 2, a obszary ich występowania ilustrują mapy prognoz /fig. 1-4/<sup>X</sup>.

Przedstawiona ocena dotyczy zasobów prognostycznych kategorii D<sub>1</sub> i D<sub>2</sub> wymienionych kopalin stałych, płynnych i gazowych z wyjątkiem wód

<sup>X</sup>Wszystkie figury cytowane w tekście znajdują się w osobnej teczce.

Formacje geologiczne o ustalonej  
i przypuszczalnej perspektywiczności

Okresy i orogenezy	Rodzaje koncentracji mineralnych	Formacje i obszary o ustalonej perspektywiczności	Formacje i obszary o przypuszczalnej perspektywiczności
TRZECIORZĘD	A. Formacje osadowe i wulkaniczno-osadowe		
	ropa naftowa i gaz ziemny	oligocenińska i eocenińska formacja fliszu karpackiego; miocenińska formacja ropo- i gazonośna zapadliska przedkarpackiego i pod nasunięciem Karpat	
	węgle brunatne	formacja węglonośna trzeciorzędu lądowego	
	rudny Ni	formacja wietrzeniowych rud niklu związanych z zakrytymi skałami ultrazasadowymi bloku przedsudeckiego	
	sole kamienne siarka rodzima	miocenińska formacja solonośna przedgórze Karpat miocenińska formacja siarkonośna przedgórze Karpat	
	fosforyty wody mineralne	trzeciorzędowe formacje fliszu karpackiego; miocenińska formacja zapadliska przedkarpackiego	górnocenińska formacja fosforytowa obszaru lubelskiego
KREDA	ropa naftowa i gaz ziemny	kredowe formacje ropo- i gazonośne zapadliska przedkarpackiego; dolno- i górnokredowe formacje fliszu karpackiego	
	fosforyty	formacja albska; obszary: Radom-Annopol i Burzenin	
JURA	rudny Fe	doggerska formacja oolitowych rud żelaza; obszary: częstochowsko-kaliski, kujawski i obrzeżenia Gór Świętokrzyskich; liasowa formacja rud żelaza; lias morski - obszar Łobezu; lias lądowy - obrzeżenia Gór Świętokrzyskich	

Tabela 1 /c.d./

Okre- sy i oroge- nezy	Rodzaje kon- centracji mi- neralnych	Formacje i obszary o ustalonej perspekty- wiczności	Formacje i obszary o przypuszczalnej perspektywiczności
TRIAS	ropa naftowa i gaz ziemny	formacja cynkowo-żelaz- niowa triasu śląsko- -krakowskiego	formacja pstrego pias- kowca wału kujawsko- -pomorskiego
	rudy Zn, Pb		trias obrzeżenia Gór Świętokrzyskich
	rudy uranu		formacja pstrego pias- kowca monokliny przed- sudeckiej i syneklizy perybałtyckiej
	sole kamienne		triasowa formacja so- lonośna monokliny przedsudeckiej i Ku- jaw
PERM	gaz ziemny	dolnopermjska formacja gazonośna obszarów platformowych Polski	permjska formacja me- talogeniczna północno- go obrzeżenia Gór Świętokrzyskich
	ropa naftowa i gaz ziemny	cechsztyńska formacja ropo- i gazonośna ob- szarów platformowych Polski	
	rudy Cu	dolnocechsztyńska for- macja miedzionośna mo- nokliny przedsudeckiej	
	sole kamienne i potasowe	cechsztyńska formacja solonośna; obszary: wyniesienie Łeży, wysa- dy solne na Kujawach, monoklina przedsudecka	
	wody mineral- ne	cechsztyńska formacja halogeniczna oraz zwią- zane z nią wody triasu, jury i kredy na plat- formie	
PERMO- KARBON	rudy uranu		rudy uranu niecki we- wnętrznosudeckiej
KARBON	gaz ziemny	formacja węglonośna górnego karbonu DZW, GZW wraz z obszarami północno-zachodnich Karpát; LZW	gazonośne struktury w utworach karbońskich na Niżu Polskim
	węgiel kamien- ny		

Tabela 1 /c.d./

Okre- sy i oroge- nezy	Rodzaje kon- centracji mi- neralnych	Formacje i obszary o ustalonej perspekty- wiczności	Formacje i obszary o przypuszczalnej perspektywiczności
KARBON	boksyty i argility, żupki og- niotrwałe  bentonity	górnokarbońska forma- cja bentonitowa GZW	boksytowa formacja związana z wietrzeniem przedkarbońskich zasa- dowych skał magmowych; obszar Nowej Rudy i obszar lubelski
DEWON	rudy poli- metali /Cu, Zn, Pb/		formacje metalogenicz- ne na obszarze trzonu paleozoicznego Gór Świętokrzyskich i w późnym obrzeżeniu GZW
ORDOWIK	rudy V, Mo, U		formacje żupków dyc- tyonemowych południo- wo-wschodniej części obrzeżenia mazursko- suwalskiego
STARSZY PALEOZOIK	rudy poli- metali		formacje metalogenicz- ne związane z geosyn- klinalnymi utworami osadowo-wulkanicznymi; formacja metalogenicz- na NE obrzeżenia GZW; formacja zieleńcowo- keratofirowa gór Ka- czawskich w Sudetach
OROGENEZA WARSZYJSKA	B. Formacje związane z intruzjami magmowymi i z metamorfizmem  rudy Cu, Mo, Zn, Pb, Ag  rudy Sn, W, Mo  rudy Cr, Ni  baryt i fluoryt	formacja barytowo-flu- orytowa związana z po- storogenicznym magma- tyzmem i aktywizacją tektoniczno-magmową w Sudetach	porfirowa formacja in- truzyjno-wulkaniczna na obszarze Sudetów i bloku przedsudeckiego skarnowa formacja me- talogeniczna związana z granitoidami Sude- tów  formacja intruzji ul- trazasadowych i zasa- dowych wgłębnych stref Sudetów



Tabela 1 /c.d./

Okresy i orogenezy	Rodzaje koncentracji mineralnych	Formacje i obszary o ustalonej perspektywiczności	Formacje i obszary o przypuszczalnej perspektywiczności
OROGENEZA WARSZYJSKA	pierwiastki rzadkie wody mineralne	formacja wód mineralnych związana z post-orogenicznym magmatyzmem i aktywizacją tektoniczno-magmową w Sudetach	formacja pegmatytowa w Sudetach
OROGENEZY PREKAMBRYJSKIE	rudy Cr, Ni  rudy Sn, Co  rudy Fe, Ti, V  Fe, Cu, Ni; pierwiastki rzadkie; apatyty	formacja cynośnych łupków chlorytowych Gór Izerskich  formacja tytanomagnetytowa suwalskiego masywu norytowo-anortozytowego	formacja ultrazasadowych i zasadowych intruzji bloku przedsudeckiego  Formacje metalogemiczne w starosvekofenno-karelskich i młodosvekofenno-gotyjskich kompleksach wyniesienia mazursko-suwałskiego

termalnych, do których określenia brak jest podstaw. Dla kopalin stałych określono również zasoby potencjalne. Nie obliczono natomiast zasobów kategorii D<sub>3</sub> ze względu na nie wystarczające rozpoznanie geologiczne stref formacyjno-strukturalnych, bądź też z uwagi na nie opracowaną metodykę oceny w tej kategorii zasobów prognostycznych. Na przykład nie oceniono zasobów rud utworów staropaleozoicznych GZW, dolomitów dewonu na obszarze GZW i w Górach Świętokrzyskich, dolomitów triasu na obszarze Dolnego Śląska i w Górach Świętokrzyskich, formacji cechsztyńskiej w obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich itp. Nie dokonano także oceny zasobów arsenu na Dolnym Śląsku, TiO<sub>2</sub> i cyrkonu w piaskach plażowych Bałtyku, surowców strontowych i borowych oraz niektórych metali rzadkich /Be, Ga, Ge, In, Tl i Te/. Zagadnienia te mogą być podjęte w następnym etapie prognozowania.

Oceniłone zasoby prognostyczne kopalin skalnych przedstawiono w tabeli 3, a lokalizację obszarów prognostycznych tych kopalin ilustrują

Tabela 2

Zestawienie zbiorcze zasobów perspektywicznych kopalin energetycznych, metalicznych i chemicznych /na podstawie opracowań autorskich/

Grupa kopalin	Nazwa kopaliny	Jednostka miary	Zasoby prognostyczne		Zasoby potencjalne E
			D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	
KOPALINY ENERGETYCZNE	węgiel kamienny	mld t	43,868	36,300	164,011
	węgiel brunatny	mld t	7,515	1,300 <sup>x</sup>	0,891
	ropa naftowa	mln t	30,0	130,0	-
	gaz ziemny	mld m <sup>3</sup>	333,0	433,0	-
KOPALINY METALICZNE	osadowe rudy żelaza	mln t Fe	80,00	-	340,00
	rudy tytanomagnetytowe	mln t Fe	223,0	33,0	-
	tytan	mln t TiO <sub>2</sub>	43,0	6,3	-
	nikiel	tys. t Ni	180,0		-
	molibden	tys. t Mo	25,344	-	93,429
	wanad	tys. t V	2091,421		320,010
	kobalt	tys. t Co	40,00		89,68
	miedź	mln t Cu	18,470	2,280	31,280
	cynek i ołów	mln t Zn+Pb	2,400	1,800	0,450
	cyna	tys. t Sn	59,80	243,80	-
	srebro	tys. t Ag	72,29	8,56	110,44
	kadm	tys. t Cd	11,20	8,40	2,40
	ren	tys. t Re	-	-	1,55
	selen	tys. t	-	-	16,00
	tor	tys. t ThO <sub>2</sub>	0,0248	0,600	-
	pierwiastki ziem rzadkich	tys. t	0,305	1,650	-
	bokeyty i allity	mln t	-	16,0	250,0
KOPALINY CHEMICZNE	sól kamienna	mld t	211,25	-	2426,8
	sole potasowo-magnezowe	mln t	280,00	-	29000,0
	siarka rodzima	mln t S	240,0		-
	fosforyty	mln t P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	19,42	48,00	840,05
	baryt	mln t	4,620	-	1,71
fluoryt	mln t	0,12	-	0,30	

<sup>x</sup>Zasoby te wymagają szczegółowego przeanalizowania i klasyfikacji.

Tabela 3

Zestawienie zbiorcze zasobów prognostycznych kopalin skalnych  
/zestawił S. Kozłowski/

Nazwa surowca	Nazwa obszaru	Zasoby prognostyczne w mln t	
		D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>
<b>I. Surowce hutnictwa, odlewnictwa i przemysłu materiałów ogniotrwałych</b>			
żupki kwarcytowe	rej. Jęglowej	1,4	-
kwarcyty trzeciorzędowe	Dolny Śląsk	-	0,83
piaskowce kwarcytowe górno- kredowe	Dolny Śląsk	0,33	3,65
kwarcyty paleozoiczne	Dolny Śląsk, Góry Święto- krzyskie	20,0	24,48
izy i żupki ogniotrwałe	Dolny Śląsk	332,6	-
magnezyty	Dolny Śląsk	3,15	-
serpentynty	Dolny Śląsk	-	252,0
dolomity ogniotrwałe	cały kraj	1 269,7	-
piaski formierskie	cały kraj	1 228,0	857,0
ziemia krzemionkowa	południowo- -wschodnia Polska	7,3	-
bentonity	Górny Śląsk	12,0	8,0
żupki bentonitowe	Karpaty	5,9	-
<b>II. Surowce przemysłu szklarskiego</b>			
piaski szklarskie	cały kraj	876,5	-
<b>III. Surowce ceramiki szlachetnej</b>			
kaoliny	Dolny Śląsk	94,3	18,7
izy kamionkowe i białe wypalające się	Dolny Śląsk i Ziemia Lubuska	359,4	13 757,4
surowiec skaleniowy	Dolny Śląsk	-	10,0
kwarc żyłowy	Dolny Śląsk	7,5	22,4
<b>IV. Surowce ceramiki budowlanej</b>			
surowce ceramiki cienko- -ściennej i klinkieru	cały kraj	-	836,8
surowce do produkcji keramzytu	Karpaty	50,0	50,0
piaski kwarcowe do produk- cji cegły silikatowej i betonów komórkowych	cały kraj	954,0	4 120,0

Tabela 3 /c.d./

Nazwa surowca	Nazwa obszaru	Zasoby prognostyczne w mln t	
		D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>
V. Surowce materiałów wiążących oraz wapienie stosowane w przemyśle chemicznym, hutniczym i cukrowniczym			
surowce dla przemysłu wapienniczego, chemicznego, hutniczego, cukrowniczego	cały kraj	2 700,0	6 500,0
surowce wapienniczo-cementowe	cały kraj	8 000,0	120 000,0
gips	cały kraj	275,0	-
gips i anhydryt	Dolny Śląsk	-	18 000,0
VI. Kamienie drogowe i budowlane			
surowce do produkcji kruszyw łamanych wysokich i średnich marek	cały kraj	6 136,0	11 383,0
surowce do produkcji kamieni i kruszyw lekkich	cały kraj	550,0	7 500,0
VII. Kruszywo naturalne			
kruszywo naturalne grube /żwirowe i żwirowo-piaszczyste/	cały kraj	892,0	2 145,0
Razem surowce skalne Polski		23 775,08	185 489,26

Tabela 4

Zasoby prognostyczne /wydajności/ wód mineralnych

Główne typy chemiczne wód mineralnych	Zasoby wód w m <sup>3</sup> /h		
	dyspozycyjne /wg CUG/	prognostyczne	
		D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>
chlorkowe	9,10	105 470	50 000
wodorowęglanowe	1,02	brak danych	
siarczanowe i siarczkowe	-	250	150
radonowe	15,79	brak danych	
Razem	25,91	105 720	50 150

figury 34-37. Dla tej grupy kopalin ocenę zasobów prognostycznych przeprowadzono w kategoriach  $D_1$  i  $D_2$ . Dla niektórych cenniejszych kopalin, jak diatomity, kwarc żyłowy i kamienie półszlachetne, brak jest na razie wypracowanych metod oceny zasobów. W drugim etapie prognozowania będzie można ocenić te zasoby co najmniej w kategorii  $D_3$ .

Zasoby prognostyczne wód mineralnych, rozumiane jako suma wydajności pojedynczych otworów, ilustruje tabela 4 oraz figura 44.

## 1. KOPALINY ENERGETYCZNE

Adam KOTAS, Józef PORZYCKI

### 1.1. Węgiel kamienny

Prognoza zasobów węgla kamiennego w Polsce została opracowana w Zakładzie Złóż Węgla Kamiennych Oddziału Górnośląskiego Instytutu Geologicznego na podstawie:

- Bilansu perspektywicznych zasobów węgla kamiennego w Górnośląskim Zagłębiu Węglowym. Inst. Geol. Warszawa, 1964.
- Bilansu zasobów potencjalnych węgla kamiennego Górnośląskiego Zagłębia Węglowego /na głębokości 1250-2000 m/. Arch. Oddziału Górnośląskiego Inst. Geol. Sosnowiec, 1976.
- Bilansu zasobów prognostycznych i potencjalnych węgla kamiennego Lubelskiego Zagłębia Węglowego. Arch. Oddziału Górnośląskiego Inst. Geol. Sosnowiec, 1976.
- Materiałów archiwalnych i rękopiśmiennych dostarczonych przez Oddział Dolnośląski Inst. Geol. we Wrocławiu.

Opracowanie dotyczy oceny zasobów prognostycznych kategorii  $D_1$  i  $D_2$  oraz zasobów potencjalnych kategorii E na obszarach perspektywicznych GZW, DZW i LZW. Zbiorcze zestawienie tych zasobów w Polsce podano w tabeli 5.

#### 1.1.1. Stan rozpoznania

Kategoria zasobów prognostycznych obejmuje zasadniczo zasoby odpowiadające kryterium bilansowości, lecz wykazujące słabszy stopień zbadania niż zasoby rozpoznane w kategorii  $C_2$ .

Zasoby prognostyczne  $D_1$  występują w formacjach rozpoznanych metodami geologicznymi i geofizycznymi lecz są zbadane wyrobiskami /wierceniami/ o mniejszym zagęszczeniu niż jest to wymagane

Tabela 5

Zasoby perspektywiczne węgla kamiennego w Polsce

Poziom	Typ węgla <sup>x</sup>	Zasoby prognostyczne		Zasoby potencjalne E
		D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	
w mln t				
Do głębokości 1000 m	E	11 905,2	-	2 976,30
	K	3 895,1	-	973,80
	S	-	10,7	-
	nieklasyfikowane	28 068,2	18 336,5	13 921,40
	ogółem	43 868,5	18 347,2	17 871,50
1000-1500 m	E	-	6 362,9	4 952,10
	K	-	11 590,4	32 674,30
	S	-	-	1 188,20
	nieklasyfikowane	-	-	42 844,60
	ogółem	-	17 953,3	81 659,70
1500-2000 m	E	-	-	1 181,30
	K	-	-	40 041,10
	S	-	-	4 479,80
	nieklasyfikowane	-	-	18 778,20
	ogółem	-	-	64 480,40
Ogółem węgla		43 868,5	36 300,5	164 011,10

<sup>x</sup>E - energetyczny, K - koksujący, S - specjalny.

dla zasobów kategorii C<sub>2</sub>. W GZW i LZW zasoby te są położone w obszarach przylegających do złóż zagospodarowanych lub rezerwowych.

Zasoby prognostyczne D<sub>2</sub> występują w tych samych formacjach, w których są znane złoża przemysłowe o zasobach rozpoznanych w kategoriach A-C<sub>2</sub>, lecz są położone w innych strefach strukturalnych i mają tylko ogólne rozpoznanie geologiczne i geofizyczne oraz sporadyczne stwierdzenia wyrobiskami /otworami/ poparte badaniami jakości. W GZW zaliczono do zasobów o tym stopniu zbadania zasoby położone w przedziale głębokości 1000-1250 m, występujące poniżej zasobów rozpoznanych w kategorii A, B, C<sub>1</sub> i D<sub>1</sub>. Jest to zasadniczo głębokość pozabilansowa, jednakże wchodząca w zasięg zainteresowania górnictwa już w najbliższych latach. Zasoby te mają sporadyczne punkty

stwierżeń, jednak duże prawdopodobieństwo występowania oraz możliwą do prawidłowej oceny budowę geologiczną i klasę jakości ze względu na bezpośrednie sąsiedztwo złóż zagospodarowanych i rozpoznanych. W LZW do zasobów prognostycznych  $D_2$  zaliczono zasoby odpowiadające kryteriom bilansowości w obszarach słabo rozpoznanych, występujące do głębokości 1000 m pod nadkładem większym niż 750 m. W DZW do tej kategorii zaliczono zasoby węgla stefañskich rejonu Głuszycy, występujące w innej strefie strukturalnej i facjalnej niż znane czeskie złoża węgla stefañskich SW skrzydła niecki śródsudeckiej.

Nie wykazano zasobów prognostycznych  $D_3$  ze względu na brak przesłanek dotyczących węglizobności przemysłowej w innych formacjach osadowych.

Zasoby prognostyczne oblicza się metodą sumarycznej węglizobności w obrębie naturalnych lub sztucznych bloków obliczeniowych. W bilansie zasoby obliczone tą metodą pomniejszono przez zastosowanie odpowiednich współczynników przeliczeniowych i tym samym sprowadzono je do wartości uzyskiwanych metodą planów pokładowych.

Do zasobów potencjalnych E zakwalifikowano te części złoża, które w świetle obecnych kryteriów nie mogły być zaliczone do zasobów prognostycznych ze względu na dużą głębokość występowania lub zbyt małą grubość pokładów węgla.

Na obszarze GZW do zasobów potencjalnych zaliczono strefę złoża położoną na głębokości 1250-2000 m oraz cienkie pokłady węgla występujące w części zasobów prognostycznych  $D_1$ , położone na głębokości 1000-1250 m. Za cienkie uważa się, zgodnie z instrukcją dla zasobów kategorii  $C_2$ , pokłady węgla energetycznych o grubości 0,6-0,8 m i pokłady węgla koksujących o grubości 0,4-0,7 m. W LZW i DZW do zasobów potencjalnych zaliczono strefy serii węglonośnej występujące na głębokości 1000-2000 m.

Zasoby potencjalne węgla kamiennych obliczono na podstawie znajomości budowy geologicznej zagłębi, badań geofizycznych i pojedynczych otworów wiertniczych oraz na podstawie porównania strefy złoża z zasobami potencjalnymi ze strefą złóż dobrze rozpoznanych. Na zasadzie porównania /proporcji/ z obliczeń wyeliminowano pokłady węgla energetycznych o grubości mniejszej od 0,6 m i pokłady węgla koksujących o miąższości mniejszej od 0,4 m.

Formacje węglonośne i budowa geologiczna zagłębi węglowych. Przemysłowe złoża węgla kamiennego i perspektywy zasobowe tej kopaliny w Polsce są związane z utworami karbońskimi. Karbońskie formacje węglonośne powstały w trakcie ewolucji waryscyjskiego systemu geosynklinalnego i przylegającego do niego obszaru platformowego. Przebieg waryscydy w Polsce, jak również wiele problemów paleogeograficznych karbońskich nie zostało jeszcze w sposób zadowalający wyjaśnionych, przede wszys-

tkim ze względu na występowanie na przeważającym obszarze kraju utworów paleozoicznych pod grubym, osiagającym nieraz kilka tysięcy metrów, płaszczem młodszych osadów. Fakty te rzutują zarówno na perspektywy odkryć nowych obszarów występowania formacji węglonośnych, zwłaszcza o znaczeniu przemysłowym, jak i na stan rozpoznania budowy zagłębi węglowych i ich zasobów.

Na obszarze Polski rozpoznano dotychczas występowanie trzech typów formacji węglonośnych. Geograficznie od zachodu ku wschodowi, a geologicznie od części wewnętrznych orogenu warwicyjskiego do platformy wschodnioeuropejskiej występują:

- 1/ formacje węglonośne nałożonych zapadlak śródgórskich, z którymi jest związane Dolnośląskie Zagłębie Węglowe,
- 2/ formacje węglonośne zapadlak przedgórskich /peryplatformowych/, z którymi jest związane Górnośląskie Zagłębie Węglowe,
- 3/ formacje węglonośne zapadlak śródplatformowych, z którymi jest związane Lubelskie Zagłębie Węglowe.

Pierwszy typ formacji węglonośnych występuje w obrębie warwicyjskich internidów i ich masywów wewnętrznych, a także eksternidów. Dla formacji tych są charakterystyczne niewielkie obszary sedimentacji zmiennych facjalnie utworów lądowych o zmiennej miąższości, z nielicznymi, niestałymi pokładami węgla oraz dość prostą tektoniką złóż. Głównym obszarem występowania tego typu formacji węglonośnych jest nieka śródsudecka, w której znajduje się DZW. Zarówno przesłanki teoretyczne, jak i wyniki nowszych wierceń wskazują na to, że podobnego typu formacje węglonośne mogą występować pod znacznej miąższości nadkładem utworów młodszych w niecce północnosudeckiej oraz na obszarze monokliny przedsudeckiej, 20-30 km na północ od Wrocławia.

Drugi typ formacji węglonośnych znany jest wyłącznie z zapadliska górnośląskiego. Są to formacje o podstawowym znaczeniu gospodarczym, ciągnące się pasem wzdłuż czoła warwicyjskich eksternidów. Charakteryzują się znacznymi obszarami występowania utworów typu paralicznego, rzadziej limnicznego, o dużej miąższości /do kilku tysięcy metrów/, z licznymi, dość stałymi pokładami węgla. Tektonika złóż tej strefy jest zmienna, do skomplikowanej fałdowej do prostej uskokowej. Jakość węgla jest zróżnicowana. Przebieg zapadliska przedgórskiego warwicydów na obszarze centralnej Polski jest nie wyjaśniony, maskowany znacznej miąższości utworami permsko-mezozoicznymi.

Górnośląskie Zagłębie Węglowe zajmuje w tym zapadlisku szczególną pozycję tektoniczną, wykazując cechy mieszane i ograniczony obszar występowania formacji węglonośnych.

Występowanie trzeciego typu formacji węglonośnych jest związane z różnicami budowy cokołu platformy paleozoicznej i prekambryjskiej położonej poza orogেনem warwicyjskim. Formacje te wchodzą w skład pokry-



wy platformowej i charakteryzują się dużymi obszarami sedymentacji utworów paralicznych i limnicznych o średniej miąższości kilkaset, rzadziej 1-2 tys. m, stosunkowo nielicznymi i dość stałymi pokładami węgla, spokojną uskokową i fałdowo-blokową tektoniką złóż. Na obszarze Polski formacje te, rozpoznane wyłącznie wierceniami, występują pod nakładem utworów permsko-mezozoicznych w rejonie ciągnącym się od Warszawy w kierunku południowo-wschodnim aż do Bugu; na obszarze wyniesienia podlasko-lubelskiego znane jako Lubelskie Zagłębie Węglowe, wypełniają również rów lubelski. Wspomniany typ formacji węglonośnych może występować także w północno-zachodniej części Polski, jednak na znacznych głębokościach.

Stan rozpoznania budowy geologicznej i zasobów polskich zagłębi węglowych jest uwarunkowany przede wszystkim ich znaczeniem gospodarczym, głębokością występowania i stopniem zakrycia formacji węglonośnych, a także dostępnością złóż do eksploatacji. Czynniki te determinują koncentrację środków skierowanych na rozpoznanie geologiczne i zagospodarowanie górnicze. Największe znaczenie i najlepszy stopień rozpoznania zasobów węgla ma GZW, mniejsze /lecz wzrastające/ LZW, rozpoznanie zaś DZW dla oceny perspektyw zasobowych węgla kamiennych Polski ma znaczenie marginesowe.

G ó r n o ś l ą s k i e Z a g ł ę b i e W ę g l o w e /fig. 5-7/ jest dobrze poznaną jednostką geologiczną. Granice zasięgu występowania formacji węglonośnych tego zagłębia są zbadane z dużą dokładnością z wyjątkiem SE naroża, gdzie zanurza się na znaczną głębokość pod nasunięcie karpackie. Zbadany jest również profil utworów produktywnych, ich zmiany miąższości i węglozasobność na całym obszarze zagłębia. Znajomość szczegółów budowy geologicznej oraz ogólnych prawidłowości zmian parametrów złożowych pozwala na wiarygodne prognozowanie zasobów zarówno w obszarach słabiej rozpoznanych, jak również na większych głębokościach.

Utworki produktywne występują w GZW od powierzchni do głębokości 4500 m /między Żorami i Orzeszem/, grubość zaś nakładu waha się od kilku metrów /na siedle głównym i w okolicach Mikołowa/ do około 1400 m w okolicach Wadowic pod nasunięciem Karpat zewnętrznych. Profil utworów produktywnych tworzą osady namuru i westfalu o maksymalnej miąższości 8200 m. Są one zbudowane zasadniczo z dwóch genetycznie różnych formacji węglonośnych: paralicznej /warstwy brzeźne/ i limnicznej, dzielącej się na mniejsze serie o zróżnicowanej węglozasobności /górnosiłaska seria piaskowcowa, górnośląska seria mułowcowa i krakowska seria piaskowcowa/. Największa węglozasobność jest związana z formacją limiczną, która sięga w centrum zagłębia do głębokości 3000 m. Węglozasobność /bilansowa/ w profilu utworów produktywnych GZW waha się od około 1% w warstwach brzeźnych do 9% w warstwach siodłowych. Łączna grubość pokładów bilansowych do głębokości 1000 m w najbardziej węglo-

zasobnych rejonach zagłębia dochodzi do około 65 m. Miąższość pokładów bilansowych wynosi 0,7-3,0 m, rzadziej do 10 m. W zagłębiu występuje około 200 pokładów bilansowych.

Jakość węgla GZW jest zróżnicowana. Występuje tu pełny sortyment węgla kamiennych od węgla energetycznego typu 31 do węgla antracytowe-go typu 42. Węgiel energetyczny /typ 31-33/ występuje najpłycej, głównie w centralnej i wschodniej części zagłębia. Węgiel koksujący /typ 34-36/ występuje głębiej, głównie na zachodzie i w centralnej części zagłębia. Węgiel specjalny /typ 37-42/ występuje na większych głębokościach w zachodniej części zagłębia /fig. 5-7, tab. 6/.

Rozpoznanie budowy geologicznej i zasobów węgla GZW sięga zasadniczo do głębokości 1000 m /aktualnej granicy bilansowości złóż/, głównie dzięki wyrobiskom górniczym kopalń i licznym otworom wiertniczym. Nieznaczna część otworów wiertniczych penetruje górotwór do głębokości 1200-1500 m /rzadko 2000 m/.

W GZW, którego powierzchnia w granicach Polski wynosi  $5400 \text{ km}^2$ , istnieje 65 kopalń czynnych i w budowie, o łącznej powierzchni  $1626,5 \text{ km}^2$  /30% powierzchni zagłębia/. Zasoby węgla tych kopalń rozpoznane w kategorii  $C_2$  do A uznaje się jako zasoby zagospodarowane. W 24 rejonach badań o obszarze  $1235,1 \text{ km}^2$  /23% powierzchni zagłębia/ występują zasoby rozpoznane wierceniami głównie w kategoriach  $C_1$  i  $C_2$ . Są to złoża rezerwowe dla budownictwa nowych kopalń. Na powierzchni  $1400 \text{ km}^2$  /26% powierzchni zagłębia/ oblicza się zasoby prognostyczne  $D_1$ . Są to zasoby o dość dużym stopniu zbadania otworami wiertniczymi, nie odpowiadające jednak gęstością punktów rozpoznania kryterium kategorii  $C_2$ . Wymienione zasoby odpowiadają aktualnym kryteriom bilansowości /w odniesieniu do miąższości pokładów, jakości kopaliny i głębokości występowania/. Pozostała powierzchnia zagłębia /21%/ nie wykazuje prognoz zasobowych; nie oblicza się w niej nawet zasobów potencjalnych.

Zasoby węgla występujące w GZW na głębokości 1000-1250 m kwalifikowane są jako zasoby prognostyczne  $D_2$ . W tym przedziale głębokości są również obliczone zasoby potencjalne kategorii E, jako zasoby pokładów o miąższości pozabilansowej. Powierzchnia występowania zasobów kategorii  $D_2$  w GZW wynosi  $2777 \text{ km}^2$ . Zasoby węgla występujące na głębokości 1250-2000 m kwalifikowane są jako zasoby potencjalne E, wśród których wydziela się zasoby pokładów o miąższości bilansowej /potencjalne ze względu na warunki geologiczno-górnice, tj. głębokość występowania/ oraz zasoby pokładów o miąższości pozabilansowej. Powierzchnia występowania zasobów w tym przedziale głębokości waha się od  $3878 \text{ km}^2$  na głębokości 1250 m do  $2543 \text{ km}^2$  na głębokości 2000 m.

Tabela 6

Zasoby perspektywiczne węgla kamiennego w Górnośląskim  
Zagłębiu Węglowym

Poziom	Typ węgla	Zasoby prognostyczne		Zasoby potencjalne E
		D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	
		w mln t		
do głębokości 1000 m	E	11 905,2	-	2 976,30
	K	3 895,1	-	973,80
	S	-	-	-
	nieklasyfikowane	-	-	-
	ogółem	15 800,3	-	3 950,10
1000-1250 m	E	-	6 362,9	1 553,3
	E	-	11 590,4	2 897,6
	E	-	-	-
	ogółem	-	17 953,3	4 450,90
1250-1500 m	E	-	-	3 398,8
	K	-	-	29 776,7
	S	-	-	616,3
	ogółem	-	-	33 791,8
1500-1750 m	E	-	-	954,4
	K	-	-	24 457,5
	S	-	-	1 272,6
	ogółem	-	-	26 684,5
1750-2000 m	E	-	-	226,9
	K	-	-	15 583,6
	S	-	-	2 846,0
	ogółem	-	-	18 656,5
Ogółem węgla		15 800,3	17 953,3	87 533,80

Objaśnienia przy tabeli 5.

Zestawienie zasobów węgla kamiennego GZW w rozbiściu na kategorie rozpoznania, klasy jakości i strefy głębokości występowania zawiera tabela 6.

Lubelskie Zagłębie Węglowe /fig. 8/ jako jednostka geologiczna należy do tzw. basenu karbońskiego, ciągnącego się od okolic Warszawy do okolic Sokala w ZSRR. Jednostkę tę o powierzchni około 12 000 km<sup>2</sup>, zakrytą utworami młodszymi o miąższości 360-3000 m, rozpoznano wyłącznie badaniami wiertniczymi i geofizycznymi.

W dotychczasowym ujęciu za LZW uznaje się tylko wycinek basenu karbońskiego ograniczony od SW i W izopachytą nadkładu 750 m, a od NE i E wychodniami spągu ogniw o bilansowej węglizasobności /warstw bużańskich na SE i warstw lubelskich na NW/. Powierzchnia tak zdefiniowanego LZW w granicach Polski wynosi 4630 km<sup>2</sup>. W jednostce tej są skoncentrowane prace poszukiwawcze i rozpoznawcze.

Profil utworów karbonu basenu lubelskiego o łącznej maksymalnej miąższości do 3200 m tworzą utwory wizeny, namuru i westfalu wykształcone w trzech różniących się genetycznie formacjach węglonośnych: morsko-paralicznej, paralicznej i limnicznej.

Węglizasobność przemysłowa jest związana praktycznie z formacją limniczną /warstwami lubelskimi/. W radzieckiej części zagłębia i częściowo na obszarach przygranicznych wartość przemysłową mają również 4 pokłady formacji paralicznej należące do warstw bużańskich. Maksymalna miąższość limnicznej formacji węglonośnej /o węglizasobności przemysłowej/ szacowana jest na 1100 m.

W LZW występują głównie węgle energetyczne typu 31-33, a w mniejszej ilości węgle koksujące 34 i 35 wykazujące nietypowy układ parametrów klasyfikacji /za dużą zawartość części lotnych/. Zawartość popiołu w tych węglach wynosi 14,0%, siarki całkowitej 1,36%, a wartość opałowa 6311 kcal/kg<sup>x</sup>. W SW części basenu możliwe jest pojawienie się na większych głębokościach wyższych typów węgla. Słabe rozpoznanie przewidzienia zmian jakości węgla nie pozwala na przewidywanie tych zmian na obszarach perspektywicznych.

Stopień rozpoznania budowy geologicznej i zasobów węgla zarówno całego basenu karbońskiego, jak i LZW jest niejednorodny. Prace rozpoznawcze skoncentrowano w najkorzystniejszej z punktu widzenia węglizasobności oraz miąższości nadkładu części basenu, w której nadkład nie przekracza 750 m, a podstawowa seria węglonośna występuje nie głębiej niż 1000 m. Na obszarze tym rozpoznano zasoby w kategorii C<sub>1</sub> + C<sub>2</sub> i zasoby prognostyczne /ze względu na rzadką siatkę wierceń/. Pozostałą część basenu karbońskiego rozpoznano tylko odosobnionymi głębokimi otworami wiertniczymi /poszukiwania ropy naftowej/, wykonanymi z niepełnym rdzeniowaniem, oraz badaniami geofizycznymi. Obszar LZW z zasobami węgla w kategorii C<sub>1</sub> + C<sub>2</sub> ma łączną powierzchnię 80 km<sup>2</sup> /2% po-

<sup>x</sup>Według SI 1 cal = 4,1868 J.

wierzchni zagłębia/. Dwa obszary o powierzchni 218 km<sup>2</sup> /5% powierzchni zagłębia/ mają zasoby rozpoznane w kategorii C<sub>2</sub>. Zasoby prognostyczne D<sub>1</sub> i D<sub>2</sub> występują na obszarze 4332 km<sup>2</sup> /93% powierzchni zagłębia/.

Poza omówionymi obszarami LZW w karbońskim basenie lubelskim wydziela się jeszcze obszar perspektywiczny, na którym nadkład limnicznej formacji produktywnej ma miąższość rzędu 750-1200 m, a spąg tej formacji obniża się do głębokości około 2400 m. Na obszarze tym wydziela się zasoby prognostyczne do głębokości 1000 m, występujące w strefie o miąższości nadkładu 750-1000 m. Powierzchnia tej strefy wynosi 2330 km<sup>2</sup>. W tej samej strefie, lecz w przedziale głębokości 1000-2000 m są obliczane zasoby potencjalne E. Druga strefa występowania zasobów potencjalnych E o powierzchni 2195 km<sup>2</sup> położona jest na SW i W basenu karbońskiego. Utwory węglonośne tej strefy przykryte są nadkładem o miąższości 1000-1200 m, a jej zasoby obliczono do głębokości 2000 m.

Zasoby prognostyczne i potencjalne LZW obliczono metodą sumarycznej węglozasobności i skorygowano współczynnikiem 0,74 zmienności pokładów. Zasoby potencjalne o miąższości pozabilansowej szacowano w ilości 30% zasobów pokładów o miąższości bilansowej. Oba współczynniki ustalono na podstawie przeliczeń zasobów złóż rozpoznanych w kategoriach B-C<sub>2</sub>.

Stan rozpoznania oraz zasoby węgla kamiennego LZW ilustruje figura 8 oraz tabela 7.

**D o l n o ś l ą s k i e   Z a g ł ę b i e   W ę g l o w e** jest dobrze zdefiniowaną jednostką geologiczną. Zasięg występowania formacji węglonośnych jest określony szczegółowymi badaniami kartograficznymi. Jest również zbadany z wystarczającą dokładnością profil utworów produktywnych oraz ich zmiany facjalne rzutujące na węglozasobność i perspektywy złożowe. Słabo natomiast jest rozpoznana budowa wgłębną zagłębia.

Formacje węglonośne DZW są związane z utworami karbonu górnego. Produktywne są zasadniczo trzy ogniwa litostratygraficzne: warstwy wałbrzyskie /namur A/, warstwy żaclerskie /westfal A-D/ i warstwy odolowskie /stefan/. Węgłe stefañskie występują zasadniczo w czechosłowackiej części zagłębia, tylko w rejonie Głuszycy stwierdzono występowanie jednego pokładu węgla, który odpowiada wiekowo węglom stefañskim złóż w ČSSR. Warstwy wałbrzyskie o miąższości 100-325 m zawierają do 30 wkładek węgla, z których około 20 o łącznej grubości 10-15 m ma znaczenie przemysłowe /kop. Thorez/. Miąższość warstw żaclerskich osiąga maksymalnie około 900 m. Występuje w nich około 48 wkładek węgla, z których 15 osiąga wartość przemysłową.

Tabela 7

Zasoby perspektywiczne węgla kamiennego  
w Lubelskim Zagłębiu Węglowym

Poziom	Typ węgla	Zasoby prognostyczne		Zasoby potencjalne E
		D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	
		w mln t		
Od powierzchni chmi karbo- nu do 1000 m /nac- kład 750 m/	E	-	-	-
	K	-	-	-
	nieklasy- fikowany ogółem	28 068,2	-	8 420,50
do 1000 m /nakład 750-1000/	nieklasy- fikowany	-	18 336,15	5 500,9
1000-1500 m	nieklasy- fikowany	-	-	42 844,6
1500-2000 m	nieklasy- fikowany	-	-	18 778,2
Ogółem węgla		28 068,2	18 336,5	75 544,20

Objaśnienia przy tabeli 5.

Pokłady węgla DZW zawierają w większości węgle koksujące /typ 34-37/, chude /typ 38/, antracytowe /typ 41/ i antracyty /typ 42/. Charakteryzują się one małą zawartością siarki /0,1-0,9%/, fosforu /0,001-0,014%/ i popiołu /7,1-8,5%/ oraz wartością opałową 6488-7567 kcal/kg /dane dla węgla rynkowych kopalń DZPW z 1972 r./.

Utwory karbońskie, w tym i formacje produktywne, wykazują w DZW dużą zmienność facjalną, dlatego złoża węgla mają ograniczony zasięg występowania. Złoża o przemysłowym znaczeniu występują w rejonie wałbrzyskim, gdzie są czynne trzy kopalnie węgla i w rejonie Słupiec-Nowa Ruda, gdzie jest czynna jedna kopalnia. Oba rejony /fig. 9/ mają zasoby rozpoznane w kategorii A-C<sub>2</sub> do głębokości 1000 m i brak perspektyw zasobowych po rozciągłości. Perspektywy zasobowe istnieją w niższych poziomach, gdzie oblicza się zasoby potencjalne do głębokości 2000 m.

W rejonie wałbrzyskim wydziela się zasoby potencjalne w warstwach wałbrzyskich i żaclerskich w dwóch przedziałach głębokości: 1000-1500 m i 1500-2000 m. W rejonie Słupiec-Nowa Ruda zasoby potencjalne występują tylko w przedziale głębokości 1000-1500 m. Zasoby prognostyczne kategorii D<sub>2</sub> wydzielono dla pokładu w rejonie Głuszycy.

Zasoby prognostyczne i potencjalne DZW obliczono metodą sumarycznej węglizasobności, przyjmując współczynnik korygujący 0,7 ze względu na zmienność pokładów i szacując ilość zasobów potencjalnych o miąższości pozabilansowej jako 50% zasobów pokładów bilansowych. Współczynnik ostatni wynika z przeliczeń zasobów udokumentowanych w kategorii A-C<sub>2</sub>.

Stan rozpoznania oraz zasoby węgla kamiennego DZW ilustruje figura 9 i tabela 8.

T a b e l a 8

Zasoby perspektywiczne węgla kamiennego  
w Dolnośląskim Zagłębiu Węglowym

Poziom	Typ węgla	Zasoby prognostyczne		Zasoby potencjalne E
		D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	
		w mln t		
Od powierzchni ni karbonu do 1000 m	E	-	-	-
	K	-	-	-
	S	-	10,7	-
	nieklasyfikowany	-	-	-
	Ogółem	-	10,7	-
1000-1500 m	S	-	-	571,90
1500-2000 m	S	-	-	361,20
Ogółem węgla		-	10,7	933,10

Objaśnienia przy tabeli 5.

1.1.2. Perspektywy rozszerzenia bazy surowcowej

Bilans zasobów węgla /stan na 1.01.1976/ obejmuje wszystkie możliwości jego występowania aż do głębokości 2000 m. Nie pominięto żadnych ważnych części znanych formacji węglonośnych przy ocenie zasobowej. Metody oceny zasobów prognostycznych i potencjalnych nie pozwalają oczekiwać zwiększenia czy zmniejszenia się liczby zasobów wskutek dokładniejszego rozpoznania. Z tego powodu zastosowano współczynniki korygujące zmiany zasobów wynikające z metod ich rozpoznania i obliczania.

W świetle tych zastrzeżeń w obrębie znanych zagłębi węglowych nie należy się spodziewać istotnego rozszerzenia zasobów geologicznych węgla poza podanymi w bilansie. Nie należy się również spodziewać nowych odkryć formacji węglonośnych czy zagłębi węglowych do głębokości 1000 m.

Obszar, w którym mogą występować formacje węglonośne pod nadkładem o miąższości 1000-2000 m, jest stosunkowo niewielki. Należy do niego skrawek GZW na południe od Wadowic, przedłużenie LZW w kierunku Warszawy i obszar położony w obrębie monokliny przedśudeckiej na N od Wrocławia. Perspektywy zasobowe tych obszarów są nieznaczne, a przede wszystkim wątpliwa jest ich wartość ze względu na nadkład przekraczający przeważnie 1200-1500 m. Ich perspektyw zasobowych nie ujęto w bilansie. W innych częściach Polski karbońskie formacje węglonośne nie występują lub leżą /dotychczas nie zbadane/ pod dużym nadkładem młodszych utworów.

Należy się spodziewać, że zmiany zasobów węgla kamiennego do głębokości 2000 m będą dotyczyły głównie stopnia rozpoznania zasobów w obrębie znanych zagłębi węglowych. Znajomość tych zmian jest niezbędna przede wszystkim w celu zabezpieczenia planowanego wydobycia ze złóż zagospodarowanych, jak i przy budowie nowych kopalń.

W DZW do głębokości 1000 m brak jest praktycznie perspektyw rozszerzenia zasobów rozpoznanych, a w GZW perspektywy te są niewielkie i dotyczą niekorzystnych z punktu widzenia węglozasobności i warunków geologiczno-górnicznych części obszaru. W obu tych zagłębiach rozszerzenie bazy surowcowej wiąże się z rozpoznaniem głębszych poziomów występowania utworów produktywnych /1000-1250 m/ i obniżeniem granicznej głębokości bilansowości. Tylko w LZW istnieją możliwości znacznego przyrostu zasobów rozpoznanych do głębokości 1000 m kosztem zasobów prognostycznych, które zajmują 93% powierzchni tego zagłębia. Należy jednak zaznaczyć, że zasoby węgla LZW leżą pod dużym nadkładem /do 1000 m/ i na znacznych obszarach są rozpoznane w seriach o niewielkiej sumarycznej węglozasobności.

Biorąc pod uwagę przytoczone wyżej fakty należy podkreślić konieczność dalszego rozpoznania karbonu GZW, szczególnie w głębszych poziomach, oraz prowadzenia systematycznych badań formacji węglonośnych LZW na całym obszarze basenu karbońskiego.

Edward CIUK

## 1.2. Węgiel brunatny

Złóża węgla brunatnego w Polsce są związane głównie z formacją trzeciorzędową. Dotychczas stwierdzono 9 grup węglonośnych, z których dwie mioceńskie odgrywają dominującą rolę, a mianowicie środkowopolska grupa pokładów węglowych miocenu górnego /kop. Konin i Adamów/ oraz



ścianawska grupa pokładów miocenu środkowego /kop. Turów, w zagospodarowaniu złoża Bełchatów/. Oprócz tego jest projektowane zagospodarowanie złóż Szczerców, Legnica i Czempin. Poza mioceniem stwierdzono cienkie warstwy węgla brunatnego w utworach pliocenu, oligocenu, eocenu i paleocenu, lecz bez znaczenia przemysłowego.

Perspektywy występowania złóż węgla brunatnego wiąże się z zasięgiem utworów trzeciorzędu, przede wszystkim miocenu lądowego na obszarze jego epikontynentalnego występowania. Trzeciorzędowych złóż węgla brunatnego są pozbawione Karpaty i zapadlisko przedkarpackie, Wyżyna Lubelska, Góry Świętokrzyskie, rejon krakowsko-częstochowski i śląski, znaczna część Sudetów, a także niektóre obszary w rejonach: białostocko-kętrzyńskim, gdańsko-kwidzyńskim i szczecińsko-koszalińsko-czaplińskim.

### 1.2.1. Ogólna charakterystyka

Na obszarze Polski wyróżnia się złoża platformowe rozciągające się na wielkich powierzchniach kraju oraz złoża soczewowe i tektoniczne. Notowane są też złoża na wysadach solnych związane z krasem solnym i złoża zaburzone glacitektonicznie.

Głębokość występowania trzeciorzędu węglonośnego waha się od kilku metrów na Kujawach do 400 m i głębiej. Zmienna jest również miąższość poszczególnych pokładów węgla brunatnego, od kilkudziesięciu centymetrów do kilkudziesięciu metrów. W wyjątkowych przypadkach, np. w rowie bełchatowskim, miąższość węgla dochodzi do 200 m. W niektórych strefach zaburzonych glacitektonicznie stwierdzono w otworach wiertniczych pozorną miąższość węgla od 30 do 50 m.

Do najczęściej występujących typów należą węgle: ziemiste, ziemisto-ksylitowe, ksylitowo-ziemiste i ksylity oraz węgle zanieczyszczone substancją mineralną. Węgla są zwykle brunatne lub brunatnoczarne. W węglach starszych, suchych występują odmiany czarne, błyszczące lub półbłyszczące, o silnym stopniu żelifikacji. Sporadycznie w węglach ziemistych spotyka się szczątki roślinne, głównie ułamki sprasowanych łożóg i gałęzi, ułamki korzeni /korpina/, a także okruchy fuzytu i drobne ziarna żywicy.

Zasadniczymi cechami chemiczno-technologicznymi węgla brunatnych są: kaloryczność oraz zawartość popiołu, prasoży, bituminów i alkaliów. W związku z tym węgle brunatne dzielą się na węgle energetyczne, brykietowe, wylęgane, ekstrakcyjne i zasolone. Kryteria dla poszczególnych gatunków węgla określa instrukcja Nr 1 Prezesa Centralnego Urzędu Geologii z 1961 r.

Aktualnymi kryteriami bilansowości węgla brunatnego są: miąższość większa od 3 m, maksymalna głębokość występowania 200 m /przy dużych zasobach może być większa/, współczynnik N:W nie większy niż 10:1, wartość opałowa  $Q_w^r$  nie mniejsza niż 1600 kcal/kg, zawartość popiołu  $A^s$  mniejsza od 40%. Jeżeli złoża węgla nie odpowiadają tym parametrom, są zaliczane do pozabilansowych.

Kopalinami towarzyszącymi węglom brunatnym są gliny i iły ceramiczne, iły warwowe, ogniotrwałe, kaolinowe, piaski budowlane, podsadzkowe, szklarskie i formierskie oraz żwiry. Rzadziej występują łupki bitumiczne i sapolpelowe, kreda jeziorna, kwarcyty i piaskowce.

Ogólna powierzchnia miocenu węglonośnego wynosi około 150 000 km<sup>2</sup>. Jest ona w znacznym stopniu zbadana, lecz istnieje jeszcze wiele obszarów, w których węglonośność tę należy wyjaśnić. Obszary miocenu węglonośnego można podzielić na udokumentowane oraz perspektywiczne.

### 1.2.2. Obszary złóż udokumentowanych

Obszary występowania utworów miocenu są skoncentrowane głównie w centralnej, zachodniej i południowo-zachodniej Polsce. W ich obrębie występują duże złoża węgla brunatnego, zagospodarowane i niezagospodarowane, udokumentowane w różnym stopniu w kategoriach A+B, C<sub>1</sub> i C<sub>2</sub>.

Do złóż zagospodarowanych należy zespół złóż konińskich, adamowskich oraz złoża Turów i Bełchatów, a do złóż niezagospodarowanych, rozpoznanych głównie w kategorii C<sub>2</sub>, należą: Legnica, Rogoźno, Ścinawa, Gubin, Mosty, Cybinka, Sieniawa /siodła IX-XV/ oraz Babina /pole Żarki/.

Oprócz złóż dużych udokumentowano wiele małych złóż o zasobach poniżej 50-60 mln t każde.

### 1.2.3. Obszary złóż perspektywicznych

Na podstawie przeprowadzonych badań węglonośnego miocenu Polski można wydzielić w nim obszary ze złożami wstępnie rozpoznanymi z ocenionymi zasobami prognostycznymi D<sub>1</sub>+D<sub>2</sub> oraz inne obszary perspektywiczne, dla których nie można obecnie określić zasobów złóż.

Do zasobów prognostycznych D<sub>1</sub> zaliczono złoża, które rozpoznano wstępnie w stopniu nie wystarczającym do udokumentowania ich w kategorii C<sub>2</sub>. Są to złoża duże, o zasobach od około 100 do ponad 1000 mln t. Ich zasoby zestawiono w tabeli 9. Złoża te koncentrują się, podobnie jak złoża udokumentowane, także w obszarach centralnej, zachodniej i południowo-zachodniej Polski.

Tabela 9

Zasoby prognostyczne węgla brunatnego

Złoże	Zasoby prognostyczne D <sub>1</sub> w mln t
Mosina	2 000,4 <sup>x</sup>
Krzywin	1 137,0 <sup>x</sup>
Gostyń	1 105,0
Czempin	780,0 <sup>x</sup>
Złoczew	491,7
Szamotoły	430,0
Krosno Odrzańskie	400,0
Góra	400,0
Naramowice	212,0
Ruja	140,0
Sieniawa /siodła rezerwowe/	110,9
Cybinka	100,6
Oczkowice	106,0
Nakło	102,0
Razem	7 515,6

<sup>x</sup>Zasoby prognostyczne złóż Mosina, Krzywin i Czempin uaktualniono w stosunku do wartości podanych w Bilansie na 1.I.1976.

Wymienione złoża, z uwagi na duże zasoby, powinny być przede wszystkim rozpoznane w kategorii C<sub>2</sub>, tworzą one bowiem drugą, poza udokumentowanymi złożami niezagospodarowanymi, bazę dla rozwoju odkrywkowego górnictwa węgla brunatnego i energetyki na nim opartej.

Ze względu na to, że niektóre z nich nie są okonturowane, istnieje możliwość powiększenia ich zasobów. Złoża te mają dość dobrze rozpoznaną budowę geologiczną, dobrze też są poznane własności chemiczno-technologiczne węgla oraz warunki geologiczno-górniczne. W związku z tym po wykonaniu niewielkiej liczby otworów wiertniczych mogą być przeklasyfikowane do kategorii C<sub>2</sub>.

Zasoby prognostyczne D<sub>1</sub> węgla brunatnego oceniono na 7515,6 mln t. Występują one w 14 złożach /tab. 9/.

Do zasobów prognostycznych D<sub>2</sub> zaliczono pozostałe /nie ujęte w tab. 9/ zasoby szacunkowe, zasoby zarejestrowane oraz zasoby szczątkowe złóż wyeksploatowanych, wykazane w bilansie zasobów CUG. Ponadto zaliczono tu zasoby: niektórych złóż udokumentowanych lecz nie przedstawiających aktualnie wartości gospodarczej ze względu na małe rozmiary i zasobność,

złóż stwierdzonych wstępnie kilkoma lub jednym otworem wiertniczym /o nieznanym własnościach chemiczno-technologicznych węgla i srebro zbadanej ich budowie geologicznej/ oraz złóż, których parametry geologiczno-górniczne nie odpowiadają obowiązującym kryteriom bilansowości /duża głębokość występowania i mała miąższość/.

Zasoby poszczególnych złóż w kategorii D<sub>2</sub> wahają się w granicach od 0,6 lub mniej do 60-80 mln t, a tylko w pojedynczych przypadkach przekraczają 100 mln t. Zdecydowana większość to złoża o zasobach do 10-20 mln ton. Łączne zasoby ponad 70 złóż określa się na około 1,3 mld t węgla. Złoża te nie stanowią bazy rozwoju przemysłu węgla brunatnego. Jednak ze względu na to, że niektóre z nich mogą wykazywać szanse powiększenia zasobów i w przyszłości mogą się stać przedmiotem zainteresowania przemysłu, zasoby te zaliczono tymczasowo do prognostycznych D<sub>2</sub> /tab. 2/ z zastrzeżeniem, że wymagają one szczegółowego przeanalizowania i przeprowadzenia ponownej klasyfikacji.

Do zasobów potencjalnych E zaliczono tylko 891,17 mln t węgla brunatnego /tab. 2/, wykazanych w bilansie CUG jako szacunkowe lub pozabilansowe.

Oprócz tego duże możliwości występowania węgla brunatnego istnieją w innych obszarach miocenu lądowego. Jego przypuszczalny zasięg zaznaczono na mapie prognoz kopalni energetycznych /fig. 1/. Wprawdzie sporadyczne występowanie węgla brunatnego stwierdzono także w utworach innych pięter trzeciorzędu /pliocen, oligocen, eocen, paleocen/, nie mogą one jednak mieć gospodarczego znaczenia zarówno dziś, jak też w przyszłości ze względu na małą miąższość, głębokość występowania, bądź też wysoce niekorzystny stosunek nadkładu do miąższości węgla, znacznie przekraczający wskaźnik 10-15:1.

Obszary perspektywiczne występowania węgla brunatnego wiążą się głównie z północną, północno-wschodnią i wschodnią Polską, a więc z platformą prekambryjską, na której prace geologiczno-poszukiwawcze prowadzono dotychczas sporadycznie i w ograniczonych rejonach. Pewne perspektywy istnieją również na pozostałych obszarach platformy paleozoicznej, skąd pochodzi prawie cała dotychczas rozpoznana baza zasobowa węgla brunatnego.

Ilościowa ocena zasobów węgla brunatnego na tych obszarach jest w tym etapie badań trudna do przeprowadzenia, ponieważ wymaga dokładnej analizy wielu materiałów oraz wykonania parametrycznych wierceń w określonych rejonach, a więc dłuższego czasu i znacznych nakładów.

#### 1.2.4. Wnioski

W okresie trzydziestolecia PRL zbadano około 35-40% powierzchni węglonośnego trzeciorzędu Polski. W wyniku tego odkryto i udokumento-

wano wiele złóż węgla brunatnego oraz oceniono zasoby prognostyczne  $D_1$  węgla brunatnych w ilości około 7,515 mld t. Pozostały obszar wymaga dalszych badań w celu poznania budowy geologicznej trzeciorzędu, określenia stopnia jego węgloności, zasobów prognostycznych  $D_1$  i  $D_2$  i wyeliminowania z dalszych badań obszarów negatywnych.

Stanisław DEPOWSKI

### 1.3. Ropa naftowa i gaz ziemny

Na obszarze Polski znajdują się części dwóch europejskich prowincji ropo- i gazonośnych: karpackiej, obejmującej obszar fałdowy Karpat fliszowych i zapadlisko przedkarpackie zwane też przedgórzem Karpat, oraz północnoeuropejskiej, której część wschodnią stanowią obszary platformowe zwane Niżem Polskim /fig. 2/.

W obrębie karpackiego obszaru fałdowego leżą tereny ropo- i gazonośne polskich Karpat fliszowych i zapadliska przedkarpackiego, a na obszarach platformowych tereny gazo- i roponośne Niżu Polskiego oraz perspektywiczny polski sektor akwenu Morza Bałtyckiego.

Regionalne badania budowy geologicznej kraju, wyjaśnienie perspektyw gazo- i roponości utworów osadowych różnego wieku oraz prace poszukiwawcze z największym nasileniem prowadzono w latach 1966-1975.

W wyniku uzyskania dokładniejszych informacji o budowie wglębnej i zróżnicowaniu treści geologicznej skał tworzących poszczególne regiony, łączna powierzchnia obszaru uznanego za perspektywiczny pod względem gazo- i roponości została zmniejszona /z około 250 tys. km<sup>2</sup>/ przez wyeliminowanie regionów i formacji o najmniejszych perspektywach. Znalazło to wyraz w kolejnych ilościowych ocenach prognoz gazo- i roponości oraz w modyfikacjach kierunków badań i robót poszukiwawczych realizowanych w tym okresie. Należący do naszego kraju perspektywiczny obszar Morza Bałtyckiego ma powierzchnię około 30 000 km<sup>2</sup>.

Badania i poszukiwania wykazują, że obszary gazo- i roponośne mają złożoną budowę geologiczną, a w związku z tym także skomplikowane geologiczne warunki występowania złóż gazu ziemnego i ropy naftowej. Odkrywa się więc na ogół złoża małe i średnie co do wielkości i zasobności, a poszukiwania są trudne i wymagają znacznych zakresów badań geologicznych i geofizycznych, głównie kosztownych prac sejsmicznych refleksyjnych oraz znacznej liczby głębokich otworów wiertniczych.

Na obszarze Polski w latach 1945-1975 wykonano około 154 000 km profili sejsmicznych i odwiercono około 6400 tys. m wierceń ukierunkowanych na poszukiwanie złóż ropy i gazu. W ciągu dziesięciolecia /1966-

-1975/ wykonano 109,1 tys. m profili sejsmicznych i odwiercono 2108 otworów o ogólnym metrażu 4345,2 tys. m wierceń parametrycznych, poszukiwawczych i rozpoznawczych, z czego 47 otworów o głębokości przekraczającej 4000 m.

W tym samym czasie, osiągnięto przyrost zasobów ropy naftowej o 7,65 mln t i gazu ziemnego o 146,11 mld m<sup>3</sup>, tj. razem około 153,8 mln tzw. ton bituminów przeliczeniowych.

### 1.3.1. Obszary gazo- i roponośne oraz zasoby perspektywiczne

Na terytorium Polski fałdowym obszarem ropo- i gazonośnym są zewnętrzne Karpaty fliszowe. Flisz Podhala traktuje się jako obszar o bliżej niesprecyzowanych perspektywach ropo- i gazonośności. Pieniny i Tatry są nieperspektywicznymi jednostkami geologicznymi.

Występowanie ropy naftowej i gazu ziemnego w polskich Karpatach fliszowych jest znane od dawna. Eksploatację ropy naftowej na większą skalę rozpoczęto w 1854 r., a eksploatację złóż gazu ziemnego w 1921 r. Od tego czasu odkryto w utworach fliszowych 59 złóż ropy naftowej, w tym 24 złoża większe, oraz 9 złóż gazu ziemnego, w tym 3 złoża większe.

Osady fliszu karpackiego wieku kreda - oligocen mają ogólną miąższość dochodzącą do 5000 m. Skałami zbiornikowymi ropy naftowej i gazu ziemnego są piaskowce o różnym wykształceniu litologicznym oraz zmiennej porowatości i przepuszczalności. Na ogół wykazują one małą porowatość i przepuszczalność, przy czym częściowo mają charakter porowo-szczelinowaty. Zasadnicze znaczenie mają górnokredowe piaskowce istebniańskie i piaskowce ciężkowickie wieku paleocen - eocen dolny, z których pochodzi ponad 70% wydobytych węglowodorów.

W polskich północnych Karpatach fliszowych wydziela się 5 głównych elementów tektonicznych, mających częściowo charakter płaszczowin. Od południa ku północy są to kolejno: płaszczowina magurska, strefa fałdów dukielsko-użeckich, jednostka śląska, jednostka podśląska i jednostka skolska.

W obrębie płaszczowiny magurskiej odkryto w jej czółowej części 6 złóż ropy naftowej, w tym 2 złoża większe w skali krajowej. W strefie fałdów dukielsko-użeckich odkryto 2 złoża ropy naftowej, które można zaliczyć do grupy złóż większych. Z jednostką śląską, a zwłaszcza z jej obniżoną częścią zwaną centralnym synklinorium karpackim, związanych jest 41 złóż ropy naftowej, z czego 19 złóż można zaliczyć do większych. W obrębie jednostki podśląskiej odkryto 2 złoża ropy naftowej, w tym 1 złoże większe. Z jednostką skolską związanych jest 8 złóż

ropy naftowej, w tym 2 złoża większe. Złóż gazu ziemnego w jednostce śląskiej odkryto 9, a do większych w skali krajowej można zaliczyć 4.

Najlepsze warunki geologiczne do powstania i zachowania się nagromadzeń ropy naftowej i gazu ziemnego istnieją we wschodnim odcinku polskich Karpat fliszowych, gdzie na wschód od rzeki Biała, w związku z obniżeniem się podłoża do głębokości kilku tysięcy metrów, pojawiają się długie i wąskie struktury antyklinalne. Szczególnie dobrze zarysowują się one w centralnym synklinorium karpackim, gdzie występują w nich liczne nagromadzenia ropy naftowej i gazu ziemnego. Na odcinku Karpat fliszowych położonym na zachód od rzeki Białej, gdzie obserwuje się obecność płaskich i silnie zaburzonych struktur w związku z występowaniem podłoża na mniejszej głębokości, stwierdza się w nich raczej brak pułapek /zamknięć/ złożowych dogodnych do powstania i zachowania się nagromadzeń większych ilości węglowodorów. Wyjątkiem są struktury ekranowane płaszczowiną magurską i w nich właśnie odkrywa się większe nagromadzenia węglowodorów płynnych i gazowych. Utworami mściwymi węglowodorów w świetle dotychczasowych badań wydają się być skały bitumiczne fliszu karpackiego.

Złoża ropy naftowej i gazu ziemnego w Karpatach fliszowych można zaliczyć ogólnie do typu strukturalnego. O ich wielkości nie decyduje przy tym przynależność do wielkich jednostek tektonicznych, ale charakter poszczególnych struktur i w mniejszym stopniu własności fizyczne skał zbiornikowych. Struktury lokalne ze złożami węglowodorów mają zróżnicowany charakter: od normalnych antyklin poprzez formy o dysharmonijnym sfałdowaniu i zdyslokowaniu jądrowych części, fałdy spiętrzone i fałdy przykryte od góry nasunięciem, aż do różnego typu zamknięć złożowych w skrzydłach fałdów.

Ogólnie złoża węglowodorów można zaliczyć do warstwowych z wodą okalającą, przy czym obecności czap gazowych nie stwierdzono. Ciśnienia złożowe pierwotne są zbliżone do ciśnień hydrostatycznych, a na dużych głębokościach obserwuje się zazwyczaj obecność ciśnień znacznie wyższych od hydrostatycznych. Złoża ropy naftowej produkują w warunkach rozpuszczonego gazu, przy czym w późnym stadium eksploatacji dominują warunki grawitacyjne. Złoża gazu ziemnego mają warunki produkowania gazowo-ekspansyjne.

Ropy naftowe fliszu karpackiego należą do metanowych, beziarkowych, o gęstości 0,766-0,943 t/m<sup>3</sup>, przeważnie 0,820-0,850 t/m<sup>3</sup>. Zasadniczym składnikiem gazów ziemnych jest metan, któremu towarzyszą małe ilości cięższych węglowodorów. Azotu jest zwykle do 5%, a tylko w górnokredowym złożu Sanok do 30%. W minimalnych ilościach występuje CO<sub>2</sub> i gazy szlachetne, a obecności H<sub>2</sub>S nie stwierdzono.

Wody złożowe należą zazwyczaj do średnio zmineralizowanych typu wodorowęglanowo-sodowego, o znacznych zawartościach jodu.

Obecna produkcja ropy naftowej i gazu ziemnego pochodzi prawie wyłącznie z poziomów położonych na głębokości 300-1800 m. Otwory są na ogół eksploatowane przez długie okresy. Na zaznaczenie zasługuje uzyskiwanie obecnej produkcji ropy naftowej z około 3000 otworów.

Najlepsze perspektywy odkrycia dalszych złóż ropy naftowej i gazu ziemnego są związane z tzw. karpackimi fałdami głębokimi w centralnej depresji karpackiej i jej obrzeżeniu oraz strukturami ekranowanymi przez płaszczowinę magurską.

Na przedpolu Karpat fliszowych w neogenie utworzyło się zapadlisko przedkarpackie, które ma charakter typowego zapadliska przedgórskiego Alpidów. W budowie geologicznej tego zapadliska można wydzielić dwa kompleksy strukturalne: górny, złożony z utworów miocenu, głównie tortonu i sarmatu, o miąższości dochodzącej do 3,0-3,5 tys. m oraz dolny, reprezentujący duży przedział czasowy od prekambriu po kredę górną włącznie.

W centralnej części zapadliska występują bezpośrednio pod tortonem sfałdowane utwory młodoprekambryjskie, tworzące tzw. wyniesienie dolnego Sanu, które stanowią południowo-wschodnie przedłużenie najmłodszego prekambriu Gór Świętokrzyskich. Na pozostałym obszarze zapadliska neogenickie jest rozwinięte na różnych ogniwach podłoża o konsolidacji kaledońskiej, bądź warycyjskiej, a lokalnie na cechsztyńsko-mezozoicznej pokrywie platformowej tego podłoża.

Złoża ropy naftowej i gazu ziemnego odkryto po II wojnie światowej w obu głównych kompleksach strukturalnych: w utworach mezozoicznych podłoża oraz w miocenie. W podłożu poziomami produktywnymi są piaskowce triasu górnego i jury środkowej, wapienie jury górnej oraz piaskowce cenomanu. W tortonie i sarmacie gazonośne są poziomy piaskowców.

Najlepsze własności zbiornikowe i filtracyjne mają piaskowce tortonu i sarmatu, o porowatości dochodzącej do 20-30% i przepuszczalności do kilkuset milidarcy, a nawet kilku darcy. W większości złóż obserwuje się jednak dużą zmienność ich wykształcenia. Niewiele gorsze własności mają piaskowce jury środkowej i cenomanu. Porowatość i przepuszczalność piaskowców triasu górnego jest niewielka, gdyż odpowiednie wartości dochodzą do kilku i maksymalnie do kilkunastu procent oraz do kilkunastu i wyjątkowo kilkadziesiątu milidarcy. Wapienie jury górnej są typowymi skałami zbiornikovymi szczelinowatymi lub kawernisto-szczelinowymi, o przepuszczalności zależnej od lokalnych systemów szczelin. Perspektywiczne terygeniczne skały zbiornikowe paleozoiku mają ogólnie gorsze własności zbiornikowe, a węglanowe - podobne własności jak w mezozoiku. Pod nasunięciem karpackim obserwuje się duże



pogorszenie własności zbiornikowych poziomów piaskowcowych miocenu, mezozoiku i paleozoiku, zwłaszcza z głębokością.

Nagromadzenia węglowodorów w triasie górnym, jurze środkowej i cenomanie są związane z wychodniami lub wyklinowaniem piaskowców pod niezdalnie leżącymi osadami miocenu, a w jurze górnej - z różnego rodzaju formami erozyjnymi ekranowanymi także osadami miocenu. Budowę złóż mezozoicznych komplikuje obecność dosyć licznych uskoków. W miocenie złoża są związane ze strukturami brachyantyklinalnymi o małej amplitudzie i wyklinowaniami piaskowców; wzdłuż brzegu Karpat odkryto także nagromadzenie gazu ekranowane nasunięciem Karpat fliszowych lub nasunięciem stebnickim.

Skałami macierzystymi gazów miocenijskich są zapewne skały ilaste miocenu bogate w materiał organiczny. Ropy naftowe i gazy ziemne złóż mezozoicznych oraz napotymane w paleozoiku wiązań należy przede wszystkim z paleozoicznymi skałami macierzystymi, gdyż w osadach mezozoicznych były raczej ograniczone możliwości generowania węglowodorów.

Odrębne zagadnienie stanowią nagromadzenia gazów w południowej części Górnośląskiego Zagłębia Węglowego, które wchodzi w obręb zapadliska przedkarpackiego i leży częściowo pod nasunięciem karpackim. Ich genezę należy wiązać z uwęglaniem węgla karbońskich. Geneza węglowodorów oraz procesy ich migracji i akumulacji wymagają dalszych badań, informacji z dotychczasowych prac badawczych nie można bowiem uznać za wystarczające.

W zapadlisku przedkarpackim odkryto dotychczas 51 złóż węglowodorów, w tym 45 złóż gazu ziemnego i 6 złóż ropy naftowej. Z tego przypada na: utwory miocenu - 37 złóż gazu ziemnego i 1 złożo i ropy naftowej na kontakcie z roponośnymi wapieniami jury górnej, kredę górną - 3 złoża gazu ziemnego, kredę górną i jurę górną - 2 złoża ropy naftowej, jurę górną - 3 złoża ropy naftowej i 3 złoża gazu ziemnego /w tym 2 mają także poziomy gazonośne w miocenie/, jurę środkową - 1 złożo gazu ziemnego i trias - 1 złożo gazu ziemnego.

Złoża miocenijskie można zaliczyć do warstwowych z wodą okalającą. Złoża mezozoiczne związane z utworami terygenicznymi należą także do złóż warstwowych z wodą okalającą, a złoża związane z węglanowymi utworami jury górnej - do złóż masywnych z wodą podścielającą. W pojedynczych przypadkach w górnourajskich złożach ropy naftowej stwierdzono obecność czap gazowych. Ciśnienia złożowe pierwotne są zbliżone do ciśnień hydrostatycznych. Złoża ropy naftowej produkują w warunkach rozpuszczonego gazu, a gazu ziemnego - gazowo-ekspansyjnych.

Ropy naftowe należą do metanowych, niskosiarkowych i średnich co do gęstości /ciężaru właściwego/.

Gazy miocenijskie zawierają do 97-98% metanu i małe ilości cięższych węglowodorów oraz azotu. Głównym składnikiem gazów mezozoicznych jest metan, ale gazy te zawierają większe ilości cięższych węglowodorów, kilka do kilkunastu procent azotu i niekiedy małe ilości  $H_2S$  i  $CO_2$  oraz gazów szlachetnych.

W zapadlisku przedkarpaccim są już eksploatowane zasoby gazu ziemnego w utworach miocenu oraz gazu ziemnego i ropy naftowej w mezozoiku. Niemniej istnieją jeszcze szanse odkrycia dalszych nagromadzeń gazu ziemnego, przede wszystkim w utworach miocenu wschodniej części polskiego odcinka zapadliska przedkarpacciego w strefie nasunięcia karpacciego i stebnickiego oraz pod tym nasunięciem, a także na przykład w strefie Tarnogród - Leżajsk - Kolbuszowa. W rejonie Tarnów - Bochnia można oczekiwać odkrycia nagromadzeń gazu ziemnego i ropy naftowej w utworach mezozoiku, przy czym poszukiwaniami jest także objęty obszar perspektywiczny, leżący już pod nasunięciem karpaccim. Pewne, chociaż ograniczone perspektywy odkrycia nagromadzeń węglowodorów rokują też utwory paleozoiczne. W aktualnym stanie rozpoznania zapadliska przedkarpacciego poszukiwania dalszych złóż gazu ziemnego i ropy naftowej są już zadaniem skomplikowanym i wymagającym dużych zakresów kompleksowych badań geologicznych i geofizycznych.

Platformowe obszary gazo- i roponośne oraz perspektywiczne są położone we wschodniej części północnoeuropejskiej prowincji gazo- i roponośnej. Wyróżniana jest tzw. platforma paleozoiczna o konsolidacji waryscyjskiej i częściowo kaledońskiej oraz platforma prekambryjska obejmująca północno-wschodnią i wschodnią część Niżu Polskiego.

W obrębie platformy paleozoicznej wydziela się następujące elementy geostrukuralne: monoklinę przedsudecką, nieckę szczecińsko-mogiłęńsko-łódzką, wał pomorsko-kujawski i niektóre elementy strukturalne niecki pomorsko-warszawsko-lubelskiej, leżące już częściowo w obrębie platformy prekambryjskiej. W skład tej platformy na obszarze Polski wchodzi poza tym: synekliza perybałtycka, wyniesienie mazursko-suwalskie, niecka podlaska i wyniesienie łukowsko-wisznickie.

Na obszarach platformowych Polski najstarszym perspektywicznym kompleksem są utwory najmłodszego prekambru, kambru, ordowiku i syluru w syneklizie perybałtyckiej, niecce podlaskiej i na Lubelszczyźnie. Utwory najmłodszego prekambru w dolnej części reprezentowane są przez zlepieńce i piaskowce arkozowe oraz skały wylewne, aglomeraty tufowe i tufy o miąższości do 300 m, znane z niecki podlaskiej i wschodniej części obszaru lubelskiego. Wyżej leżą piaskowce arkozowe z wkładkami mułowców i iłowców, a na nich morskie utwory ilasto-mułowcowo-piaszczyste o miąższości do 100-200 m. Utwory kambru to piaskowce, mułowce i iłowce o miąższości sięgającej 600 m, a w obniżonej części platformy

prekambryjskiej na obszarze lubelskim do 1000 m. W ordowiku występują w brzeźnej części basenu głównie skały węglanowe i podrzędnie terygeniczne, o miąższości łącznej dochodzącej do 100 m. W głębszej części basenu ordowik reprezentuje facja ilasta, przy czym na Pomorzu istnieje możliwość występowania utworów rafowych lub rafowopodobnych w strefie linii Teisseyre'a-Tornquista. Na przejściu z ordowiku do syluru basen sedymentacyjny się pogłębił, a głównymi skałami są ilowce i łupki z graptolitami. Maksymalna miąższość syluru przekracza 3000 m w zachodniej części syneklizy perybałtyckiej, a w innych obszarach depresyjnych platformy prekambryjskiej dochodzi co najmniej do kilkuset metrów.

Głównym obiektem badań i poszukiwań były piaskowce kambru dolnego i środkowego w syneklizie perybałtyckiej, wschodniej części niecki warszawskiej, niecce podlaskiej i na obszarze lubelskim. Efektem ich było odkrycie małego złoża lekkiej ropy naftowej Żarnowiec - Dębki w zachodniej części syneklizy perybałtyckiej oraz napotkanie w kilkunastu otworach badawczych i poszukiwawczych znacznych objawów ropy naftowej i gazów ziemnych węglowodorowych, do małych przypływów włącznie. Okazało się, że piaskowce kambru, leżące na większych głębokościach już poza strefą swobodnej wymiany wód podziemnych, wskutek zaawansowanej diagenety mają minimalną porowatość i przepuszczalność. Wobec tego ograniczono poszukiwania tylko do wydzielonych, bardziej perspektywicznych stref. W węglanowych i piaskowcowych poziomach ordowiku oraz w wapieniach landoweru natrafiono w syneklizie perybałtyckiej i w niecce podlaskiej na objawy ropy naftowej włącznie do małych nagromadzeń nie mających znaczenia gospodarczego. Dalsze badania wykazały, że obiektem mogącym mieć większe znaczenie byłyby wspomniane utwory rafowe lub rafopodobne w ordowiku.

Osady dewonu są głównie znane z Pomorza Zachodniego i obszaru lubelskiego. Najniższy dewon dolny reprezentują jeszcze ilaste osady morskie, wyższe jego piętra - osady terygeniczne typu old red; w dewonie środkowym i górnym występują morskie utwory węglanowe, tj. dolomity, wapień i margle z wkładkami piaskowców i mułowców, a w dewonie środkowym lokalnie także anhydrytów. Miąższość utworów dewonu w pełnym wykształceniu osiąga 1000-2000 m. Poziomami perspektywicznymi w dewonie są piaskowce old redu oraz dolomity, wapień i piaskowce dewonu środkowego i górnego. Potwierdzają to napotymane w licznych otworach badawczych i poszukiwawczych objawy gazów ziemnych węglowodorowych w dewonie dolnym oraz lekkich i średnich rop naftowych i gazów ziemnych węglowodorowych w dewonie środkowym i górnym. W kilku przypadkach uzyskano małe przypływy lekkich, beziarkowych rop naftowych, ale dalsze

wiercenia rozpoznawcze wykazały obecność tylko niewielkich nagromadzeń, które nie mogą być przedmiotem rentownej działalności gospodarczej. Odkryto natomiast złoża gazu ziemnego Komarów w dewonie środkowym południowej części obszaru lubelskiego, które ocenia się jako niewielkie pod względem rozmiarów i zasobności. Ogólnie można stwierdzić, że w perspektywicznych strefach skały zbiornikowe dewonu mają raczej słabe własności zbiornikowe i filtracyjne. Przedmiotem dalszych badań są nadal utwory rafowe i rafopodobne dewonu środkowego i górnego oraz dolomity jamiste franu.

Utwory karbonu są głównie znane z obszaru lubelskiego, gdzie po II wojnie światowej odkryto wielkie zagłębienie węglowe, oraz z Pomorza Zachodniego. W karbonie dolnym przeważają skały ilaste oraz występują wkładki piaskowców i skał węglanowych. Karbon górny reprezentują piaskowce, mułowce i iłowce oraz wkładki węgla, których nie napotyka się na Pomorzu Zachodnim. Na monoklinie przedsudeckiej w licznych otworach stwierdzono obecność sfałdowanych utworów karbonu litofacji kulmowej, a w centralnej części basenu głębokimi pojedynczymi otworami nawierca się obecnie karbon będący przedmiotem badań, szczególnie jako formacja mogąca generować gazy ziemne węglowodorowe, a także mogąca zawierać nagromadzenia gazów ziemnych. Ważne znaczenie jako skały zbiornikowe mają w karbonie poziomy piaskowce, które charakteryzują się jednak różnym wykształceniem oraz zmienną porowatością i przepuszczalnością. W głębokiej części basenu stwierdza się w karbonie brak dobrych skał zbiornikowych. Dotychczasowe badania i poszukiwania doprowadziły do odkrycia jednego złoża gazu ziemnego w niecce lubelskiej, trzech złóż gazu ziemnego na Pomorzu Zachodnim oraz poziomów produktywnych w złożu na monoklinie przedsudeckiej w obrębie wyniesienia wolsztyńskiego.

Perm dolny reprezentują przeważnie piaskowce, zlepieńce okruczowe z wkładkami iłowców i mułowców o miąższości dochodzącej do kilkuset metrów, a także występujące lokalnie skały wylewne o miąższości sięgającej kilkaset i więcej metrów. W centralnej części basenu nawiercono dotychczas utwory czerwonego spągowca tylko w pojedynczych głębokich otworach badawczych. Stwierdzono w nich obecność skał bardziej drobnoziarnistych aniżeli np. na monoklinie przedsudeckiej. Na platformie prekambryjskiej czerwony spągowiec reprezentują zlepieńce o miąższości dochodzącej co najwyżej do dziesiątków metrów. W poziomach piaskowców stropowej części górnego czerwonego spągowca /saksону/ odkryto na monoklinie przedsudeckiej szereg złóż gazu ziemnego, a na obszarze Pomorza Zachodniego pojedyncze złoża gazu ziemnego. Piaskowce saksону mają zmienną porowatość i przepuszczalność, a w głębszej części basenu są one na ogół niewielkie. W zasadzie tylko na obszarze wschodniej części monokliny przedsudeckiej porowatość ich dochodzi do 15-20% i przepusz-

czalność od kilkudziesięciu do pojedynczych setek miliardów. W głębokiej części basenu stwierdza się silną diagenezę tych utworów.

Perm górny /cechsztyń/ jest wykształcony w facji salinarniej i w centrum polskiej części basenu sedymentacyjnego osiąga miąższość ponad 1500 m. Dzieli się na 4 piętra odpowiadające cyklom sedymentacyjnym reprezentowanym przez łańcuchy, skały węglanowe, anhydryty i sole, które w centralnej części basenu sedymentacyjnego utworzyły poduszki i wysady solne. Skałami zbiornikowymi są poziomy węglanowe trzech pięter: Z1 /wapień cechsztyński/, Z2 /dolomit główny/ i Z3 /dolomit płytowy/. W wapieniu cechsztyńskim na monoklinie przedsudeckiej odkryto szereg złóż gazu ziemnego, a w dolomicie głównym złoża ropy naftowej i gazu ziemnego. Na Pomorzu Zachodnim poznano w dolomicie głównym kilka złóż ropy naftowej i gazu ziemnego, a w dolomicie płytowym jedno złożo ropy naftowej. Ważne znaczenie dla występowania nagromadzeń węglanowych poziomów cechsztyńskich, a przede wszystkim występowanie tzw. grzbietów onkolitowych i bioherm.

Trias wykształcony w facji epikontynentalnej dzieli się na pstry piaskowiec, wapień muszlowy i kajper. W centralnej części basenu sedymentacyjnego trias osiąga miąższość rzędu 1000-1500 m, a w obniżeniach przy wysadach solnych znacznie większą miąższość. Pstry piaskowiec dolny jest wykształcony w facji ilastej z wkładkami piaskowców, wapieni i anhydrytów. W pstrym piaskowcu środkowym jest większy udział sedymentów gruboklastycznych. Górny pstry piaskowiec /ret/ reprezentują lagunowe osady węglanowe i ilaste z wkładkami anhydrytów i lokalnie także soli kamiennej. W środkowym triasie /wapień muszlowy/, o miąższości rzędu 200-300 m, występują dolomity i wapień z wkładkami osadów ilastych, a niekiedy także anhydrytów i gipsów. Miąższość triasu górnego /kajpru/ dochodzi do 500 i więcej metrów, a reprezentują go osady ilaste z anhydrytami oraz nielicznymi wkładkami w dolnych ogniach piaskowców i skał węglanowych. Lokalnie na monoklinie przedsudeckiej napotyka się wkładkę soli kamiennej.

Perspektywiczne są poziomy piaskowców w stropowej części środkowego pstręgo piaskowca, dobrze uszczelnione osadami retu, a także piaskowce niższych ogni kajúpru. W niektórych strefach tych poziomów piaskowcowych napotymano poważniejsze objawy gazów ziemnych węglowodorowych. Perspektywy odkrycia większych nagromadzeń gazu ziemnego są ograniczone do tych stref, w których mogła się odbywać na większą skalę migracja węglowodorów z utworów permskich i podpermskich.

Utwory limniczne jury dolnej są piaszczyste, z wkładkami łańcuchów związanych z 4 ingresjami morskimi. W centralnej części basenu utwory

jury dolnej osiągają miąższość dochodzącą do 1000 m. Piaskowce charakteryzuje na ogół duża porowatość i przepuszczalność, ale, jak wykazują badania, nagromadzenia węglowodorów mogły utworzyć się tylko w stropowej części jury dolnej i to raczej w wąskich strefach leżących w niecce mogileńsko-szczecińskiej i warszawskiej.

Jura środkowa jest reprezentowana przez fację ilasto-piaszczystych osadów morskich, a tylko w jej stropowej części występują lokalnie morskie skały węglanowe. Miąższość utworów jury środkowej dochodzi do kilkuset metrów, a w centrum basenu przekracza nawet 1000 m. Piaskowce mają dosyć dużą porowatość i przepuszczalność, lecz wykazują ograniczone możliwości powstania i zachowania się nagromadzeń węglowodorów. Za perspektywiczne uważa się tylko wąskie strefy położone w niecce mogileńsko-szczecińskiej i warszawskiej po obu stronach wału kujawsko-pomorskiego oraz kujawskiej części tego wału. Możliwości odkrycia takich nagromadzeń są związane przede wszystkim z pułapkami typu strukturalno-litologicznego.

Utwory jury górnej są wykształcone przeważnie w facji wapienno-marglistej i w niektórych strefach w wapienno-rafowej, z podrzędnym udziałem facji marglisto-mułkowcowej, głównie w kimerydzie i portlandzie, oraz z wkładkami iłowców. W portlandzie napotyka się lokalnie także anhydryty. W centralnej części basenu jura górna ma miąższość przekraczającą nawet 1000 m, przy czym maleje ona dosyć szybko, zwłaszcza w kierunku północnym i wschodnim. Perspektywiczne są głównie utwory rafowe i rafopodobne oraz wapienie oolitowe oksfordu, przede wszystkim w strefach położonych po obu stronach wału kujawsko-pomorskiego w niecce mogileńsko-szczecińskiej, warszawskiej oraz częściowo pomorskiej. Bezpośrednie objawy gazów ziemnych węglowodorowych i ropy naftowej potwierdzają możliwość odkrycia nagromadzeń węglowodorów.

Utwory kredy dolnej o miąższości setek metrów, w walanżynie i hoterywie są wykształcone jako morskie ilasto-piaszczyste, a w barremie i dolnym albie jako skały przede wszystkim piaszczyste, częściowo słodkowodne. Alb górny reprezentują piaskowce wapniste, glaukonitowe, a wyższe ogniwa kredy - utwory na ogół marglisto-wapienne z dużym udziałem krzemionki. Możliwości występowania niewielkich nagromadzeń węglowodorów są związane tylko z piaskowcami walanżyny i hoterywu, przede wszystkim głębokiej strefy niecki mogileńsko-szczecińskiej i to raczej z pułapkami typu strukturalno-litologicznego.

Paleogen reprezentują morskie skały ilasto-piaszczyste, a neogen ilasto-piaszczyste, głównie limniczne, ze znanymi złożami węgla brunatnego w miocenie. W plejstocenie powstawały głównie utwory lodowcowe, a w holocenie rzeczne i jeziorne oraz lokalnie eoliczne.

Utwory kenozoiku osiągają miąższość do 300-400 m i są traktowane jako nieperspektywiczne.

Platformowe obszary Polski charakteryzuje wielopiętrowość budowy strukturalnej. Elementy geostrukturalne tych obszarów uformowały się w wyniku skomplikowanej historii geologicznej, a struktury lokalne mają także na ogół skomplikowaną budowę. W młodszych elementach tektonicznych zaznaczają się wpływy rysów tektonicznych sfałdowanego podłoża i kierunków tektonicznych związanych ze starszymi fazami orogenicznymi. Struktury lokalne, perspektywiczne pod względem poszukiwawczym, mają w większości charakter brachyantyklin, zwłaszcza w paleozoicznych kompleksach strukturalnych. Budowę ich komplikuje tektonika dysjunktywna. Struktury mezozoiczne w centralnej części basenu sedimentacyjnego komplikuje występowanie poduszek i wysadów solnych. Dotychczasowe badania potwierdzają konieczność określania w obrębie lokalnych struktur poszczególnych pułapek złożowych, które dopiero mogą być traktowane jako właściwe obiekty poszukiwań nagromadzeń węglowodorów.

Złoża węglowodorów odkryto na Niżu Polskim po 1960 r. w utworach kambru, dewonu, karbonu i permu.

W zachodniej części syneklizy perybałtyckiej są eksploatowane dwa małe środkowokambryjskie złoża lekkiej ropy naftowej - Żarnowiec i Dębki. Ciśnienia złożowe pierwotne były nieco wyższe od hydrostatycznych. Złoża te produkują w warunkach rozpuszczonego gazu.

W dewonie środkowym południowej części niecki lubelskiej odkryto związane ze strukturą brachyantyklinalną złożo gazu ziemnego Komarów, w którym poziomami gazonośnymi są piaskowce, dolomity i wapienie. Gaz zawiera:  $CH_4$  - 93,54%,  $C_2H_6$  - 1,64%,  $C_3H_8$  - 0,94%,  $C_4H_{10}$  - 0,22%,  $C_5H_{12}$  - ślady,  $N_2$  + gazy szlachetne - 2,95%,  $H_2$  - 0,16%,  $CO_2$  - 0,50%. Pierwotne ciśnienie złożowe było zbliżone do hydrostatycznego. Skały zbiornikowe tego złoża mają na ogół małą porowatość i przepuszczalność i w świetle wykonanych badań traktuje się je raczej jako szczelinowate. Rozmiary i zasobność tego złoża są dość małe.

W piaskowcach karbonu górnego w centralnej części niecki lubelskiej odkryto małe złożo gazu ziemnego Minkowice. Złożo jest związane ze strukturą brachyantyklinalną, przy czym piaskowce gazonośne charakteryzuje soczewkowane wykształcenie. Gaz zawiera:  $CH_4$  - 85,92%,  $C_2H_6$  - 9,51%,  $C_3H_8$  - 0,15%,  $C_4H_{10}$  - 0,95%,  $C_5H_{12}$  - 0,25%,  $N_2$  - 3,22%,  $H_2$  - 0,02%. Ciśnienie złożowe pierwotne jest zbliżone do ciśnienia hydrostatycznego, a warunki produkowania określono jako gazowo-ekspansyjne.

Na Pomorzu Zachodnim odkryto jedno złożo gazu ziemnego Wierzchowo w karbonie dolnym oraz dwa złoża Wrzosowo i Gorzysław w poziomach piaskowcowych najniższych ogniw karbonu górnego. Są one związane ze strukturami lokalnymi o skomplikowanej budowie. Gazy tych złóż zawierają du-

że ilości azotu. Pod względem rozmiarów i zasobności złoża te można określić jako małe lub średnie.

W północnej części monokliny przedsudeckiej /wyniesienie wolsztyńskie/, gdzie brak jest utworów czerwonego spągowca lub są one zredukowane do małych miąższości, w najniższym karbonie górnym lub najwyższym karbonie dolnym odkryto /złoże Kościan/ poziomy produktywny z gazem zawierającym ponad 90%  $\text{CH}_4$ .

Najważniejszą na Niżu Polskim formacją gazo- i roponośną jest perm. Zasadnicze znaczenie mają piaskowce stropowej części saksonu, w których odkryto szesnaście złóż gazu ziemnego, przy czym 2 z nich można zaliczyć do dużych. Większość złóż odkryto w SE obrzeżeniu wielkiego wyniesienia wolsztyńskiego. Są one związane ze strukturami brachyantyklinalnymi o budowie zwykle zaburzonej uskokami. Gazy ziemne tych złóż zawierają przeciętnie 50-70%  $\text{CH}_4$ , do 1%  $\text{C}_2\text{H}_6$ , minimalne ilości  $\text{C}_3\text{H}_8$ , śladowe ilości  $\text{C}_4\text{H}_{10}$  i  $\text{H}_2$ , małe ilości gazów szlachetnych i 26-47% azotu. Tylko w złożach położonych na NE od wyniesienia wolsztyńskiego obserwuje się wzrost zawartości  $\text{CH}_4$  do ponad 80%. Ciśnienia złożowe pierwotne przewyższają nieco ciśnienie hydrostatyczne, a warunki produkowania określa się jako gazowo-ekspansyjne. Większość dotychczas odkrytych złóż ma niewielkie rozmiary i zasoby, a wydajność otworów waha się w dużych granicach, z tym że większość otworów charakteryzuje mała wydajność. W zachodniej części monokliny przedsudeckiej nawierca się w czerwonym spągowcu gazy ziemne zasobne w azot.

Na Pomorzu Zachodnim odkryto w czerwonym spągowcu trzy złoża gazu ziemnego zawierającego do kilkadziesiąt procent azotu.

Wapień cechsztyński jest ważnym poziomem gazonośnym wschodniej części monokliny przedsudeckiej, gdzie w jedenastu strukturach lokalnych odkryto złoża gazu ziemnego, które pod względem składu chemicznego są podobne do gazów czerwonego spągowca. W kilku złożach gazonośny jest zarówno wapień cechsztyński, jak i czerwony spągowiec. Miąższość wapienia dochodzi do kilkadziesiąt metrów, przy czym najlepsze własności zbiornikowe i filtracyjne ma on w facji onkolitowej.

W cechsztyńskim dolomiecie głównym odkryto siedem złóż ropy naftowej w SW części monokliny przedsudeckiej, jedno złożo na NE od wyniesienia wolsztyńskiego oraz trzy złoża na Pomorzu Zachodnim. Są one związane z grzbietami onkolitowymi lub z biohermami. Wymiary i zasobność tych złóż są niewielkie, a do średnich pod względem wielkości można zaliczyć tylko złożo Kamień Pomorski. Miąższość roponośnego dolomitu głównego dochodzi do kilkadziesiąt metrów, przy czym ujawnia on dużą zmienność porowatości i przepuszczalności. Ropy naftowe o średniej gęstości /ciężarze właściwym/ należą do metanowych, zawierających siarkę. Gazy towarzyszące ropom zawierają zazwyczaj oprócz węglowodo-



rów dużo azotu i  $H_2S$ . Ciśnienia pierwotne złóż monokliny przedsudeckiej były o 20-40% wyższe od hydrostatycznych, a na Pomorzu Zachodnim nawet o 70-80%.

W dolomicie głównym na monoklinie przedsudeckiej odkryto także jedenaście złóż gazu ziemnego, przy czym większość z nich to złoża małe, a tylko pojedyncze można określić jako średnio zasobne. Występują one w części południowej monokliny przedsudeckiej w strefie rozwoju onkolitowej facji dolomitu głównego. Gazy zawierają znaczne ilości azotu, dochodzące do kilkadziesiątu procent, oraz w większości złóż także znaczniejsze ilości cięższych węglowodorów. W kilku złożach obecny jest  $H_2S$ .

W dolomicie płytowym odkryto dotychczas na obszarze Pomorza Zachodniego tylko jedno niewielkie złożo ropy naftowej Gorzysław.

Cechsztyńskie złoża ropy naftowej produkują w warunkach rozpuszczonego gazu, a złoża gazu ziemnego w warunkach gazowo-ekspansyjnych.

Złoża węglowodorów na Niżu Polskim należą do warstwowych z wodą okalającą, a złoża gazu w czerwonym spągowcu do masywowych z wodą podścielającą. Wody towarzyszące złożom na Niżu Polskim są silnie i bardzo silnie zmineralizowane; są to solanki typu chlorkowo-wapniowego, o dużym stopniu metamorfizmu. Charakteryzują je zwykle znaczne zawartości bromu.

Badania geochemiczne wskazują na obecność skał macierzystych węglowodorów w paleozoiku przedpermskim i cechsztynie, a w głębokich strefach basenu sedimentacyjnego także w niektórych ogniwach stratygraficznych jury.

Najważniejszymi obszarami perspektywicznymi, na których kontynuuje się badania geologiczne i poszukiwania złóż gazu ziemnego i ropy naftowej są:

Na Niżu Polskim - głównie monoklina przedsudecka i obniżenie środkowopolskie w basenie permskim, w którym perspektywy wiąże się głównie z utworami dolnego permu /gaz ziemny/, górnego permu /gaz ziemny i ropa naftowa/, a także z utworami karbonu i w mniejszym stopniu mezozoiku oraz dewonu i karbonu w obszarze lubelskim i kambru w zachodniej części obniżenia podlaskiego i w syneklizie perybałtyckiej.

W zapadliску przedkarpaccim - obszary występowania utworów miocenu zarówno w zewnętrznej północnej części regionu, jak i w południowej przykrytej grubym nasunięciem fliszu karpacciego, łącznie z mezozoicznymi i paleozoicznymi utworami podłoża podścielającego miocenu.

W Karpatach - twory fliszowe oraz podłożo fliszu.

Z występowania nagromadzeń gazu ziemnego wolnego w piaskowcach i sorbowanego w węglach karbonu produktywnego jest także znany Rybnicki Okręg Węglowy. Gaz ten składa się głównie z metanu /średnia w złożu

90-96%  $\text{CH}_4$ /; w gazie ujmowanym zawartość metanu jest nieco mniejsza wskutek dostawania się powietrza.

### 1.3.2. Ilościowa ocena prognoz ropo- i gazonośności

Pierwszą ocenę perspektywicznych zasobów ropy naftowej i gazu ziemnego wykonano w Polsce dla Karpat i zapadliska przedkarpacciego w okresie poprzedzającym II wojnę światową metodą porównawczej analizy geologicznej z modyfikacją oceny zasobów w strukturach perspektywicznych. Następnie wykonano kolejne oceny zasobów perspektywicznych ropy naftowej i gazu ziemnego dla Karpat i zapadliska przedkarpacciego w latach 1949-1950 i dla całego obszaru Polski w 1955 r., przy czym tę ostatnią ocenę wykonano przy udziale eksperta radzieckiego N. D. Jelina. Obie oceny wykonano metodą porównawczej analizy geologicznej z modyfikacjami oceny ilości zasobów przypadających na perspektywiczne struktury.

Począwszy od końca lat pięćdziesiątych kolejne ilościowe oceny prognoz ropo- i gazonośności przeprowadzano w ramach prac RWPG, przy zastosowaniu jednolitych metod. Jako podstawową stosuje się w naszym kraju metodę porównawczej analizy geologicznej w modyfikacjach takich, jak ocena gęstości zasobów na jednostkę powierzchni i jednostkę objętości oraz ocena ilości zasobów przypadających na tzw. uśrednioną strukturę. W tym ostatnim przypadku praktyka wykazuje celowość uwzględnienia faktycznych danych porównawczych ze złóż ropy naftowej i gazu ziemnego odkrytych już w obrębie danych prowincji ropo- i gazonośnych. Oczywiście powinny być należycie przeanalizowane geologiczne warunki występowania nagromadzeń węglowodorów, a zwłaszcza dużych złóż ropy naftowej i gazu ziemnego zawierających podstawową część zasobów. Fakt stwierdzenia braku geologicznych warunków występowania dużych nagromadzeń węglowodorów powinno się więc odpowiednio uwzględnić przy ilościowej ocenie prognoz ropo- i gazonośności. Doświadczenia uzyskane w PRL wykazały także celowość wydzielenia, przy jakościowej i ilościowej ocenie prognoz stref najbardziej perspektywicznych, które mają zasadnicze znaczenie przy określaniu właściwej strategii poszukiwań i rozpoznawania nagromadzeń węglowodorów. Ocena według pojemności skał zbiornikowych, będąca także modyfikacją metody porównawczej analizy geologicznej, jest stosowana przez polskich geologów raczej jako metoda pomocnicza. Praktyka wykazuje, że doprowadza ona zazwyczaj do znacznego zawyżenia zasobów prognostycznych. Metoda objętościowo-genetyczna, która nadal jest traktowana jako dyskusyjna w wielu elementach, jest stosowana przez polskich geologów jako pośrednia do oceny zasobów prognostycznych ropy naftowej i gazu ziemnego. Intensyfikowane są prace w zakresie możliwości szerszego stosowania tej metody.

Podstawowe znaczenie ma poprzedzenie obliczenia zasobów prognostycznych możliwie wnikliwą jakościową oceną prognoz ropo- i gazonośności, przy której uwzględnia się przede wszystkim następujące dane:

- litologiczno-facjalne wykształcenie osadów i ich stratygraficzną przynależność,

- obecność i własności skał zbiornikowych oraz serii skał uszczelniających,

- charakterystykę bezpośrednich objawów ropy naftowej i gazu ziemnego oraz ich przestrzenne rozmieszczenie i formę występowania, a także dane o nagromadzeniach węglowodorów oraz geologicznych warunkach ich występowania,

- charakterystykę głównych elementów i planów strukturalnych oraz danych o lokalnych strukturach, z którymi mogą być związane złoża ropy naftowej i gazu ziemnego,

- hydrogeologiczną charakterystykę ocenianych regionów i stref,

- geochemiczną charakterystykę osadów, rop naftowych, gazów ziemnych, bituminów rozproszonych i wód podziemnych.

Przeprowadzone prace wykazują, że jakościowa ocena prognoz gazo- i roponośności może przyczynić się do zmniejszenia stopnia subiektywności oceny zasobów prognostycznych.

Ważnym kierunkiem badań są kompleksowe studia nad geologicznymi warunkami występowania nagromadzeń węglowodorów w poszczególnych prowincjach i strefach ropo- i gazonośnych oraz badania złóż ropy naftowej i gazu ziemnego w zakresie całej skomplikowanej zależności czynników i procesów powodujących ich formowanie się i zachowanie.

Biorąc pod uwagę zakres wykonanych badań regionalnych i efekty poszukiwań na obszarze Polski oraz aktualną ocenę prognoz, stwierdza się znaczne zawyżenie ilościowych ocen ropo- i gazonośności przeprowadzanych w latach sześćdziesiątych. Szczególnie dotyczy to zasobów prognostycznych ropy naftowej, co było głównie spowodowane brakiem dostatecznej ilości danych faktycznych, przede wszystkim dla północno-europejskiej prowincji ropo- i gazonośnej, a w pewnym stopniu także dla Karpat i zapadliska przedkarpackiego. Niewątpliwie duży wpływ na tego rodzaju oceny miały zbyt optymistyczne poglądy co do możliwości rozwoju poszukiwań złóż ropy naftowej i gazu ziemnego we wschodniej części północnoeuropejskiej prowincji ropo- i gazonośnej.

W związku z tym było konieczne przeprowadzenie w latach 1973-1974 /pod kierownictwem S. Depowskiego/ weryfikacji ilościowej oceny prognoz gazo- i roponośności obszaru Polski. W dużym zakresie dokonano jakościowej oceny prognoz gazo- i roponośności przy uwzględnieniu geologicznych warunków występowania nagromadzeń węglowodorów i oceny złóż gazu ziemnego i ropy naftowej oraz chemizmu gazów ziemnych. Stopień wie-

rygodności tej oceny, rozpatrzonej i pozytywnie zaopiniowanej w 1975 r. na posiedzeniu grup roboczych Stałej Komisji Naftowej i Gazowej oraz Stałej Komisji Geologicznej RWPG, był w zasadniczym stopniu większy aniżeli poprzednich ocen. Przyczynił się do tego także postęp uzyskany w naszym kraju w badaniach i poszukiwaniach oraz możliwość przeprowadzenia porównawczej analizy geologicznej z wykorzystaniem nowych materiałów faktycznych z zachodnich obszarów ZSRR oraz ČSRS i NRD.

Aktualny stan badań i poszukiwań złóż gazu ziemnego i ropy naftowej w PRL powoduje konieczność zwiększenia odpowiednio ukierunkowanych badań oraz uzyskania dalszego postępu w ilościowej ocenie prognoz gazo- i roponośności.

Wielkość zasobów prognostycznych /wydobywalnych/, przedstawiono w tabeli 10.

T a b e l a 10

Zasoby prognostyczne /wydobywalne/ ropy naftowej  
i gazu ziemnego

Obszar	Ropa w mln t		Gaz towarzy- szący <sup>3</sup> w mld m <sup>3</sup>		Gaz wolny w mld m <sup>3</sup>	
	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>
lądowy	30,0	85,0	3,00	8,50	330,0	405,0
morski	-	45,0	-	4,50	-	15,0
Razem	30,0	130,0	3,00	13,00	330,0	420,0

Rozmieszczenie wydobywalnych zasobów prognostycznych kategorii D<sub>1</sub>+D<sub>2</sub> według głębokości występowania przedstawia tabela 11, według wieku utworów geologicznych - tabela 12 oraz w rejonach geologicznych - tabela 13 oraz figura 10.

Prognostyczne zasoby ropy naftowej i gazu ziemnego, jakie uznano za możliwe do wydobycia, oszacowano przy przyjęciu średnich współczynników wydobycia 0,33 dla ropy naftowej i 0,85 dla gazu ziemnego. Oparto się przy tym na badaniach współczynników wydobycia prowadzonych w naszym kraju i za granicą. Dla poszczególnych obszarów i stref gazo- i roponośnych naszego kraju współczynniki wydobycia odpowiednio modyfikowano w zależności od ocen ich faktycznego kształtowania się.

T a b e l a 11

Rozmieszczenie wydobywalnych zasobów prognostycznych ropy naftowej  
i gazu ziemnego według głębokości występowania

Przedział głębokościowy w m	Ropa w mln t		Gaz w mld m <sup>3</sup>	
	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>
Na lądzie - razem	30,0	85,0	333,0	413,5
w tym: 0-1000	-	-	-	2,0
1000-3000	24,0	52,0	138,4	72,2
3000-5000	6,0	13,0	189,6	237,3
5000-7000	-	20,0	5,0	102,0
Na obszarze Bałtyku				
1000-3000	-	45,0	-	19,5

T a b e l a 12

Rozmieszczenie wydobywalnych zasobów prognostycznych ropy naftowej  
i gazu ziemnego według wieku utworów geologicznych

Kompleks stratygraficzny	Ropa w mln t		Gaz w mld m <sup>3</sup>	
	na lądzie	na morzu	na lądzie	na morzu
Kenozoik	29,0	-	59,30	-
Mezozoik	23,5	-	71,35	-
w tym: kreda	15,0	-	15,50	-
jura	8,5	-	13,35	-
trias	-	-	42,50	-
Paleozoik	62,5	45,0	615,85	19,5
w tym: perm	35,5	6,0	528,55	10,5
karbon	12,0	-	18,70	-
dewon	11,0	35,0	23,20	-
sylur	-	-	-	-
ordowik	-	-	-	-
kambr	4,0	4,0	45,4	9,0
Razem	115,0	45,0	746,50	19,5

Tabela 13

Rozmieszczenie wydobywalnych zasobów prognostycznych  
ropy naftowej i gazu ziemnego w rejonach geologicznych

Rejon geologiczny	Ropa w mln t		Gaz towarzyszący <sup>2</sup> w mld m <sup>3</sup>		Gaz wolny w mld m <sup>3</sup>	
	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>
Karpaty fliszowe	12,0	25,0	1,20	2,50	10,0	6,0
zapadlisko przedkarpackie i podłoże Karpat fliszowych	1,5	5,0	0,15	0,50	43,0	18,0
w tym: miocen	-	-	-	-	36,0	10,0
mezozoik i paleozoik	1,5	5,0	0,15	0,50	7,0	8,0
monoklina przedsudecka	9,5	1,0	0,35	0,20	150,0	-
synklinorium szczecińsko-mogileńsko-łódzkie	-	10,0	-	1,00	100,0	220,0
antyklinorium kujawsko-gielniowskie	-	3,0	-	0,30	-	15,0
antyklinorium pomorskie	5,0	10,0	0,50	1,00	10,0	60,0
synklinorium pomorskie	2,0	6,0	0,20	0,60	12,0	8,0
synklinorium warszawskie	-	7,0	-	0,70	-	23,0
synklinorium lubelskie	3,0	10,0	0,30	1,00	5,0	30,0
w tym: karbon	3,0	5,0	0,30	0,50	-	-
dewon	-	5,0	-	0,50	5,0	10,0
kambr	-	-	-	-	-	20,0
obniżenie podlaskie	-	2,0	-	0,20	-	5,0
synekliza bałtycka	3,0	5,0	0,30	0,50	-	20,0
akwen Bałtyku	-	45,0	-	4,50	-	15,0
Razem	30,0	130,0	3,00	13,00	330,0	420,0

### 1.3.3. Wnioski

1. Perspektywicznymi obszarami oraz utworami osadowymi, w których są kontynuowane badania geologiczne i poszukiwania złóż gazu ziemnego i ropy naftowej są:

- na obszarach platformowych - basen permski, w którym perspektywy wiąże się głównie z utworami permu dolnego /gaz ziemny/, permu górnego /gaz ziemny i ropa naftowa/, a także karbonu i w mniejszym stopniu dewonu i mezozoiku,

- w zapadliску przedkarpaccim - utwory miocenu zarówno w zewnętrznej, północnej części regionu, jak i południowej przykrytej grubym nasunięciem fliszu karpacciego łącznie z paleozoicznymi i mezozoicznymi utworami podłoża podścielającego miocenu,

- w Karpatach - utwory fliszowe oraz podłoża fliszu.

2. W perspektywicznych utworach osadowych wymienionych obszarów odkryto i rozpoznano ponad 160 złóż ropy naftowej i gazu ziemnego. Z tej liczby ponad 100 złóż, przeważnie gazu ziemnego, odkryto i udokumentowano w okresie powojennym, większość w ostatnich kilkunastu latach. Korzystniej kształtowały się przy tym wyniki poszukiwań złóż gazu ziemnego niż ropy naftowej. Wielokrotne oceny prognoz wykazały także większe możliwości odkrycia zasobnych złóż gazu ziemnego niż ropy naftowej.

3. Analiza wyników dotychczasowych badań i poszukiwań wykazuje, że przestrzeń geologiczna wypełniona utworami perspektywicznymi pod względem gazo- i roponośności charakteryzuje się skomplikowaną budową geologiczną. W związku z tym, podobnie jak dotychczas, ilościowo będą przeważać odkrycia złóż małych i średnich pod względem wymiarów, zasobności i wydajności. Wynika to ze strukturalnych i litologicznych warunków formacji perspektywicznych. Według aktualnego rozpoznania odnosi się to również do polskiej części akwenu Bałtyku.

4. Niekorzystnymi elementami struktury zasobów węglowodorów w nowych złożach, podobnie jak i w już odkrytych, będzie udział złóż małych i średnich w skomplikowanych warunkach geologicznych, znaczna i zmienna w poszczególnych złożach zawartość azotu od kilkunastu do kilkudziesięciu, a nawet do ponad 80% w gazie złóż basenu permskiego na Niżu Polskim, oraz w niektórych przypadkach występowanie siarkowodoru.

5. Niezbędne jest kontynuowanie kompleksowych badań prognostycznych obszarów gazo- i roponośnych zarówno na podstawie realizacji programu głębokich wierceń badawczych i geofizycznych badań regionalnych, jak też odpowiednio ukierunkowanych badań geologicznych i geochemicznych, ze specjalnym uwzględnieniem zagadnień dotyczących geologicznych warunków występowania nagromadzeń gazu ziemnego i ropy naftowej.

Elżbieta BAREJA, Jerzy MIECZNIK, Marian SAŁDAN, Ryszard STRZELECKI

1.4. Rudy uranu

Na podstawie wyników badań geologiczno-poszukiwawczych złóż rud uranu prowadzonych przez Instytut Geologiczny i wyników prac geologiczno-rozpoznawczych i dokumentacyjnych byłych Zakładów Przemysłowych R-1 w Kowarach wyróżniono następujące formacje perspektywiczne: permokarbon niecki śródsudeckiej na obszarze Sudetów, środkowy pstry piaskowiec syneklizy perybałtyckiej, monokliny przedsudeckiej i Niżu Polskiego oraz formację ciemnych łupków bitumicznych w dolnym ordowiku północnej części obniżenia podlaskiego /tab. 14/.

T a b e l a 14

Obszary występowania rud uranu

Obszar	Głębokość występowania mineralizacji w m	Miąższość warstwy zmineralizowanej w m	Współczynnik korygujący
<b>NIECKA ŚRÓDSUDECKA</b>			
Obszary z zasobami prognostycznymi D <sub>1</sub> :			
Rejon Drogosławia /7 km <sup>2</sup> /	do 500	1,0	0,5
Rejon Wambierzyc /25 km <sup>2</sup> /	do 200	0,5	0,8
Obszar z zasobami potencjalnymi E /440 km <sup>2</sup> /	do 1000	1,0	0,2
<b>PÓŁNOCNA CZĘŚĆ OBNIŻENIA PODLASKIEGO</b>			
Obszar z zasobami prognostycznymi /6000 km <sup>2</sup> /	400-800	0,8	0,12
Obszar z zasobami potencjalnymi /1100 km <sup>2</sup> /	do 1200	0,8	-
<b>SYNEKLIZA PERYBAŁTYCKA</b>			
Obszar z zasobami prognostycznymi D <sub>1</sub> /Krynica Morska 5 km <sup>2</sup> /	do 800	2,0	0,5
Obszar z zasobami prognostycznymi D <sub>2</sub> /Młynary-Pasłęk 10 km <sup>2</sup> /	do 1200	1,0	0,5
<b>MONOKLINA PRZEDSUDECKA</b>			
Obszar z zasobami prognostycznymi D <sub>1</sub> /Stare Żabno 5 km <sup>2</sup> /	do 500	1,0	0,5



#### 1.4.1. Niecka śródsudecka

Na obszarze niecki śródsudeckiej stwierdzono dwa złoża uranu średniej wielkości. W jednym z nich mineralizacja uranowa występuje w utworach górnokarbońskich reprezentowanych przez zlepieńce, piaskowce i łupki ilaste, w drugim stwierdzono górnokarbońskie węgle uranonośne. Rozpoznano też mineralizację uranową w utworach środkowego czerwonego spągowca, reprezentowanych przez łupki ilaste i wapienste. Na obszarze niecki śródsudeckiej stwierdzono także około 35 punktów mineralizacji uranowej w utworach górnego karbonu i permu. Kontynentalne serie klasyczne permokarbonu Europy są znane jako formacja uranonośna, z którą związane są złoża uranu średniej wielkości. Istnieją podstawy do tego by uważać, że w utworach permokarbońskich niecki śródsudeckiej mogą występować inne złoża uranu. Na szczególną uwagę zasługuje obszar Drogośławia koło Nowej Rudy i rejon Wambierzyc. Dla obu tych obszarów obliczono zasoby prognostyczne  $D_1$  /fig. 13/.

Jako obszar kwalifikujący się do obliczenia zasobów potencjalnych E uranu potraktowano cały obszar występowania utworów górnego karbonu i dolnego permu w niecce śródsudeckiej. Jest on jednak słabo rozpoznany włącznie. Poszukiwania uranu prowadzono głównie metodami powierzchniowymi, a nieliczne poszukiwawcze otwory wiertnicze nie osiągnęły w większości przypadków głębokości poniżej 150-300 m.

#### 1.4.2. Obniżenie podlaskie

Łupki uranonośne w platformowych utworach dolnego ordowiku na obszarze północnej części obniżenia podlaskiego są reprezentowane przez łupki dictyonemowe /dolny tremadok/ i bryograptusowe /górny tremadok/. Seria łupkowa wykazuje miąższość od 1,86 do 3,5 m.

Największe koncentracje uranu, wanadu i molibdenu występują w spągowej części serii łupkowej o miąższości około 80 cm. Występowanie łupków uranonośnych stwierdzono na obszarze około 900 km<sup>2</sup>, na głębokości 400-800 m, a ponadto na głębokości 1192 m w odosobnionym otworze Stadni IG 1. Seria łupkowa charakteryzuje się kilkunastostopniowym zapadaniem w kierunku SW. W spągu tej serii występują piaskowce obolusowe /tremadok dolny/, natomiast w stropowej glaukonityt /arenig/.

Parametry kryteriów bilansowości zasobów geologicznych dla złóż uranonośnych łupków dictyonemowych zostały opracowane w 1976 r. w Zakładzie Geologii Gospodarczej Instytutu Geologicznego i zatwierdzone przez Komisję Kryteriów Bilansowości w dniu 26 XI 1976 r. Zasoby geologiczne uranu w łupkach dictyonemowych obliczono zgodnie z tymi kryteriami.

W latach 1967-1976 na omawianym obszarze wykonano 78 otworów wiertniczych w profilach regionalnych oraz w siatce regionalnej 5 x 5 km. Powierzchnię obszarów z zasobami prognostycznymi D<sub>1</sub> wyznaczono w kierunku zachodnim, południowym i częściowo północnym od dokumentowanej strefy Rzepniewo - Hacki - Husaki. Obszar ten rozpoznany jest 17 otworami wiertniczymi i obejmuje powierzchnię około 600 km<sup>2</sup>. Zasoby U, V i Mo obliczone dla strefy dokumentowanej mogą być również brane pod uwagę przy rozpatrywaniu perspektywiczności pozostałej części obniżenia podlaskiego, zakwalifikowanego do obszaru o zasobach prognostycznych D<sub>1</sub> /tab. 14, 15; fig. 11/. Do obszarów o zasobach potencjalnych E zaliczono obszar o powierzchni 1100 km<sup>2</sup> na wschód od dokumentowanego w kierunku Hajnówki oraz na południe aż do otworu Stadniki IG 1, w którym miąższość łupków dictyonemowych wynosi 1 m.

T a b e l a 15

Rudy wanadu i molibdenu w łupkach dictyonemowych obniżenia podlaskiego

Obszary perspektywiczne	Zawartość w g/t		Zasoby w tys. t			
			prognostyczne D <sub>1</sub>		potencjalne E	
			V	Mo	V	Mo
Północna część obniżenia podlaskiego						
obszar z zasobami prognostycznymi	1883	220	216,921	25,344	-	-
obszar z zasobami potencjalnymi	1215	32	-	-	256,600	6,779

#### 1.4.3. Synekliza perybałtycka

W pstrym piaskowcu środkowym na obszarze syneklizy perybałtyckiej stwierdzono występowanie poziomu uranonośnego w formacji elbląskiej, około 140-160 m nad spągłem pstrego piaskowce środkowego. Poziom ten występuje w zachodniej części syneklizy perybałtyckiej, w pasie o szerokości około 15 km, w strefie przebiegającej południkowo od Piasków na Mierzei Wiślanej, przez Młynary do Pasłęka. W obrębie tej dużej strefy warstwy uranonośne tworzą kilka oddzielnych obszarów rudnych, a mianowicie Krynicy Morskiej, Młynar i Pasłęka.

Obszar Krynicy Morskiej. Poziom uranonośny stwierdzono w 2 otworach wiertniczych: Krynica Morska 2 i Ptazkowo IG 1. Stwierdzenie bo-

gatej mineralizacji uranowej, zwłaszcza w otworze Ptaszkowo IG 1, pozwala na zaliczenie tego obszaru do najbardziej perspektywicznych dla odkrycia złoża uranu o wartości przemysłowej. Mineralizacja uranowa występuje tu w szarych drobnziarnistych piaskowcach kwarcowych z wkładkami zlepieńców śródoformacyjnych. Rejon Krynicy Morskiej zakwalifikowano do obszarów z zasobami prognostycznymi  $D_1$  /fig. 12/.

Obszar Młynar i Pasłęka. W otworze wiertniczym Młynary 1 na głębokości 987,0-996,0 m stwierdzono anomalie promieniotwórcze związane ze środkowym poziomem uranonośnym. Odcinek anomalny nie był tu rdzeniowany i brak jest oznaczeń chemicznych uranu. W rejonie Pasłęka środkowy poziom uranonośny występuje w otworze wiertniczym Pasłek IG 1 i Marianka IG 1. Stwierdzona mineralizacja uranowa jest identyczna jak w rejonie Krynicy Morskiej. Zasoby obszarów Młynar i Pasłęka zakwalifikowano do prognostycznych  $D_2$ .

#### 1.4.4. Monoklina przedsudecka

Perspektywy poszukiwawcze złóż rud uranu na obszarze monokliny przedsudeckiej są związane ze strefą wychodni pstrego piaskowca środkowego na powierzchnię podtrzeciorzędową /fig. 13/. Jest to strefa charakteryzująca się silnymi procesami epigenetycznymi, mającymi wpływ na obecne ukształtowanie się mineralizacji uranowej. Na obszarze tym najbardziej interesujące są okolice Starego Żabna.

#### 1.4.5. Wnioski

Przewiduje się wykonanie prac badawczych nad rozpoznaniem możliwości występowania złóż rud uranu w obszarach uznanych za perspektywiczne.

1. W 1977 r. opracowano projekt badań geologicznych w celu rozpoznania uranonośności utworów górnokarbońskich niecki śródsudeckiej, ze szczególnym uwzględnieniem obszarów prognostycznych.

2. Na podstawie dokumentacji złoża rud uranu w kategorii  $C_2$  w strefie Rzepniewo - Hacki - Husaki z 1976 r., przewidziano opracowanie podsumowujące wyniki prac geologicznych na całym badanym obszarze. Program dalszych badań dotyczy przede wszystkim opracowania efektywniejszych metod technologicznych kompleksowego odzysku nie tylko uranu, ale także wanadu, molibdenu i innych surowców towarzyszących. Zostaną podjęte studia nad możliwością utylizacji odpadów.

3. Wobec pozytywnych wyników uzyskanych w rejonie Krynicy Morskiej przewiduje się tam szczegółowsze rozpoznanie strefy złożowej wierczeniami. Na tle wyników uzyskanych z otworów Krynica Morska 2 i Ptaszko-

wo IG 1 jest uzasadnione rozpoznanie geologiczne anomalii promienio-  
twórczych stwierdzonych w otworach na obszarze Młynar.

4. Na monoklinie przedsudeckiej uranonośność utworów piasko-  
wca będzie rozpoznana w ramach badań prowadzonych przez Instytut  
Geologiczny.

Zenobiusz PŁOCHNIEWSKI

### 1.5. Wody termalne<sup>x</sup>

#### 1.5.1. Stan rozpoznania

W kilku krajach wody termalne są wykorzystywane od wielu lat do  
produkcji energii elektrycznej i ogrzewania pomieszczeń. W Polsce za-  
gadnieniem takiego wykorzystania wód termalnych zainteresowano się od  
niedawna. Wykonano kilka opracowań syntetycznych, w których na podsta-  
wie dotychczasowego rozpoznania warunków hydrogeotermicznych Polski  
przedstawiono ocenę możliwości ich wykorzystania /m. in. Z. Płochniew-  
ski, 1973; K. Schoeneich, 1973/.

W Instytucie Geologicznym w 1975 r. wykonano opracowanie, w którym  
zawarto wszystkie dotychczasowe wiadomości dotyczące warunków występo-  
wania wód termalnych, ich składu chemicznego, mineralizacji, tempera-  
tury, ilości wody oraz głębokości poziomu z wodami termalnymi /J. Sta-  
chowiak, Z. Płochniewski, Z. Duchowski, 1975/.

Obecny stan rozpoznania jest niedostateczny do określenia perspek-  
tyw i możliwości wykorzystania wód termalnych, lecz pozwala na wskaza-  
nie obszarów perspektywicznych i nakreślenie kierunków dalszych badań.  
Z rozpoznania pola cieplnego wynika, że w NE części Polski brak jest  
perspektyw na znalezienie wód termalnych o znaczeniu energetycznym, na-  
tomiaś obszary Polski centralnej, zachodniej i południowej można uznać  
za perspektywiczne. Stosowane dotychczas technologie wykorzystania cie-  
pła związanego z wodami termalnymi są opłaczalne, jeśli ich temperatura  
przekracza 40°C.

W świetle dotychczasowych wyników badań można stwierdzić, że budo-  
wa geologiczna Polski nie sprzyja występowaniu wód termalnych o wyso-  
kich temperaturach, a ponadto wody te charakteryzują się silną minera-  
lizacją, która stanowi przeszkodę w ich wykorzystaniu.

---

<sup>x</sup>Patrz również rozdział 5.

### 1.5.2. Perspektywy wykorzystania wód termalnych jako surowca energetycznego

O możliwości wykorzystania wód termalnych decyduje temperatura wody, jej mineralizacja i skład chemiczny, ilość oraz głębokość występowania. Z dotychczasowego rozpoznania warunków hydrogeotermicznych obszaru Polski wynika, że w trzech rejonach kraju istnieją możliwości uzyskania wód termalnych, które można wykorzystywać do ogrzewania pomieszczeń, a być może również do produkcji energii elektrycznej.

Dla celów ogrzewczych można wykorzystywać wody termalne o temperaturze ponad  $40^{\circ}\text{C}$ , mineralizacji do 2 g/l, a przy zastosowaniu odpowiedniego systemu eksploatacji nawet do 50 g/l. Wydajność pojedynczego otworu powinna przekraczać  $10\text{ m}^3/\text{h}$ .

Przyjmując podane kryteria można wydzielić 3 obszary perspektywiczne przy poszukiwaniach wód termalnych, nadających się do ogrzewania pomieszczeń:

- wybrane obszary Sudetów, na których wody termalne występują w zaangażowanych tektonicznie utworach metamorficznych Gór Izerskich, masywu Karkonoszy, masywu Śnieżnika oraz Gór Bystrzyckich; perspektywiczny wydaje się również blok przedsudecki,
- niecka Łódzko-mogileńska, w której wody termalne występują w piaszczystych utworach kredy dolnej,
- północno-wschodnia część monokliny przedsudeckiej, gdzie wody termalne występują w utworach jury dolnej /fig. 44/.

Na obszarach tych Instytut Geologiczny zamierza wykonać 11 głębokich otworów /1200-2750 m/.

Wodom termalnym przeznaczonym do produkcji energii elektrycznej są stawiane duże wymagania. Dotychczas wykorzystuje się wody o temperaturze ponad  $100^{\circ}\text{C}$ , a rozwiązania teoretyczne wskazują na możliwość wykorzystania wód o temperaturze ponad  $40^{\circ}\text{C}$ . Mineralizacja wody powinna być niższa od 50 g/l, a najlepiej  $< 2\text{ g/l}$ .

Dotychczas stosowane technologie przetwarzania ciepła wód na energię elektryczną nie pozwalają wykorzystywać wód znanych obecnie na obszarze Polski. W przyszłości będą obniżone zapewne wymagania stawiane wodom termalnym przeznaczonym na ten cel i wtedy realnie stanie się wykorzystanie wód termalnych na obszarze Sudetów i niecki Łódzko-mogileńskiej.

Zasoby wód termalnych o temperaturze ponad  $40^{\circ}\text{C}$  udokumentowano tylko dla kilku otworów na Niżu Polskim /Grudziądz IG 1, Koło IG 3, Środa IG 2/ i na potrzeby uzdrowisk w Sudetach.

## 2. KOPALINY METALICZNE

### 2.1. Rudy żelaza i metali stalowych

Janina DANIEC

#### 2.1.1. Osadowe rudy żelaza

Ocenę prognostyczną osadowych rud żelaza przeprowadzono tylko dla mezozoicznych formacji rudonośnych, jako najlepiej zbadanych i najbardziej perspektywicznych, a zasoby podano tylko dla rud występujących w utworach retyku górnego oraz jury dolnej i środkowej na tych obszarach, których perspektywy złożowe są pewne.

Zasoby prognostyczne i potencjalne osadowych rud żelaza do głębokości 500 m oceniono na 1400 mln t, co ponad dwukrotnie przewyższa udokumentowane zasoby bilansowe. Oceny zasobów dokonano dla formacji ze stwierdzonymi przejawami okruszczenia, na podstawie których można było określić powierzchnię obszaru występowania rud do głębokości 500 m i ich wydajność w  $t/m^2$ . Obszary te, jak i obszary złóż udokumentowanych pokazano na załączonej mapie /fig. 14/.

Przy obliczaniu zasobów wprowadzono współczynnik korygujący, który ustalono na podstawie doświadczenia uzyskanego w toku poszukiwania i rozpoznania złóż. Współczynnik ten kształtują dwa czynniki o wartości 0,3 i 0,8. Jeden z nich wynika ze stopnia poznania geologicznego danego obszaru, a drugi jest zależny od zmienności formy występowania, miąższości i zawartości metalu. Przy ustalaniu zasobów dla obszaru słabo poznanego, na którym występują rudy wykazujące dużą zmienność, stosowano współczynnik korygujący  $0,3 \times 0,3 = 0,09$ , natomiast dla obszaru dobrze poznanego, z rudami o małej zmienności, przyjmowano współczynnik  $0,8 \times 0,8 = 0,64$ . W odniesieniu do poszczególnych obszarów i złóż dostosowywano odpowiednio wartości czynników, uzyskując współczynnik korygujący w granicach 0,09-0,64. Oznacza to, że tylko część powierzchni obszaru o zasobach perspektywicznych określona wartością współczynnika ma stanowić obszar złóża, w którym występują rudy o danej wydajności. Jeżeli np. dla górnoretyckich rud sferolitycznych na monoklinie przedsudeckiej współczynnik korygujący wynosi 0,09 to zakłada się, iż dziewięć setnych części całego obszaru perspektywicznego zawiera będzie rudy żelaza o ustalonej wydajności w  $t/m^2$ . Dla obszaru o zasobach perspektywicznych  $3000 \text{ km}^2$  powierzchnia obszaru złożowego /zredukowana/ wyniesie  $0,09 \times 3000 \text{ km}^2 = 270 \text{ km}^2$ , a zasoby potencjalne  $270 \text{ km}^2 \times 1 \text{ mln } t/\text{km}^2 = 270 \text{ mln } t$ .

Wielkość zasobów perspektywicznych jest oceniona z dużą ostrożnością. Zasoby te, z wyjątkiem zasobów głębszej strefy obszaru częstochowskiego, zaklasyfikowano do zasobów potencjalnych. Dotychczas opracowano kryteria bilansowości tylko dla złóż rud żelaza obszaru częstochowskiego.

Retyk górny. Z ilasto-mułkowcowymi utworami retyku górnego /seria wielichowska/ wiążą się perspektywy występowania złóż syderytów sferolitowych. Dotychczas złóż takich rud nie rozpoznano, nie mniej jednak, jak wskazują materiały geologiczne, można się spodziewać ich obecności, zwłaszcza na obszarze monokliny przedsudeckiej i śląsko-krakowskiej. Prawie we wszystkich wierceniach wykonanych na tym obszarze zanotowano w utworach retyku górnego obecność sferolitów syderytowych. Towarzyszą one skałom ilasto-glinowym, zawierającym zmienną domieszkę drobnziarnistego piasku. Sferolity są zbudowane z drobnziarnistego syderytu; osiągają średnicę do kilku milimetrów. Występują bądź jako podrzędny składnik skały, bądź też dominują nad innym materiałem i tworzą syderyt sferolitowy, którego maksymalna miąższość zanotowana w otworze Wielichowo 1 wynosi 0,57 m przy średniej zawartości około 33% Fe. Zawartość żelaza w skale sferolitowej zależy od udziału sferolitów i może osiągać około 40%. Skały ze sferolitami dają się łatwo wzbogacać przez szlamowanie. Niezależnie od zawartości żelaza w skale pierwotnej, po szlamowaniu otrzymuje się koncentrat o zawartości żelaza powyżej 32%, zazwyczaj ponad 40%. Straty żelaza podczas szlamowania nie przekraczają 2%.

Teoretyczna wydajność rudy, obliczona na podstawie danych z otworu Wielichowo 1, wynosi  $1,71 \text{ t/m}^2$ , czyli około  $574 \text{ kg Fe/m}^2$  powierzchni. Nieco niższą wydajność ustalono w otworze Wierchlas 1, mianowicie  $1,68 \text{ t/m}^2$  i  $425 \text{ kg/m}^2$ .

Na podstawie dotychczasowej znajomości występowania utworów górnego retyku na monoklinie przedsudeckiej i śląsko-krakowskiej określono obszar perspektywiczny występowania syderytów sferolitowych /fig. 14/. Powierzchnię obszaru występowania serii wielichowskiej /retyku górnego/ do głębokości 500 m ocenia się na około  $3000 \text{ km}^2$ . Przyjmując wydajność rudy  $1,0 \text{ t/m}^2$  oraz stosując współczynnik korygujący  $0,3 \times 0,3 = 0,09$ , potencjalne zasoby syderytowej rudy sferolitowej ocenia się na 270 mln t /tab. 17/.

Wschodnie utworów rudonośnych na monoklinie przedsudeckiej i śląsko-krakowskiej są na znacznej powierzchni przykryte osadami czwartorzędu i trzeciorzędu. Miąższość nadkładu wynosi od kilkudziesięciu metrów do 200-250 m, przy czym wzrasta stopniowo od południowo-wschodniej części monokliny ku północnemu zachodowi.

Jura dolna. W wielu ogniwach jury dolnej na obszarze świętokrzyskim, na monoklinie przedsudeckiej i śląsko-krakowskiej oraz na antyklinorium pomorskim występowanie syderytów ilastych jest powszechne. Na obszarze świętokrzyskim złoża rud występują w utworach hetangu, opisywanych jako seria zarzecka, głównie rudna lub rudonośna. Rudę stanowią syderyty ilaste z zawartością żelaza około 30%, krzemionki 10-20% i o niskim współczynniku zasadowości /0,1-0,3/. Miąższość warstw rudy w furcie odbudowy wynosi około 0,3 m. Wydajność rudy ze złoża Stara Góra wynosi 0,960 t/m<sup>2</sup> i 298 kg Fe/m<sup>2</sup>, a ze złoża Majówka 0,870 t/m<sup>2</sup> rudy i 257 kg Fe/m<sup>2</sup>. Powierzchnia obszaru potencjalnych zasobów rud żelaza jury dolnej w północnym obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich wynosi około 500 km<sup>2</sup> /fig. 14/. Przy wydajności rudy 0,9 t/m<sup>2</sup> i przyjęciu współczynnika korygującego 0,49 zasoby potencjalne do głębokości 500 m można oceniać na 220 mln ton /tab. 17/. Syderyty ilaste o charakterze podobnym jak na obszarze świętokrzyskim, niekiedy o większej miąższości, notowane są w różnych ogniwach jury dolnej. Powierzchnia obszaru występowania utworów rudonośnych do głębokości 500 m wynosi około 2500 km<sup>2</sup> /fig. 14/. Przyjmując wydajność rudy 0,9 t/m<sup>2</sup> i współczynnik korygujący 0,09, zasoby potencjalne rud na tym obszarze ocenia się na około 200 mln t /tab. 17/.

Jura środkowa. Występowanie największych w kraju osadowych złóż rud żelaza jest związane z utworami jury środkowej. Wydajność rudy na obszarze częstochowskim waha się w granicach 0,600-0,960 t/m<sup>2</sup>, a wydajność żelaza 192-316 kg/m<sup>2</sup>. Rudę stanowi syderyt ilasty, często oolitowy, tworzący 1-3 warstw, których łączna miąższość wynosi średnio 0,28 m. Syderyty te zawierają średnio 33% Fe i do 10% SiO<sub>2</sub>. Współczynnik zasadowości wynosi 0,6. Rudy te są od dawna eksploatowane.

Podobne rudy spotyka się w wielu ogniwach epikontynentalnej jury środkowej na innych obszarach. Oprócz syderytów ilastych występują w jurze środkowej syderyty muszlowcowe eksploatowane w Łęczycy, syderyty oolitowe oraz rudy syderytowe syngenetyczno-zlepieńcowe. Obszary złóż udokumentowanych oraz obszary dla których oceniono zasoby prognostyczne przedstawiono na figurze 14.

Obszar częstochowski. Zasoby rud na obszarze sąsiadującym ze złożami udokumentowanymi, ale znajdujące się głębiej, zaliczono do prognostycznych D<sub>1</sub>. Powierzchnia tego obszaru wynosi 480 km<sup>2</sup> /fig. 14/. Przy współczynniku korygującym 0,8 x 0,8 = 0,64 i wydajności rudy 0,8 t/m<sup>2</sup>, zasoby prognostyczne do głębokości 500 m ocenia się na około 240 mln t.

Środa - Złoczew. Na obszarze położonym między Środą a Złoczewem rudy żelaza występują w utworach kujawu środkowego i górnego. Prace poszukiwawcze wykonane na odcinku Kwiatków - Strzegowa wykazały, że syderyty ilaste zawierają średnio 36% Fe i 7,5% SiO<sub>2</sub>. Współ-



czynnik zasadowości wynosi 0,86. Miąższość rudy waha się w dość dużych granicach, średnio wynosi 0,20 m. Powierzchnię obszaru występowania rud do głębokości 500 m określono na 1500 km<sup>2</sup>. Przyjmując wydajność rudy 0,6 t/m<sup>2</sup> i współczynnik korygujący 0,25, zasoby potencjalne ocenia się na 225 mln t.

**D r a w s k o - B a r c i n.** Obszar o zasobach perspektywicznych znajduje się na północnym skrzydle niecki szczecińsko-mogileńskiej, między Drawskiem i Barcinem /rudy związane są z utworami kujawu górnego/. Miąższość poszczególnych wkładek syderytu ilastego stwierdzonych wierceniami dochodzi do 0,50 m, a sumaryczna miąższość wkładek w całej serii rudonośnej przekracza 1 m. Powierzchnia występowania utworów rudonośnych do głębokości 500 m wynosi 750 km<sup>2</sup>. Przyjmując wydajność rudy 0,6 t/m<sup>2</sup> i współczynnik korygujący  $0,5 \times 0,4 = 0,2$ , zasoby potencjalne ocenia się na około 90 mln t rudy.

**R o g o ź n o.** Za obszar o zasobach perspektywicznych można uznać tę część struktury Rogóżna, gdzie utwory jury środkowej występują bezpośrednio pod nadkładem utworów kenozoicznych. Powierzchnia obszaru występowania utworów rudonośnych do głębokości 500 m wynosi około 50 km<sup>2</sup>. Potencjalne zasoby tego obszaru ocenia się na 10 mln t rudy.

**Obszar łęczycycki.** Na tym obszarze rudonośne są utwory kujawu górnego, w których występują syderyty ilaste i muszlowe. Miąższość syderytu ilastego wynosi 0,18 m, zawartość Fe 30% i SiO<sub>2</sub> 9%. Są to rudy o wysokim współczynniku zasadowości 1,2. Muszłowce syderytowe mają średnią miąższość 0,40 m, zawartość Fe 22%, SiO<sub>2</sub> 8%, współczynnik zasadowości do 2,6. W strefie występowania utworów rudonośnych do głębokości 500 m, położonej poniżej obszaru udokumentowanego, zasoby potencjalne syderytu ilastego ocenia się na 15 mln t i syderytu muszlowego na 30 mln t.

**Obszar opoczyński.** Na tym obszarze rudy żelaza występują w utworach wielu ogniw jury środkowej. Na uwagę zasługują głównie syderytowe rudy syngenetyczno-zlepieńcowe, związane z utworami aalenu. W ilasto-mułkowcowych osadach występują syderyty ilaste i piaszczyste, niekiedy oolitowe w postaci warstw, nieregularnych skupień i otoczków. Na obszarze Sobawiny - Białaczów - Paradyż udokumentowano złożę syderytów ilastych tworzących ciągłe warstwy i spełniających wymogi kryteriów bilansowości dla rud obszaru częstochowskiego. Nie oceniano natomiast rud zawartych w całym poziomie rudonośnym aalenu, bądź tej jego części, która jest najbogatsza, nie zbadano też możliwości wykorzystania rud o zawartości żelaza poniżej 26%.

Na przykładzie otworów Skronina 1 i Białaczów 6 przedstawiono udział wkładek rudy o zawartości Fe powyżej 26% i 18%, występujących w całym poziomie rudonośnym aalenu w wydzielonych jego odcinkach /tab. 16/. W zestawieniu nie uwzględniono nieregularnych skupień i otoczków syderytu.

Występowanie wkładek syderytowych  
w aaleńskim poziomie rudonośnym

Otwór wiert- niczy	Głębokość w m	Grubość pakietu w m	Rudy o zawartości Fe powyżej 26%		Rudy o zawartości Fe powyżej 18%	
			Łączna miąż- szość rudy w m	Średnia ważona zawar- tość Fe w %	Łączna miąż- szość rudy w m	Średnia ważona zawar- tość Fe w %
Skronina 1	202,00-213,50	11,50	1,55	28,00	3,24	24,6
	206,21-210,75	4,54	0,90	27,20	2,49	23,7
	206,21-209,35	3,14	0,90	27,20	2,11	23,8
Biał- ców 6	51,15-55,05	3,90	0,46	29,10	0,81	27,3
	52,10-54,99	2,89	0,56	29,10	0,81	27,3
	52,10-54,50	2,40	0,56	29,10	0,72	27,9

Wydażność rudy z 1 m<sup>2</sup> powierzchni złoża, pochodzącej z ciągłych wkładek syderytu o zawartości powyżej 26% Fe i zgrupowanych w części poziomu rudonośnego o miąższości 2,40-3,14 m, waha się w granicach od 1,680 do 2,700 t/m<sup>2</sup>, wydażność zaś metalu odpowiada 488-734 kg Fe/m<sup>2</sup>. Wydażność rudy o zawartości żelaza powyżej 18% waha się od 1,944 do 5,697 t/m<sup>2</sup>, metalu zaś od 542 do 1315 kg Fe/m<sup>2</sup>.

Powierzchnia obszaru występowania rud żelaza do głębokości 500 m wynosi około 100 km<sup>2</sup>. Przyjmując wydażność rudy 2 t/m<sup>2</sup> oraz stosując współczynnik korygujący 0,7 x 0,7 = 0,49, potencjalne zasoby rud żelaza obszaru opoczyńskiego ocenia się na około 100 mln t.

Zasoby perspektywiczne osadowych rud żelaza przedstawiono w tabeli 17.

Rudy żelaza występują również w utworach oksfordu w otoczeniu wyniesienia Łęby oraz w utworach kredy dolnej w wielu rejonach /fig. 14/. Dotychczasowe materiały geologiczne nie upoważniają do oceny zasobów tych rud.

Tabela 17

Zasoby perspektywiczne osadowych rud żelaza w poszczególnych obszarach

Formacje perspektywiczne i symbole podane na fig. 14	Obszar	Powierzchnia /zredukowana/ w km <sup>2</sup>	Wydajność rudy z powierzchni wierzchni w t/m <sup>2</sup>	Zasoby rudy w mln t		Głębokość w m	Zawartość Fe w %	Rodzaj rudy
				prognozy D <sub>1</sub>	potencjalne E			
Retyk								
1	monoklina przedsudecka i śląsko-krakowska	270	1,0		270	50-500	do 33	syderyt sferolityowy
Jura dolna								
2	świętokrzyski	245	0,9		220	20-500	30	syderyt
3	monoklina przedsudecka i śląsko-krakowska	225	0,9		200	50-500	30	ilasty
Jura środkowa								
5	częstochowski	305	0,8	240	-	350-500	33	
6	Środa - Złoczew	375	0,6		225	50-500	36	syderyt
8	Drawsko - Barcin	150	0,6		90	150-500	30	ilasty
9	Rogoźno	10	1,0		x	150-500	30	
10	Żęczycki		1,0		30	350-500	22	syderyt muszlowy
	Żęczycki	30	0,5		x	350-500	30	syderyt ilasty
11	opoczyński	50	2,0		100	10-500	28	syderyt ilasty i zlep.
Razem					240			
					80			
					1135			
					340			

x - Pominęte w tabeli ze względu na małe zasoby.

Stanisław KUBICKI, Marian SUBIETA

### 2.1.2. Rudy tytanomagnetytowe

Rudy tytanomagnetytowe, ściślej ilmenitowo-magnetytowe, odkryto w podłożu krystalicznym platformy prekambryjskiej na obszarze Suwalszczyzny. Związane są one z suwalskim masywem anortozytów, których wiek określa się na dolny lub środkowy proterozoik. Masyw ten, znajdujący się pod pokrywą osadową miąższości 800-900 m, odzwierciedla ujemna anomalia magnetyczna pokrywająca się z ujemną anomalią siły ciężkości. W brzeźnej /Krzemianka/ oraz w centralnej części masywu /Udryń/ ujawniają się izometryczne lub owalne, lokalne dodatnie anomalie magnetyczne, które odzwierciedlają nagromadzenie rud ilmenitowo-magnetytowych, a także zazębiających się z nimi norytów. Rudy o teksturze impregnacyjnej, plamistej i szlirowatej, a rzadziej masywnej /rudy bogate/ tworzą soczewy o stratoidalnym pasemkowaniu /pseudopokłady/ lub żyłowe ciała /rudy bogate/, których miąższość mierzy się przeciętnie dziesiątkami metrów, a rozciągłość setkami metrów. Charakterystyczną cechą złóż jest ich wysoka produktywność przy niewielkiej powierzchni /rzędu 1 km<sup>2</sup>/. Rudy tytanomagnetytowe w zasadzie należą do rud ubogich, tj. zawierają minerały płonne, a ponadto ze względu na obecność minerałów użytecznych są rudami kompleksowymi i wymagają wzbogacania. Można z nich otrzymać koncentrat wanadonośnego magnetytu, ilmenitu i uboczny koncentrat siarczkowy, w którym głównymi metalami użytecznymi są: miedź, nikiel i kobalt.

W podłożu krystalicznym północno-wschodniej Polski, oprócz anortozytów suwalskich, stwierdzono również anortozyty w okolicy Sejna na głębokości około 550 m oraz w okolicy Kętrzyna na głębokości poniżej 1500 m. Zasoby na tym obszarze mogą być uważane za perspektywiczne, chociaż w odosobnionych otworach nie stwierdzono obecności rud żelaza. Obok anortozytów występujących w okolicach Sejna i Kętrzyna, za perspektywiczne pod względem występowania rud żelaza mogą być uznane: gabro Piszca oraz zamfibolityzowane gabronoryty Narejek.

Aktualny stan rozpoznania poszczególnych obszarów wskazuje, że jeśli chodzi o zasoby najbardziej produktywny i perspektywiczny jest masyw suwalski /fig. 15/. Można w nim wyróżnić:

- a/ anomalię Krzemianki z udokumentowanymi zasobami bilansowymi w kategorii C<sub>2</sub>,
- b/ anomalię Udrynia aktualnie rozpoznaną w kategorii C<sub>2</sub>,
- c/ anomalię Jeleniewa ze stwierdzonymi w jednym otworze rudami bilansowymi,

d/ anomalie Jeziora Okrągłego z rudami pozabilansowymi stwierdzonymi w jednym otworze,

e/ mniejsze potencjalne rudonośne obiekty, wydzielone na podstawie przesłanek geofizycznych.

Zgodnie z kryteriami bilansowości, określającymi minimalną średnią zawartość 25% Fe, przy brzeżnej w wyrobisku 20% Fe, minimalną miąższość rudy w wyrobisku 2 m, maksymalną głębokość złoże 2300 m oraz minimalne zasoby 150 mln t rudy, oblicza się:

a/ zasoby prognostyczne złoże Krzemianka /strefy głębsze po upadzie/ w kategorii  $D_1$  250-300 mln t rudy, tj. 62,5-75,0 mln t Fe,

b/ zasoby prognostyczne złoże Udryń w kategorii  $D_1$  260-530 mln t, tj. 65,0-132,5 mln t Fe,

c/ zasoby prognostyczne anomalii Jeleniewa w kategorii  $D_2$  65-135 mln t, tj. 16,25-33,75 mln t Fe.

Łącznie zasoby prognostyczne ocenia się: w kategorii  $D_1$  - 510-830 mln t rudy; średnio 670 mln t /223,0 mln t Fe - tab. 2/, a w kategorii  $D_2$  - 65-135 mln t rudy; średnio 100 mln t /33 mln t Fe - tab. 2/.

Do 1980 r. znaczna część zasobów prognostycznych anomalii Krzemianka, Udryń i Jeleniewo zostanie udokumentowana w kategorii  $C_2$ , a w przypadku Krzemianki przekwalifikowana do kategorii  $C_1$ .

Anomalie Jeziora Okrągłego i inne lokalne anomalie można uważać za obszary o zasobach perspektywicznych, jednak niektóre z nich jak np. Jeziora Okrągłego i Łopuchowa znajdują się w granicach Suwalskiego Parku Krajobrazowego.

Stanisław KUBICKI

### 2.1.3. Rudy metali stalowych

Tytan. Kompleksową rudą tytanu są suwalskie rudy ilmenitowo-magnezytowe, w których tytan występuje w postaci ziarnistego ilmenitu odzyskiwalnego w postaci jego koncentratu lub też jako odmieszania ilmenitu i ulwitu w tytanonośnym magnetycie wchodzące do koncentratu magnetytowego. Zasoby prognostyczne rud tytanu przy średniej zawartości 6,5%  $TiO_2$  przedstawiają się następująco:

- zasoby  $D_1$  /złoże Krzemianka i anomalia Udrynia/ 33-54 mln t  $TiO_2$  /średnio 443 mln t - tab. 2/,

- zasoby  $D_2$  /anomalia Jeleniewa/ 4-8,7 mln t  $TiO_2$  /średnio 6,3 mln t - tab. 2/.

Łączne zasoby prognostyczne ocenia się na 37-62,7 mln t  $TiO_2$  /średnio 49,3 mln t/ w postaci ilmenitu  $FeTiO_2$  oraz wrostków i odmieszania ilmenitu i ulwitu  $Fe_2TiO_4$  w magnetycie, nie dających się wyodręb-

nić technologicznie i wchodzących do koncentratu magnetytowego. Znaczna część zasobów prognostycznych  $TiO_2$  w rejonie Suwałk zostanie udokumentowana do końca 1980 r.

Potencjalne źródło ilmenitu mogą stanowić piaski plażowe Bałtyku. Zasoby tych kopalin są znaczne i będą ocenione w drugim etapie prognozowania.

Chrom. Chromity są związane ze skałami ultrazasadowymi /perydotyty, dunity/ lub ich przeobrażonymi analogami /serpentytyny/. W Polsce masywy tych skał są znane w Sudetach z okolic Sobótki /masyw Gogołów - Jordanów/, Grochowa i Szklar. Chromity występują w masywie Gogołów - Jordanów /Tapadza - eksploatowane w XIX w./ i w okolicach Grochowa. Skupienia ich mają formę wydłużonych gniazd o wymiarach rzędu od kilku do kilkunastu metrów. Tekstura ich jest masywna /zbita/, występują w postaci wprysnięć i kongrecji. Nie mają one znaczenia gospodarczego, ponieważ jako chromity glinowo-magnezowe nie są przydatne do produkcji ferrocromu. Natomiast mogłyby być wykorzystane jako dobry materiał ogniotrwały lub jako surowiec dla przemysłu chemicznego.

Według obecnego stanu znajomości budowy geologicznej Polski perspektywy poszukiwawcze chromitów ograniczają się do masywów skał ultrazasadowych Dolnego Śląska i nie są zbyt obiecujące. Ze względu na charakter mineralizacji zasoby prognostyczne i potencjalne chromitów są trudne do ustalenia ilościowego.

Mangan. Polska nie posiada złóż rud manganu, natomiast są znane ich przejawy pochodzenia osadowego i wietrzeniowego, które nie stwarzają przesłanek do znalezienia większych ich koncentracji. Wietrzeniowe wystąpienia rud manganu są spotykane na limonitach lub zlimonitizowanych wychodniach rud żelaza /naskorupienia, kongrecje/ np. w okolicach Będzina, czy rudach jurajskich w obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich. Warstewki, impregnacje i geody rud manganu są znane w łupkach zdanowskich /ludlow/ w Górach Bardzkich /Dolny Śląsk/. W łiasie tatrzańskim w wapieniach krynowidowych występuje niewielkiej miąższości ławica impregnowana węglanami i tlenkami manganu. Nie ma ona znaczenia przemysłowego, chociaż na obszarach geosynklynalno-tektonicznych Alpidów są znane tego typu złoża. Podkoncentrowanie manganu występuje w eocenijskich i górnokredowych żelaziakach karpaccich w rejonie Jasła, Sannoka i Gorlic. Do osadowych rud manganu należą rudy z okolic Pińczowa na południe od Gór Świętokrzyskich eksploatowane w XIX i w pierwszej połowie XX w. Ze względu na zmienną miąższość i zawartość oraz niskie, już zresztą wyczerpane zasoby, występowanie tych rud nie budzi zainteresowania.

Perspektywy znalezienia w Polsce złóż rud manganu są minimalne i ograniczają się do Karpat i do trzeciorzędu na obszarach przyległych.

Podobna jest bowiem pozycja znanych złóż manganu w ZSRR, Bułgarii i mniejszych złóż w Czechosłowacji, Węgrzech, Jugosławii i Szwajcarii.

**Nikiel.** Ważniejsze nagromadzenia minerałów niklu są związane z ultrazasadowymi i zasadowymi skałami magmowymi /rudy siarczkowe/ i ich strefami wietrzeniowymi /rudy krzemianowe/. Minerale niklu występują też w żyłowych złożach polimetalicznych, a także w łupkach miedzionośnych.

W Polsce masywy skał ultrazasadowych i zasadowych są znane w Sudetach w rejonie Żąbkowic Śląskich, Sobótki i Nowej Rudy. Nikiel zawarty jest w postaci pentlandytu i pochodnych minerałów oraz jako izomorficzna domieszka w krzemianach. W świetle aktualnych danych perspektywy znalezienia w tych masywach siarczkowych złóż niklu są nikłe.

Minerały niklu /pentlandyt i inne/ występują w akcesorycznych siarczkach suwalskich złóż ilmenitowo-magnetytowych. Przy zawartości siarczków w rudzie około 3% i przeciętnej zawartości niklu w koncentracie siarczkowym 0,7%, szacunkowe<sup>x</sup> zasoby niklu w prognostycznych zasobach rud ilmenitowo-magnetytowych w kategoriach D<sub>1</sub> + D<sub>2</sub> wahają się w granicach 120 000-205 000 t /średniona wartość 160 000 t/.

W strefach wietrzenia supergenicznego masywów ultrazasadowych /serpentynitów/ na Dolnym Śląsku występują uwodnione krzemiany niklu /suchardyt, garnieryt, pimeelit/ w rejonie Żąbkowic Śląskich /Szklary, Grochów, Braszowice/ i na południe od Sobótki /Wiry/. Eksploatowane z przerwami od 1891 r. jest złożo w Szklarach. Finałnym produktem przeróbki tych rud jest ferronikiel. Miąższość złoża /dolna część zwietrzliny/ jest zróżnicowana i wynosi przeciętnie od kilku do kilkunastu metrów, a w kotłach i kieszeniach osiąga miąższość kilkudziesięciu metrów. Zawartość niklu jest zmienna.

Zasoby tych rud są ograniczone. Perspektywy znalezienia podobnego typu złóż nie są wyjaśnione. Negatywne wyniki dotychczasowych poszukiwań i badań spowodowały ich praktyczne zaniechanie.

Nikiel stanowi również domieszke w cechsztyńskich rudach miedzi. Zasoby niklu w prognostycznych zasobach rud miedzi ocenia się na 20,0 tys. t Ni. Łączne zasoby perspektywiczne w kategorii D<sub>1</sub> i D<sub>2</sub> wynoszą około 180,0 tys. t Ni /tab. 2/.

**Molibden.** Molibdenit jest notowany w żyłach kwarcowych w sudetkich masywach granitowych /Strzelin, Karkonosze/ i jak wystąpienia wolframu na on znaczenie naukowo-poznawcze.

Podobnie jak nikiel, molibden jest podkoncentrowany w cechsztyńskich łupkach miedzionośnych. Przy średniej zawartości 0,018 Mo w zasobach prognostycznych ilość jego ocenia się do głębokości 1500 m na

<sup>x</sup> Metal ten podobnie jak Cu i Co nie był dokumentowany.

około 35,68 tys. t, a na głębokości 1500-2000 m na 50,97 tys. t /łącznie 86,65 tys. t/. Jak dotychczas metal ten nie jest odzyskiwany w związku z czym zaliczono go do zasobów potencjalnych /tab. 20, 21/.

Molibden wraz z wanadem i pierwiastkami promieniotwórczymi jest podkoncentrowany w dictyonemowych łupkach ordowiku w Polsce północno-wschodniej /rejon Bielska Podlaskiego/, które w przyszłości mogą stanowić potencjalne źródło tego metalu /tab. 15/. Zasoby tego metalu wynoszą w kategorii  $D_1$  - 25 344 tys. t i w potencjalnych E - 6,779 tys. t. Łączne zasoby molibdenu dla kraju wynoszą w kategorii  $D_1$  - 25,344 tys. t i w E - 93,429 tys. t.

Wanad. Wanad wchodzi w skład kompleksowych rud żelaza i tytanu Suwalszczyzny. Stanowi on izomorficzną domieszkę w tytanonośnym magnezytynie i metodą hydrometalurgiczną może być odzyskiwany w postaci  $V_2O_5$  z koncentratu magnetytowego. Łącznie w zasobach prognostycznych  $/D_1 + D_2/$  złoża Krzemianki, anomalii Udrynia i Jeleniewa ilość tego metalu ocenia się na 1437 - 2312 mln t  $V_2O_5$ , po uśrednieniu 1874,50 tys. t. przy średniej zawartości w rudzie 0,25%  $V_2O_5$ .

Potencjalnym źródłem wanadu mogą być cechsztyńskie łupki miedzionośne na Dolnym Śląsku, w których przeciętna zawartość tego metalu w rudach miedzi wynosi 0,035%. W zasobach prognostycznych ilość tego metalu ocenia się na 26,62 tys. t, w potencjalnych na 36,79 tys. t /tab. 20 i 21/. Ze względu na to, że składnik ten nie jest odzyskiwany, łączne zasoby /63,41 tys. t V/ zaliczono do potencjalnych.

Łupki dictyonemowe zawierają przeciętnie 0,15% wanadu, co przy dużym ich rozprzestrzenieniu wskazuje na znaczne zasoby potencjalne tego metalu. Zasoby  $D_1 + D_2$  wynoszą 216,921 tys. t /tab. 15/ i potencjalne 320,010 tys. t wanadu /tab. 15, 20, 21/. Łączne zasoby wanadu w Polsce ocenia się w kategorii  $D_1 + D_2$  na 2091,421 tys. t i potencjalne na 320,010 tys. t /tab. 2/.

Kobalt. Źródłem tego metalu mogą być akcesoryczne siarczki suwalskich złóż ilmenitowo-magnetytowych. Kobalt w Polsce poza rzadkim linneitem praktycznie nie tworzy samodzielnych minerałów i występuje jako izomorficzna domieszka w pentlandycie, pircycie i nikielonośnym pirotynie. Analizy chemiczne koncentratów siarczkowych wykazują obecność 0,15% Co, co przy średniej zawartości 3% siarczków pozwala na oszacowanie prognostycznych zasobów kobaltu /łącznie  $D_1 + D_2/$  w ilości od 26,00 - 43,00 tys. t, czyli średnio 34,50 tys. t. Ze względu na nieopracowaną technologię jego uzysku zasoby te zaliczono do potencjalnych.

Podkoncentrowanie kobaltu zachodzi również w cechsztyńskich rudach miedzi, które średnio zawierają do 0,046% Co. W zasobach prognostycznych rud miedzi ilość kobaltu ocenia się na około 40,00 tys. t /tab. 20/ a w potencjalnych na około 55,18 tys. t /tab. 21/. Ponadto źródłem kobaltu mogą być popioły niektórych węgli kamiennych.



W Sudetach minerały kobaltu występują w Górach Izerskich w strefie łupków metamorficznych Gierczyna w paragenezie ze znanymi wystąpieniami rud cyny. Minerały te, tj. kobaltyn, smaltyn i glaukodot towarzyszące pirotynowi i chalkopirytowi, lokalizują się głównie we wschodniej części tej strefy /rejon Przesznicy/ i były w przeszłości eksploatacyjne. Perspektywy występowania tego typu złóż kobaltu zostaną omówione przy złożach rud cyny. Zasobów perspektywicznych kobaltu towarzyszących cynie nie obliczono.

Łącznie zasoby perspektywiczne kobaltu w Polsce ocenia się w kategorii  $D_1 + D_2$  na około 40,0 tys. t /tab. 2 i 20/, a potencjalne E na około 89,68 tys. t /tab. 2/.

Wolfram. Przejawy wolframu w paragenezie z molibdenitem notowane są w żyłach kwarcowych w sudeckich masywach granitowych i mają znaczenie naukowo-poznawcze.

Wolfram podobnie jak nikiel, kobalt i molibden jest podkoncentrowany w cechsztyńskich rudach miedzi na Dolnym Śląsku.

## 2.2. Rudy metali nieżelaznych

Edward GOSPODARCZYK

### 2.2.1 Rudy miedzi

Rudy miedzi występują w Karpatach, Górach Świętokrzyskich, na monoklinie śląsko-krakowskiej i w Sudetach. Złoża o znaczeniu przemysłowym znajdują się w niecce północnosudeckiej i na monoklinie przedsudeckiej. Okruszcowanie i stopień mineralizacji miedziowej przedstawił J. Wyżykowski w opracowaniach: Prognoza kompleksowych badań geologicznych na Niżu Polskim w latach 1972-1985 i Prognoza zasobów perspektywicznych cechsztyńskich rud miedzi.

W niecce północnosudeckiej cechsztyńskie złoża rud miedzi występują w synklinie grodzieckiej i złotoryjskiej. W tej ostatniej, ze względu na trudne warunki geologiczne i małą zawartość miedzi zaniechano eksploatacji. W synklinie grodzieckiej złoża rud miedzi występujące na głębokości 37-1058 m rozpoznano na obszarze około 65 km<sup>2</sup>, a udokumentowano na powierzchni 25 km<sup>2</sup>. Okruszcowane są tu margle, leżące na wapieniu podstawowym, przedzielone warstwą wapienno-marglistą. Mineralizacja kruszcowa jest różnorodna, występują tam minerały: miedzi, cynku, ołowiu, srebra, niklu, kobaltu, molibdenu, wanadu, selenu, renu, złota i innych. Głównymi minerałami miedzi są: chalkozyn, bornit,

chalkopiryt, kowelin, a podrzędny: malachit, azuryt, tetraedryt. Miąższość serii okruszczowanej w synklinie grodzieckiej osiąga 1,0-2,5 m, średnio 1,49 m, a średnia zawartość miedzi 1,13%.

Na monoklinie przedsudeckiej złoża rud miedzi Lubin - Sieroszowice, rozpoznano i udokumentowano na głębokości 385-1354 m, zajmuje ono powierzchnię około 330 km<sup>2</sup>. Spagowe warstwy cechsztynu tworzące serię miedzionośną stanowią piaskowce, na których leżą łupki ilasto-margliste bądź ilasto-dolomityczne oraz seria węglanowa. Miąższość piaskowców szarych waha się od kilku centymetrów do kilku metrów. Łupki mają miąższość do 50 cm, średnio 20-40 cm. Najwyższe ogniwo węglanowe - wapienie dolomityczne i dolomity - ma miąższość od kilku do kilkunastu metrów. Ta sukcesja litologiczna jest typowa dla monokliny przedsudeckiej i perykliny Żar.

W zależności od położenia zmieniają się jednak stosunki miąższościowe.

Mineralizacja miedziowa koncentruje się we wszystkich trzech rodzajach litologicznych skał. Rozmieszczenie jej w pionie jest zmienne. Okruszczowane są więc piaskowce, łupki i wapienie, piaskowce i łupki lub łupki i wapienie, z tym że w każdym przypadku głównym i najbogatszym środowiskiem miedzi są łupki.

W wyniku różnego litologicznego wykształcenia i okruszczowania związkami miedzi w złożu Lubin - Sieroszowice występują trzy typy rud: piaskowcowa, łupkowa i węglanowa. Głównymi minerałami miedzi są: chalkozyn, bornit i chalkopiryt. W serii miedzionośnej występują: cynk, ołów, srebro, kobalt, nikiel, molibden, wanad, w śladowych ilościach: chrom, ren, selen, kadm, tytan, mangan, cyna, złoto, wolfram, bor i inne.

Miąższość serii okruszczowanej w obrębie złoża Lubin - Sieroszowice waha się od kilkunastu centymetrów do kilku metrów, średnio wynosi około 3,5 m. Średnia zawartość miedzi w złożu wynosi 1,5-2,67%, przeciętnie 2,10%.

Na złożu Lubin - Sieroszowice czynne są kopalnie Lubin i Polkowice, częściowo prowadzi się eksploatację w kopalni Rudna. Przy każdej kopalni /szyby główne/ znajdują się zakłady wzbogacania rudy, które koncentraty rud przesyłają do hut. W procesie hutniczym uzyskuje się z nich miedź, srebro, tlenek niklu, kwas siarkowy, ołów i selen. Są podejmowane próby uzysku cynku, kobaltu, molibdenu, renu i platynowców.

Cechsztyńskie złoża rud miedzi niecki późnocnosudeckiej i monokliny przedsudeckiej są typu osadowego. Źródła miedzi prawdopodobnie można upatrywać w hydrotermach i ekshalacjach podmorskich. Zagadnienie to nie zostało dotychczas jednoznacznie wyjaśnione.

Obowiązujące kryteria bilansowości opracowano w 1965 r. dla osadowych, cechsztyńskich rud miedzi niecki północnosudeckiej i monokliny przedsudeckiej. Dla niecki północnosudeckiej określono je do głębokości 1000 m. Według tych kryteriów brzeźna zawartość miedzi w rudzie dla otworu lub wyrobiska górniczego wynosi 0,4%, minimalna średnia zawartość miedzi w rudzie dla złoża lub obszaru dokumentacyjnego 0,5% przy wydajności metalu większej lub równej 10 kg z 1 m<sup>2</sup> powierzchni złoża.

Dla złóż monokliny przedsudeckiej przyjęto podział na trzy strefy głębokości: do 1000 m, 1000-1200 m i 1200-1500 m. Zawartość brzeźna miedzi w rudzie dla otworu lub wyrobiska górniczego wynosi 0,7% i minimalna 0,9%, minimalna zaś średnia zawartość miedzi dla złoża lub obszaru dokumentowanego odpowiednio do strefy głębokości - 1,5, 1,6 i 1,7%, przy wydajności 42, 44 i 46 kg Cu/m<sup>2</sup> powierzchni złoża.

Ponadto każde 10 g Ag w otworze lub wyrobisku górniczym równoważy 0,58 kg Cu. W 1973 r. wprowadzono zarządzeniem ministra Przemysłu Ciężkiego dopuszczalną brzeźną zawartość miedzi w rudzie 0,5% dla otworu.

Analiza prognostyczna formacji. Obszar występowania cechsztynu, w obrębie którego udokumentowano złoża rud miedzi, należy zaliczyć do obszarów o największych zasobach perspektywicznych. Formacja cechsztyńska zajmuje 57% powierzchni kraju. Leży ona na głębokości od 0 m /niecka północnosudecka/ do 5000-6000 m /środkowa część kraju/. Z punktu widzenia poszukiwań rud miedzi interesująca jest strefa do 2000 m, która występuje w południowo-zachodniej, wschodniej i północnej części Polski.

Szczegółowe rozważania paleogeograficzne, litologiczno-facjalne, geochemiczne i genetyczne na pierwsze miejsce wysuwają cechsztyński obszar Dolnego Śląska, okalający od północnego-wschodu, zachodu i południa blok przedsudecki. Ciągnie się on od Wielunia na wschodzie przez Ostrzeszów, Milicz, Rawicz, Głogów, Lubsco, do granicy z NRD, następnie skręca w kierunku południowym i przez Żary przechodzi w rejon niecki północnosudeckiej /Bolesławiec, Złotoryja/. Do zasobów perspektywicznych na Dolnym Śląsku zalicza się obszar monokliny przedsudeckiej, peryklinę Żar i nieckę północnosudecką.

Zasoby prognostyczne D<sub>1</sub> i D<sub>2</sub>. Z uwagi na różny stopień rozpoznania obszarów o zasobach perspektywicznych wydziela się na Dolnym Śląsku dwie kategorie zasobów prognostycznych: D<sub>1</sub> i D<sub>2</sub>.

Zasoby prognostyczne D<sub>1</sub> występują na obszarze bezpośrednio przyległym do znanych i eksploatowanych złóż rud miedzi, jak również na obszarach o stwierdzonych interesujących koncentracjach miedzi. Na monoklinie przedsudeckiej jest to obszar Głogów - Rudna, będący przedłużeniem eksploatowanego złoża Lubin - Sieroszowice. Wykonane przez Instytut Geologiczny w latach 1970-1971 otwory Głogów IG 1

i Gawrony IG 1 potwierdzają przedłużanie się złoża po upadzie. Zasoby tej kategorii występują również na obszarze przylegającym do złoża niecki grodzieckiej /kop. Konrad/.

Do obszarów, na których stwierdzono występowanie interesującej koncentracji Cu, Zn, Pb /fig. 16/ zalicza się na monoklinie przedsudeckiej:

- niewielki obszar na północny wschód od Wrocławia, na którym otworem Mirków 1 stwierdzono serię złożową na granicy bilansowości,
- obszar o znacznej powierzchni, ciągnący się od Żmigrodu przez Górę po Głogów.

Na peryklinie Żar prognostyczny jest obszar od północy ograniczony linią występowania utworów miedzionośnych na głębokości 1500 m, który ku południowi ciągnie się pasem przez Łubsko po rejon Żar. Do obszarów o zasobach prognostycznych  $D_1$  należy też północne i południowe skrzydło niecki północnosudeckiej.

Zasoby prognostyczne  $D_2$  występują na obszarach, w których nie stwierdzono serii kruszonośnej /brak wierceń/, jednak przez analogię do warunków geologiczno-złożowych należy uznać je za perspektywiczne. Do nich należą niewielkie obszary: położony 1500 m na północ od Wrocławia i w południowo-zachodnim skrzydle niecki północnosudeckiej.

Zasoby potencjalne E. Poszukiwania cechsztyńskich rud miedzi prowadzi się do głębokości 2000 m. Całą powierzchnię spągową osadów cechsztyńskich do tej głębokości należy uznać jako perspektywiczną. Kryteria bilansowości opracowane w 1965 r. przyjmują za graniczną głębokość 1000 m dla niecki północnosudeckiej i 1500 m dla monokliny przedsudeckiej. Ze względu na brak obecnie kryteriów bilansowości dla strefy głębokości 1500-2000 m, zasoby na tych obszarach zaliczono do potencjalnych. Zakładając, że w najbliższej przyszłości kryteria bilansowości obejmą również strefę złóż położonych na głębokości 1500-2000 m, w ramach zasobów potencjalnych wydzielono strefę złóż z zasobami E / $D_1$ / i E / $D_2$ /.

Do obszarów o zasobach potencjalnych E / $D_1$ / zaliczono:

- obszar leżący między linią Syców - Milicz - Ostrów Wlkp. a Ostrzeszowem, na którym kilkoma otworami przemysłu naftowego stwierdzono podwyższoną mineralizację Cu, Zn, Pb.
- obszar o znacznej powierzchni, ciągnący się od Rawicza przez Górę, Leszno po Nową Sól, na którym również kilkoma otworami /m.in. Sława IG 1 i Wschowa 1/ stwierdzono występowanie interesujących koncentracji siarczków metali.

Na peryklinie Żar jest to obszar między Zieloną Górą a Gubinem, z utworami wiertniczymi Czeklin i Żarków.

Do obszarów o zasobach potencjalnych E/D<sub>2</sub>/ należą obszary od wschodu /Wieluń - Wieruszów/ i zachodu /Oleśnica - Krotoszyn/ przyległe bezpośrednio do obszaru o zasobach E/D<sub>1</sub>/ /Ostrzeszów - Milicz/, jak również pozostałe części perykliny Żar i niecki północnosudeckiej /fig. 16/. Występowania serii miedzionośnej w wymienionych obszarach należy się spodziewać na głębokości 500-2000 m, z tym że najmniejszą powierzchnię zajmuje obszar o strefie głębokości 500-1000 m /11%, większą /23%/ 1000-1500 m, największą zaś /66%/ 1500-2000 m. Podobne zróżnicowanie uwidacznia się na obszarze cechsztyńskim Dolnego Śląska, w obrębie którego największa powierzchnia perspektywiczna przypada na monoklinę przedsudecką, mniejsza na peryklinę Żar i najmniejsza na nieckę północnosudecką.

Z analizy materiałów wiertniczych wynika, że podwyższonej koncentracji należy spodziewać się na obszarach z zarejestrowanym występowaniem łupku miedziowego strefy redukcyjnej, w bezpośrednim jej sąsiedztwie z utworami strefy utlenionej.

Na obszarach o zasobach prognostycznych D<sub>1</sub> odwiercono otwory, w których stwierdzono podwyższoną zawartość Cu, Zn i Pb, jednak na obszarach tych nie ustalono jeszcze granicy między strefą utlenioną i redukcyjną /opracowanie w toku - A. Rydzewski/. Dlatego zaistniała konieczność wprowadzenia współczynnika korygującego powierzchnie perspektywiczne.

W zależności od głębokości występowania spągu utworów cechsztynu, kategorii i obszarów o zasobach prognostycznych oraz wiarygodności posiadanych materiałów wiertniczych przyjęto różną wielkość współczynnika korygującego powierzchnię wynoszącą dla obszarów o zasobach prognostycznych D<sub>1</sub> 0,54-0,94 i D<sub>2</sub> 0,37, a dla obszarów o zasobach potencjalnych E/D<sub>1</sub>/ 0,38-0,53 i E/D<sub>2</sub>/ 0,15-0,53. Współczynniki te obliczono na podstawie stosunku powierzchni obszaru z mineralizacją do powierzchni całego zbadanego obszaru.

Po zastosowaniu tych współczynników powierzchnie o zasobach perspektywicznych do głębokości 2000 m w zasadzie nie odbiegają od przyjętych w 1972 r. przez J. Wyżykowskiego i wynoszą w km<sup>2</sup> dla:

monokliny przedsudeckiej	3150
perykliny Żar	900
niecki północnosudeckiej	450
łącznie	4500

Poniżej podano powierzchnie perspektywiczne do głębokości 1500 m, które wynoszą w km<sup>2</sup> dla:

monokliny przedsudeckiej	750
perykliny Żar	400
niecki północnosudeckiej	400
łącznie	1550

Nie całą powierzchnię o zasobach perspektywicznych wynoszącą 1550 km<sup>2</sup> należy traktować jako powierzchnię złożową. W miarę rozpoznawania otworami wiertniczymi będzie można wydzielić obszary o znaczeniu przemysłowym. W związku z tym wprowadzono współczynnik rudonośności, w wyniku którego otrzymano powierzchnie, na których mogą występować złoża rud miedzi. Wielkość tego współczynnika przyjęto: dla obszarów o zasobach prognostycznych D<sub>1</sub> 0,18-0,53 i D<sub>2</sub> 0,16 i 0,48, zaś dla obszarów o zasobach potencjalnych E /D<sub>1</sub>/ 0,20-0,22 i E /D<sub>2</sub>/ 0,18-0,20. Współczynniki te obliczono na podstawie stosunku liczby otworów z rudą bilansową do ogólnej liczby otworów na zbadanym obszarze.

Na Dolnym Śląsku, gdzie powierzchnia obszaru z zasobami perspektywicznymi do głębokości 1500 m /spąg cechsztynu/ wynosi około 1550 km<sup>2</sup>, powierzchnia samego złoża rudy zajmuje obszar około 560 km<sup>2</sup> z czego 510 km<sup>2</sup> przypada na zasoby prognostyczne D<sub>1</sub> i 50 km<sup>2</sup> na D<sub>2</sub>. Obliczone zasoby prognostyczne D<sub>1</sub> wynoszą 1195,5 mln t, a D<sub>2</sub> - 135,7 mln t rudy /tab. 18/.

W strefie głębokości 1500-2000 m z obszarów o zasobach perspektywicznych ogólnych o powierzchni około 2950 km<sup>2</sup>, na obszary w sensie złożowym może przypadać około 680 km<sup>2</sup>, przy czym na zasoby potencjalne E /D<sub>1</sub>/ przypada 330 km<sup>2</sup> i na E /D<sub>2</sub>/ - 350 km<sup>2</sup>. Zasoby potencjalne E /D<sub>1</sub>/ wynoszą 892,650 t i E /D<sub>2</sub>/ - 946,750 mln t rudy.

Zasoby potencjalne E /D<sub>1</sub> + D<sub>2</sub>/ wynoszą 1839,400 mln t rudy oraz 31,280 mln t miedzi /tab. 19/.

Łączne zasoby prognostyczne D<sub>1</sub> i D<sub>2</sub> oraz zasoby potencjalne E przedstawiono w tabeli 2.

Na obszarach o zasobach prognostycznych D<sub>1</sub> monokliny przedsudeckiej i niecki północnosudeckiej służba geologiczna Kombinat Geologicznego "Południe" prowadzi prace dokumentacyjne i w najbliższym czasie zasoby te zostaną przekwalifikowane do wyższych kategorii.

Zasoby prognostyczne i potencjalne pierwiastków metalicznych występujących w cechsztyńskich złożach rud miedzi. Do ważniejszych pierwiastków metalicznych występujących obok miedzi w cechsztyńskich złożach rud należą: srebro, nikiel, kobalt, wanad, ren, selen oraz cynk i ołów.

Metale, które można odzyskiwać w procesie hutniczym z pyłów konwertowych, kominowych bądź ze szlamów anodowych zaliczono do zasobów prognostycznych. Do nich należą: srebro, nikiel i kobalt. Pozostałe,

obecnie nie odzyskiwane oraz odzyskiwane ale występujące w rudzie miedzi na głębokości 1500-2000 m, zaklasyfikowano do zasobów potencjalnych.

Do obliczenia zasobów prognostycznych i potencjalnych, pierwiastków towarzyszących rudom miedzi przyjęto dla srebra, niklu, kobaltu, wanału średnie zawartości /w g/t/ podane w pracy J. Wyżykowskiego. Zasoby molibdenu, renu i selenu oceniono na podstawie analogii do zasobów udokumentowanych rud miedzi /tab. 20 i 21/.

Poza pierwiastkami metalicznymi ujętymi w tabelach 20 i 21 na uwagę zasługuje ołów i cynk. Występują one w złożu, częściej jednak nad złożem miedzionośnym. Według kryteriów zasoby tych metali należy obliczać przy zawartościach powyżej 1%. Zasoby prognostyczne  $D_1$  i  $D_2$  ołowiu występującego w rudzie miedzi, można oceniać na obszarze Dolnego Śląska o zasobach perspektywicznych do głębokości 1500 m na około 880 000 t, a zasoby potencjalne E w strefie głębokości 1500-2000 m na około 1320 000 t. Zasoby potencjalne cynku można oceniać na około 450 000 t.

Ponadto w cyklu hutniczym odzyskuje się z rudy miedzi znaczne ilości siarki /kwas siarkowy/. Zawartość siarki wynosi 0,7-2,05% w rudzie węglanowej, 1,87-2,85% w żupkowej i 0,34-1,38% w piaskowcowej. Zasoby prognostyczne / $D_1$  i  $D_2$ / siarki wynoszą około 16 330 000 t. Cynki siarka nie są odzyskiwane z cechsztyńskich rud miedzi i z tego względu nie wykazano ich w zestawieniu zasobów.

Program poszukiwań został opracowany w 1974 r. pod kierunkiem J. Wyżykowskiego w opracowaniu pt. Projekt poszukiwań cechsztyńskich rud miedzi na obszarach zachodniej części monokliny przedsudeckiej, perykliny Żar i niecki północnosudeckiej. W projekcie tym przewidywano wykonanie 75 otworów wiertniczych, około 900 km prac sejsmicznych i około 500 km profili elektrooporowych. Zgodnie z Decyzją Prezesa CUG Nr KOPEG/015/1609/74 z dnia 2 XII 1974 r. realizacja projektowych prac poszukiwawczych jest prowadzona etapowo. W ramach I etapu, którego zakończenie planuje się w 1980 r., ma być wykonanych 25 otworów wiertniczych, około 300 km bieżących prac sejsmicznych i cały zakres prac elektrooporowych. Lokalizacja otworów wiertniczych i prac geofizycznych I etapu obejmuje obszary o największych zasobach perspektywicznych w strefie głębokości 1000-2000 m. Wyniki I etapu pozwolą na dalsze zróżnicowanie obszarów pod względem perspektywicznym, co wpłynie prawdopodobnie na częściowe przeklasyfikowanie niektórych obszarów o zasobach prognostycznych  $D_2$  do  $D_1$ , bądź  $D_1$  do  $C_2$ .

Etapem II /po 1980 r./ prac poszukiwawczych byłoby prowadzenie wierceń i prac geofizycznych w celu uściślenia prognostycznych zasobów rud miedzi oraz nakreślenia dalszego programu poszukiwań, a następnie

Zasoby prognostyczne cechsztyńskiej formacji

Obszar	Powierzchnia w km <sup>2</sup>	Głębokość w m	Średnia wydajność złoża w kg/m <sup>2</sup>
Z zasobami prognostycznymi D <sub>1</sub>	20,0	do 500	10,0
	100,0	500-1000	10,0
	105,0	500-1000	42,0
	125,0	1000-1200	44,0
	160,0	1200-1500	46,0
Z zasobami prognostycznymi D <sub>2</sub>	10,0	1000-1200	44,0
	40,0	1200-1500	46,0
Razem	560,0	-	-

<sup>x</sup> Dotyczy niecki północnosudeckiej.

Zasoby potencjalne cechsztyńskiej formacji

Obszar	Powierzchnia w km <sup>2</sup>	Głębokość w m	Średnia wydajność złoża w kg/m <sup>2</sup>
Z zasobami potencjalnymi E /D <sub>1</sub> /	30,0	1000-1500 <sup>xx</sup>	46,0 <sup>x</sup>
	300,0	1500-2000	
Z zasobami potencjalnymi E /D <sub>2</sub> /	350,0	1500-2000	46,0 <sup>x</sup>
Razem	680,0	-	46,0

<sup>x</sup> Dla strefy głębokości 1500-2000 m brak jest obecnie kryteriów przyjęto parametry bilansowości ze strefy głębokości 1200-1500 m.

<sup>xx</sup> Dotyczy niecki północnosudeckiej.



Tabela 18

miedzionośnej do głębokości 1500 m

Średnia zawartość Cu w %	Zasoby prognostyczne w mln t			
	D <sub>1</sub>		D <sub>2</sub>	
	ruda	metal	ruda	metal
0,8 <sup>x</sup>	25,0	0,20	-	-
1,0 <sup>x</sup>	100,0	1,00	-	-
1,5	294,0	4,41	-	-
1,6	343,7	5,50	-	-
1,7	432,8	7,36	-	-
1,6	-	-	27,5	0,440
1,7	-	-	108,2	1,84
-	1195,5	18,47	135,7	2,28

Tabela 19

miedzionośnej w strefie głębokości 1500-2000 m

Średnia zawartość Cu w %	Zasoby potencjalne E w mln t	
	ruda	metal
1,7 <sup>x</sup>	81,150	1,380
-	811,500	13,800
1,7 <sup>x</sup>	946,750	16,100
1,7	1839,400	31,280

bilansowości, do obliczenia zasobów kategorii D<sub>1</sub> i D<sub>2</sub> w tej strefie

Zasoby perspektywiczne ważniejszych metali towarzyszących

Domieszki	Zasoby prognostyczne Ag, Ni, Co /odzyskiwane/					
	średnia zawartość w g/t			zasoby w tys. t		
	Ag	Ni	Co	Ag	Ni	Co
W zasobach prognostycznych D <sub>1</sub>	60	15	30	71,73	17,93	35,86
W zasobach prognostycznych D <sub>2</sub>	60	15	30	8,14	2,03	4,07
Razem				79,87	19,96	39,93

x - powyżej Clarka

Zasoby potencjalne ważniejszych metali towarzyszących

Domieszki	Zasoby potencjalne Ag, Ni, Co /odzyskiwane/					
	średnia zawartość w g/t			zasoby w tys. t		
	Ag	Ni	Co	Ag	Ni	Co
W zasobach potencjalnych D <sub>1</sub>	60	15	30	53,56	13,39	26,78
W zasobach potencjalnych D <sub>2</sub>	60	15	30	56,81	14,20	28,40
Razem				110,37	27,59	55,18

x - powyżej Clarka

Tabela 20

cechsztyńskim rudom miedzi do głębokości 1500 m

Zasoby potencjalne Mo, V, Re, Se /nie odzyskiwane/							
średnia zawartość w g/t				zasoby w tys. t			
Mo	V	Re	Se	Mo	V	Re	Se
x	20	x	x	35,68	23,91	0,64	6,59
x	20	x	x		2,71		
				35,68	26,62	0,64	6,59

Tabela 21

cechsztyńskim rudom miedzi w strefie głębokości 1500-2000 m

Zasoby potencjalne Mo, V, Re, Se /nie odzyskiwane/							
średnia zawartość w g/t				zasoby w tys. t			
Mo	V	Re i Se		Mo	V	Re	Se
x	20	x		50,97	17,85	0,91	9,41
x	20	x			18,94		
				50,97	36,79	0,91	9,41

jego realizacja w obrębie niecki północnosudeckiej, perykliny Żar, zachodniej części monokliny przedsudeckiej oraz we wschodniej części monokliny przedsudeckiej.

Longin WIELGOMAS, Barbara KERBER

### 2.2.2. Rudy cynku i ołowiu

Obszar występowania śląsko-krakowskich złóż rud cynku i ołowiu charakteryzuje się budową geologiczno-strukturalną dwupiętrową. Starsze piętro strukturalne tworzą sfałdowane utwory podłoża paleozoicznego. Młodsze piętro reprezentują utwory permsko-mezozoicznej pokrywy platformowej, które są ułożone prawie poziomo, z łagodnym nachyleniem ku północnemu wschodowi. Zarówno utwory pokrywy platformowej, jak i jej podłoża noszą ślady intensywnej tektoniki dysjunktywnej, o dominujących dwóch kierunkach dyslokacji: podłużnym, prawie równoleżnikowym, oraz poprzecznym, zbliżonym do południkowego.

Ślady okruszczenia Zn-Pb obserwuje się niemal we wszystkich utworach w profilu od syluru po jurę, natomiast większe koncentracje rudne związane są z utworami węglanowymi, przede wszystkim triasu środkowego, a w mniejszym stopniu triasu dolnego i dewonu środkowego. W ostatnich latach stwierdzono również odosobnione wystąpienia rud o bilansowej zawartości metalu w piaskowcach kwarcowych triasu dolnego.

Główny poziom dolomitów kruszczoonych odpowiada najczęściej górny ogniwom dolnego wapienia muszlowego, a tylko miejscami obejmuje większy przedział pionowy - od górnych poziomów retu do warstw diploporowych.

Poznane dotychczas złoża, rozmieszczone na obszarze o powierzchni około 1000 km<sup>2</sup>, występują w rejonie tarnogórskim, bytomskim, chrzanowskim, olkuskim i zawierciańskim /fig. 17/. Łączna powierzchnia ciał rudnych w konturach tych złóż wynosi niespełna 100 km<sup>2</sup>. W pierwszych trzech rejonach złoża są eksploatowane, a zasoby rozpoznane w kategoriach C<sub>2</sub>, C<sub>1</sub>, i A+B. W rejonie zawierciańskim natomiast prowadzi się obecnie rozpoznawanie zasobów w kategorii C<sub>1</sub>. Głębokość występowania tych rud oscyluje od 25 do 300 m. Dominującym typem rud są rudy siarczkowe /około 70% ogólnych zasobów/, mniej liczne rudy utlenione spotyka się na wychodniach lub w strefach płytkiego występowania serii rudonośnych. Ciała rudne mają formy pseudopokładów, soczew i gniazd, a sporadycznie - formy żyłowe. Ponad 90% poznanych zasobów rud związane jest z poziomem dolomitów kruszczoonych.

W świetle przytoczonych uwag formacjami o zasobach perspektywicznych rud Zn-Pb na obszarze śląsko-krakowskim są, w ogólnym ujęciu:

- utwory węglanowe triasu środkowego i dolnego, wchodzące w skład utworów pokrywy platformowej na obszarze monokliny śląsko-krakowskiej, a zwłaszcza skały wykształcone jako dolomity kruszczońskie;

- utwory węglanowe dewonu środkowego, wchodzące w skład podłoża paleozoicznego.

Jako formację o przypuszczalnych zasobach perspektywicznych uznaje można utwory niższego piaskowca, wykształcone w postaci jasnych piaskowców kwarcowych.

W ujęciu bardziej szczegółowym główną formacją o zasobach perspektywicznych są dolomity kruszczońskie, określone też jako formacja sfalerytowo-galenowo-pyrytowa związana z dolomitami triasu. Pozostałe utwory, koncentrujące ciała rudne o podrzędnym znaczeniu, uważać można obecnie za perspektywiczne tylko w zasięgu obszaru rozprzestrzenienia dolomitów kruszczońskich.

Strefę perspektywiczną stanowi /ogólnie/ obszar występowania dolomitów kruszczońskich, a w tym rejonu położone między znanymi złóżami oraz obszar rozciągający się na zewnątrz na północ i wschód od znanych złóż. Obszar ten od wschodu i zachodu jest wyznaczony przebiegiem strefy przejściowej, a od północy - w myśl kryteriów bilansowości - głębokością występowania dolomitów kruszczońskich do 1000 m. Zasięg obszaru ku północnemu zachodowi, północy i północnemu wschodowi nie jest jeszcze dokładnie określony. W obrębie tego obszaru zarysowują się strefy o różnej perspektywiczności uwarunkowane zarówno stopniem poznania geologicznego, jak i obecnością czynników kontrolujących okruszczowanie. Powierzchnia obszaru perspektywicznego wynosi w przybliżeniu około 2000 km<sup>2</sup>

Najlepiej rozpoznane części tego obszaru zajmują wymienione wyżej złoża objęte dokumentacjami geologicznymi.

Obszar położony między znanymi złóżami jest rozpoznany nierównomiernie: stopień jego rozpoznania w aspekcie budowy geologicznej uznaje można za dobry, natomiast z punktu widzenia mineralizacji kruszczej za niewystarczający.

Obszar o zasobach perspektywicznych, rozprzestrzeniający się ku wschodowi i dość daleko ku północy na zewnątrz znanych rejonów złożowych, jest obszarem poznany mało i nierównomiernie.

Obszar występowania dolomitów kruszczońskich rozciągający się zarówno w bezpośrednim otoczeniu znanych złóż, jak i między nimi zalicza się pod względem perspektywiczności do kategorii D<sub>1</sub>. W wybranych fragmentach tego obszaru są prowadzone prace wiertnicze w dość regularnej siatce, w tym również prace rozpoznawcze w kategorii C<sub>2</sub>.

Cały natomiast rozległy teren znajdujący się na N i NW od obszaru o zasobach prognostycznych  $D_1$  zaliczono pod względem perspektywiczności do kategorii  $D_2$ . Jest on rozpoznany otworami wiertniczymi odosobnionymi lub usytuowanymi w kilku odległych liniach profilowych. Obszar ten w znacznej części objęto badaniami hydrochemicznymi. W jego obrębie przeprowadzono też powierzchniowe prace geofizyczne w skali regionalnej bądź półszczełkowej /metody grawimetryczne, magnetyczne, sejsmiczne, geoelektryczne/, a na małych fragmentach terenu - w skali szczełkowej.

Analiza prognostyczna formacji. Analizę tę przeprowadzono na podstawie:

- mapy geologicznej odkrytej w skali 1:300 000, ark. Kraków,
- mapy geologicznej obszaru śląsko-krakowskiego w skali 1:50 000, zestawionej w Pracowni Złóż Kruszców Cynku i Ołowiu /Zakład Geologii Złóż Rud Metali Instytutu Geologicznego/ z istniejących wcześniej map geologicznych cząstkowych i aktualizowanej w miarę napływu nowych danych geologicznych.

Jako materiały pomocnicze przy interpretacji danych geologicznych, konstrukcji mapy i określeniu obszarów perspektywicznych posłużyły przekroje geologiczne i profile geofizyczne oraz analizy chemiczne i badania mineralogiczno-petrograficzne próbek skał z otworów badawczych i poszukiwawczych.

Głównym czynnikiem umożliwiającym wyznaczenie obszaru perspektywicznego jest obecność w utworach węglanowych poziomu dolomitów kruszczońskich do głębokości 1000 m.

Za perspektywicznością obszaru przemawiają również inne jeszcze czynniki:

- urozmaicona konfiguracja powierzchni podłoża triasu, zwłaszcza na obszarze Mrzygłód - Zawiercie, Woźniki - Winowo i dalej ku północy, z elementami struktur nieckowych;
- zaangażowanie tektoniczne utworów triasu i jego podłoża paleozoicznego, wyrażające się obecnością dyslokacji nieciągłych, zwłaszcza uskoków podłużnych, np. w okolicy Mrzygłód - Zawiercie, w mniejszym stopniu w okolicy Woźniki - Winowo;
- obecność stref spękań i rozkruszenia dolomitów;
- porowatość i kawernistość;
- obecność strefy przejściowej dolomitów stwierdzonej na północno-zachodniej i północno-wschodniej peryferii obszaru;
- zmienność chemizmu dolomitów kruszczońskich w wewnętrznych częściach obszaru ich występowania;
- występowanie osadów ilasto-marglistych w spągu dolomitów kruszczońskich;

- obecność anomalii hydrochemicznych Zn i Pb;
- występowanie okruszczenia Zn-Pb-Fe stwierdzone w otworach wiertniczych i wskazujące bądź bezpośrednio na obecność ciał rudnych, bądź też na geochemiczne aureole rozproszenia wokół nich.

Zasoby prognostyczne  $D_1$ ,  $D_2$ . Na podstawie analizy materiałów podstawowych określono wielkość całego obszaru o zasobach prognostycznych na ponad 2000 km<sup>2</sup>, w tym w kategorii  $D_1$  około 800 km<sup>2</sup>, a w kategorii  $D_2$  około 1200 km<sup>2</sup>.

W celu określenia rzędu wielkości powierzchni złóżowej przyjęto następujący tok rozumowania. Dotychczasowa praktyka wskazuje, że statystycznie około 10% wykonanych otworów badawczo-poszukiwawczych daje efekty pozytywne /wskaźnik 0,1/. Z dość dużym prawdopodobieństwem wskaźnik ten można odnieść i do powierzchni obszaru prognostycznego, na którym obecnie są prowadzone badania. Przy powierzchni około 2000 km<sup>2</sup> na ewentualny obszar złóżowy przypadałoby więc około 200 km<sup>2</sup>, w tym na kategorię  $D_1$  80 km<sup>2</sup>, a na  $D_2$  120 km<sup>2</sup>. Stopień rozpoznania geologicznego spodziewanych obszarów złóżowych nie będzie jednak wystarczający i będzie konieczne przeprowadzenie bardziej szczegółowych prac poszukiwawczych, które wyeliminują część tego obszaru. Celowe jest zatem jego zredukowanie w przypadku obszaru o zasobach prognostycznych  $D_1$  do 1/2, natomiast w przypadku obszaru o zasobach  $D_2$  do 1/4, a to ze względu na niski stopień jego poznania oraz wzrastającą odległość od znanych złóż i zwiększającą się do 1000 m głębokość występowania serii rudnej. W rezultacie powierzchnia zawarta w obrębie konturu spodziewanych złóż wyniosłaby: dla obszaru o zasobach prognostycznych  $D_1$  około 40 km<sup>2</sup>, a dla  $D_2$  około 30 km<sup>2</sup>. Z tego przy pracach rozpoznawczych do kategorii  $C_2$  kryterium bilansowości powinno odpowiadać około 50% powierzchni, tj. około 20 km<sup>2</sup> w kategorii  $D_1$  i około 15 km<sup>2</sup> w  $D_2$  /tab. 22/. Przykładem popierającym to ostatnie obliczenie jest obszar złoża Zawiercie, na którym przy ogólnej powierzchni około 35 km<sup>2</sup> obejmującej kontur złoża, na ciała rudne przypada około 18 km<sup>2</sup>.

Zasoby prognostyczne  $D_1$  i  $D_2$  obejmują łącznie rudę cynkową i rudę ołowianą zarówno bilansową, jak i pozabilansową, o proporcji wynoszącej około 2:1, przyjętej analogicznie jak dla rud w rejonie Zawiercia. Zakłada się, że na obszarze występowania zasobów prognostycznych  $D_1$  seria rudna powinna występować częściowo w przedziale głębokości do 300 m, a tylko częściowo do 500 m, natomiast na obszarze o zasobach prognostycznych  $D_2$  również i do 1000 m. Ze względu na stopień przykrycia i wzrastającą głębokość ułożenia ciał rudnych w obszarze prognostycznym przyjmuje się, że rudy te reprezentują typ siarczkowy.

Zasoby prognostyczne rudy i zawartych w niej metali obliczono w odniesieniu do uprzednio określonych powierzchni:  $D_1$  20 km<sup>2</sup>

Tabela 22

Zasoby perspektywiczne rud cynku i ołowiu triasu śląsko-krakowskiego

Obszar	Powierzchnia w km <sup>2</sup>	Głębokość w m	Średnia wydajność rudy w mln t/km <sup>2</sup>	Średnia zawar- tość Zn-Pb w %	Zasoby prognostyczne w mln t				Zasoby potencjalne E w mln t	
					D <sub>1</sub>		D <sub>2</sub>		ruda	metal
					ruda	metal	ruda	metal		
Z zasobami prognosty- cznymi D <sub>1</sub>	20	do 500	4,0	3,0	80,0	2,4				
Z zasobami prognosty- cznymi D <sub>2</sub>	15	do 1000	4,0	3,0			60,0	1,8		
Z zasobami potencjal- nymi E	4	do 170	2,45	4,6					9,83	0,45
Razem	39				80,0	2,4	60,0	1,8	9,83	0,45



i, D<sub>2</sub> 15 km<sup>2</sup>. Pozostałe parametry niezbędne do obliczeń, przyjęto następująco:

- miąższość rudy 2,00 m, tj. minimalna miąższość złoża zgodna z kryteriami bilansowości;
- gęstość przestrzenna rudy 2,1 t/m<sup>3</sup>, tj. taka, jaką w dotychczasowej praktyce dokumentacyjnej przyjmuje się dla rud pozabilansowych;
- zawartość metali w rudzie /w % wagowych/ 3% dla obu metali /Zn i Pb/ łącznie. Przyjmuje się, że proporcja między cynkiem a ołowiem wynosi około 2:1 przez analogię do podobnej proporcji Zn : Pb w rudach rejonu olkuskiego i zawierciańskiego łącznie.

Wyniki obliczenia zasobów perspektywicznych przedstawiono w tabeli 22.

Rudom cynku i ołowiu towarzyszą wyższe zawartości kadmu i srebra. Kadm stanowi domieszkę w minerałach cynku, natomiast srebro w galenie. Łączne zasoby perspektywiczne srebra w Polsce występujące w rudach miedzi /tab. 20 i 21/ oraz w rudach cynku i ołowiu /tab. 23/ przedstawiono w tabeli 2.

T a b e l a 23

Zasoby perspektywiczne kadmu i srebra w rudach cynku i ołowiu triasu śląsko-krakowskiego

Domieszki w zasobach	Kadm		Srebro	
	średnia zawartość w g/t	zasoby w tys. t	średnia zawartość w g/t	zasoby w tys. t
prognostycznych D <sub>1</sub>	140	11,200	7,0	0,560
prognostycznych D <sub>2</sub>	140	8,400	7,0	0,420
potencjalnych E	240	2,400	77,0	0,070
Razem		22,000		1,050

W celu określenia zasobów prognostycznych kadmu i srebra przyjęto ich zawartość w zasobach prognostycznych rud cynku i ołowiu w ilości około 140 g Cd i 7 g Ag na tonę rudy, proporcjonalnie do zawartości oznaczonych przez laboratoria Instytutu Geologicznego w rudach bilansowych z północnej części złoża Zawiercie i ze złoża Gołuchowice. Obliczone zasoby prognostyczne Cd i Ag przedstawiono w tabeli 23.

Zasoby potencjalne E. Do kategorii tej zaliczono zasoby złoża Miotek - Zielona. Złoże to jest położone na obszarze objętym ochroną

z uwagi na jego duże znaczenie hydrogeologiczne. Występujące w obrębie tego obszaru triasowe poziomy wodonośne stanowią zbiornik wód podziemnych ważny dla zaopatrzenia w wodę województwa katowickiego. Ze względu na te warunki dotychczasowy stan rozpoznania złoża jest uznany za niewystarczający, a zasoby zaliczono do potencjalnych.

Wnioski dotyczące dalszych badań:

1. Na obszarze z zasobami prognostycznymi  $D_1$  prowadzi się:
  - na północ od złoża Zawiercie oraz między złożami rejonu olkuskiego i zawierciańskiego rozpoznanie stwierdzonych ciał rudnych w celu udokumentowania ich w kategorii  $C_2$ ,
  - prace zmierzające do wykrycia nowych ciał rudnych w pozostałej części obszaru o zasobach w kategorii  $D_1$ .
2. Prace poszukiwawcze prowadzone na obszarze z zasobami prognostycznymi  $D_2$  zmierzają do wydzielenia w nich obszarów z zasobami  $D_1$ .
3. W celu lepszego zobrazowania budowy geologicznej obszaru, a w konsekwencji wykrycia i okonturowania nowych ciał rudnych, wyniki uzyskiwane z prowadzonych badań powinny być opracowywane w formie sukcesywnie sporządzanych i na bieżąco aktualizowanych map, takich jak:
  - geologiczna odkryta /bez utworów czwartorzędowych/,
  - stropu wapienia muszlowego,
  - stropu, spagu i miąższości dolomitów kruszczonośnych,
  - stropu dolnego triasu,
  - litologiczna utworów niższego pstręgo piaskowca,
  - stropu podłoża triasu,
  - zasięgu dolomitów kruszczonośnych z uwzględnieniem stref zmienności ich chemizmu,
  - rozmieszczenia mineralizacji kruszczowej z uwzględnieniem aureol rozproszenia,
  - wynikowe badań geofizycznych.

### 2.2.3. Rudy cyny

Maria LINDNER

#### 2.2.3.1. Rudy cyny w osłonie granitu Karkonoszy

Obszarem potencjalnym, dla którego przeprowadzono analizę prognostyczną na podstawie badań geochemicznych, geofizycznych i zdjęcia geologiczno-złożowego w skali 1:10 000, jest strefa kontaktowa granitu Karkonoszy ze wschodnią osłoną metamorficzną.

Obszarem prognostycznym występowania skarnowo-grejszenowego typu okruszczenia są rudy cyny, wolframu i metali rzadkich, występujące w strefie kontaktowej między Miedzianką na północy i Czarnowem na południu, w obrębie województwa jeleniogórskiego /fig. 18/.

Na obszarze badań wyróżnia się górnowestfalski granit karkonoski, serię staropaleozoiczną i utwory prekambryjskie.

Wschodnie obrzeżenie granitu Karkonoszy - Rudawy Janowickie, są zbudowane z granitu równoziarnistego. Południowa część Rudaw Janowickich w pobliżu wewnętrznego kontaktu granitu karkonoskiego z osłoną metamorficzną jest zbudowana z aplogranitów i aplogranitów porfirowych.

W serii staropaleozoicznej /kambr - sylur/ wydziela się /J. Oberc, 1960/ serię młodszą - fyllity i zieleńce ordowiku oraz starszą - amfibolity /miejscami facja glaukofanowa/. Seria kambryjsko-sylurska, tzw. seria Niedamirowa /J. Szałamacha i M. Szałamacha, 1958/ składa się z zieleńców, metabazytów, kwarcytów grafitowych, wapieni i skał wapienno-krzemianowych /marmury i hornfelsy/, łupków kwarcowo-albitowych, łupków kwarcowo-żyszczykowych, fyllitów serycytowo-chlorytowych i kwarcytów serycytowych.

Utwory prekambryjskie /J. Oberc, 1960/ tworzą strefę wewnętrzną łupkowo-gnejsową i zewnętrzną amfibolitowo-gnejsową. W strefie pierwszej przeważają łupki żyszczykowe z granatem, turmalinem i zmienną ilością skaleni. Występują tu wkładki skał wapienno-krzemianowych, marmurów, amfibolitów, łupków grafitowych i kwarcytów oraz grupa gnejsów kowarskich. W drugiej strefie dominują amfibolity, produkty granityzacji amfibolitów /gnejsy hornblendowe/, produkty kataklazy i diaktorazy amfibolitów właściwych i powstałych z nich gnejsów /skały kwarcowo-chlorytowe, łupki serycytowe, łupki pirytonośne/.

Na trzech odcinkach strefy kontaktowej stwierdzono obecność grejszenów, a między granitem a marmurem dolomitycznym obecność skarnów. Są to głównie skały wapienno-krzemionkowe złożone z diopsydu, augitu diopsydowego, aktynolitu, epidotu.

Rozwój metalogeniczny wschodniej osłony rozpoczął się w proterozoiku wulkanizmem inicjalnym, z którym jest związane powstanie złóż ekshalacyjno-osadowych w Kowarach i Wieściszowicach. Z orogenezą waryscyjską na omawianym obszarze jest związana formacja miedzi /Miedzianka/, arsenu /Czarnów/ i uranowo-polimetaliczna /Kowary - Podgórze/ oraz przejawy mineralizacji siarczkowej w granicie.

W wyniku przeprowadzonych badań stwierdzono:

a. Obecność okruszczonych grejszenów i skarnów w strefie kontaktowej na znacznym obszarze.

b. Anomalie zawartości cyny i wolframu w glebie okolic Miedzianki na północy i Czarnowa na południu /do 1000 g/t Sn, 40-300 g/t W/.

c. Cynononość grejzenów i skarnów. W grejzenach średnie zawartości wynoszą: 30 g/t Sn, 500-1000 g/t F, 100-300 g/t Li, 40 g/t W w strefie północnej /rejon Miedzianki/ oraz 30 g/t Sn, 100-1000 g/t F, 100-500 g/t Li, 40 g/t W w strefie południowej /rejon Czarnowa/; punktowo zawartość Sn dochodzi do 1,65%. W skarnach średnie zawartości wynoszą: 150 g/t Li, 500 g/t Ni, 50 g/t Co, 40 g/t W w okolicy Rędzin /kopalnia marmurów dolomitycznych/ oraz 620 g/t Sn, 800 g/t As, 2% Pb w okolicy Czarnowa.

d. Występowanie wśród minerałów ciężkich aluwiiów kasyterytu, scheelitu, wolframu, topazu i turmalinu oraz granatów.

e. Pola anomalnych zawartości cyny i wolframu w glebie oraz punkty mineralizacji Sn-W wiążące się przestrzennie i genetycznie z obszarem występowania grejzenów i skarnów oraz lokalizujące się w polach rudnych złóż siarczkowych Miedzianka i Czarnów.

Różnorodność okruszczowania złóż siarczkowych Miedzianka i Czarnów oraz przejawów mineralizacji wykrytych badaniami geochemicznymi i anomalii geochemicznych wskazuje, że zmienność asocjacji mineralnych i temperatura ich krystalizacji wiążą się z pulsacyjnym dopływem porcji roztworów kruszczonych i z tektoniką. W obrębie pól anomalnych istnieją uskoki o kierunku E-W i NW-SE przecinające zarówno strefy okruszczowane, jak i skarny oraz grejzeny.

Nie ustalono zasobów perspektywicznych ze względu na brak rozpoznania węglębnego zasięgu okruszczowanych grejzenów i skarnów. Przepuszczalny zasięg pionowy wynosi 200-500 m przy zawartości 30-1,1% g/t Sn. Dość istotne znaczenie dla dalszych prac rozpoznawczych w rejonie badań ma głębokość występowania granitu pod skałami osłony. Powierzchnia obszaru perspektywicznego wynosi około 3 km<sup>2</sup>. Przewiduje się rozpoznanie obszaru perspektywicznego wierceniami o zróżnicowanej głębokości oraz rowami i szybikami.

Maria SZALAMACHA

#### 2.2.3.2. Rudy cyny Gór Izerskich

Jedynie złożowe koncentracje i przejawy mineralizacji cynowej w Polsce są znane dotychczas w Zachodnich Sudetach, na obszarze bloku karkonosko-izerskiego. Polska część bloku karkonosko-izerskiego obejmuje obszar około 1600 km<sup>2</sup>. W strukturze tej występują 3 kompleksy skalne:

1. Granit karkonoski zajmuje centralną część bloku. Forma i kontakty termiczne oraz drobne żyłowe intruzje w skały osłony wskazują na intruzywny charakter jego powstania. Oznaczenia wieku bezwzględne da-

tują go na 299 mln lat /T. Depciuch, J. Lis, 1971/, na posttektoniczny charakter intruzji zwraca uwagę G. Möbus /1956/.

2. Silnie zmetamorfizowany regionalnie, w dużym stopniu zgranityzowany i stektonizowany metamorfik izerski i wschodniokarkonoski łupkowo-gnejsowo-granitowy i granodiorytowy stanowi północną i południowo-wschodnią okrywę granitu karkonoskiego.

3. Zmetamorfizowany głównie w facji zieleńcowej, staropaleozoiczny kompleks fyllitowo-zieleńcowy z łupkami kwarcowo-albitowymi, wapieniami krystalicznymi, lokalnie dolomitami i skarnami /seria Niedamirowa/ kontaktuje od wschodu z granitem karkonoskim. Z serią Niedamirowa kontaktuje tzw. seria Leszczyńca, w skład której wchodzi amfibolity, łupki chlorytowe, chlorytowo-kwarcowe /kataklazyty/ i gnejsy albitowe /J. Szałamacha, M. Szałamacha 1958, 1968/. Skałom tej serii niektórzy autorzy przypisują cechy formacji spilitowo-diabazowej /W. Narębski 1968, J. H. Teisseyre 1968/.

Brak dotychczas bezpośrednich wskaźników geochemicznych do uznania granitu karkonoskiego jako obszaru o zasobach prognostycznych cyny. Istnieją tylko przesłanki pośrednie w postaci śladowych przejawów mineralizacji Sn-W w wielu miejscach w osłonie metamorficznej granitu. Nie można jednak wykluczyć możliwości istnienia w głębszych poziomach cynonowych granitów wykształconych w podobny sposób jak w Górach Kruczkowych.

W metamorfiku izerskim /fig. 19/ występują cztery pasma łupkowe /łupki serycytowo-chlorytowo-kwarcowo-kwarcytowe/. Z najdłuższym z nich, tzw. Pasmem Kamienieckim, są związane złoża i przejawy mineralizacji cynowej zaliczone do formacji kasyterytowo-chlorytowej i siarczokowej. Przejawy tej mineralizacji znane są na odcinku długości około 20 km. Udokumentowane złożo cyny znajduje się w okolicy Gierczyna /T. Kłos, 1957/. Związek tego typu złoża z granitem karkonoskim nie został dowiedziony. Co do ich genezy istnieją dwa przeciwstawne poglądy. Część autorów uważa, że są to typowe złoża hydrotermalne związane z granitem /S. Jaskólski, K. Mochnačka, 1957; E. Konstantynowicz, 1957; H. Chylińska, R. Sałaciński, 1964/, część natomiast uzasadnia, że są to zmetamorfizowane złoża osadowe /S. Jaskólski, 1963, M. Szałamacha, 1967; M. Szałamacha, J. Szałamacha, 1974/.

W kolejnym paśmie łupkowym, silnie rozczłonowanym w okolicach Mirska - Gierałtówka /Martwy Kamień/, są znane przejawy mineralizacji scheelitowo-wolframitowej, topazowej i w minimalnym stopniu kasyterytowej związanej z grejzenami kwarcowo-topazowo-turmalinowymi /Ł. Karwowski, 1973/.

Na obszarze występowania gnejsów i granitów izerskich stwierdzono /J. Kanasiewicz, M. Jęczmyk, H. Sylwestrzak, 1970/ anomalie szlichowe /11/ o zawartościach 45-334 g/m<sup>3</sup> Sn /kasyteryt w paragenezie z schee-

litem, topazem i turmalinem/. W okolicy Leśnej w aluwium potoku Brusznik w dolnym jego odcinku na długości 2,4 km, przy szerokości doliny 100-200 m, odkryto i udokumentowano znaczne koncentracje kasyterytu. Obliczone dla tego obszaru zasoby kasyterytu wynoszą 84,8 t. Zasoby te nie mają znaczenia przemysłowego. Jednakże ilość ta wskazuje, że w zlewni tego potoku istnieje źródło kasyterytu zasilaające aluwia i nie jest to tylko przypadkowa koncentracja minerałów ciężkich z otaczających gnejsów. Charakter mineralogiczny kasyterytu wyklucza też jego związek z kasyterytem z obszaru Pasma Kamienieckiego. W rejonie Świecia rozpoznano obszar wokół anomalii szlichowej potoku Brusznik dwoma otworami do głębokości 190-200 m. W otworach tych stwierdzono anomalne zawartości cyny /do 1250 g/t/. Anomalie te, zdaniem J. Kanasiewicza, M. Jęczmyk, T. Wątkowskiego /1974/ wskazują, że w obu otworach natrafiono na pierwotne aureole rozproszenia cyny, związane prawdopodobnie z głębiej występującym ciałem rudnym. W wyniku dotychczasowego, dość pobieżnego rozpoznania strefy egzokontaktu granitu, stwierdzono w okolicach Szklarskiej Poręby /A. Kozłowski, Z. Karwowski, 1975/ mineralizację W-Sn-Mo z siarczkami /pirotyn-chalkopiryt-sfaleryt/, w okolicy Rozdroża Izerskiego /J. Szałamacha, M. Szałamacha, 1966/ przejawy mineralizacji fluorowo-borowej, a ponadto śledzono duże nagromadzenia turmalinu w gnejsach izerskich.

W strefie egzokontaktu granitu z wachodnią oszoną granitu karkonoskiego /seria Niedamirowa/ stwierdzono również występowanie grejzenów o zawartości: 30 g/t Sn, 500-1000 g/t F, 100-200 g/t Li /maksymalnie do 500 g/t/, a poniżej grejzenów i skarnów w zdjęciu szlichowym: kasyteryt, scheelit, topaz, turmalin oraz w glebowym: anomalne ilości Sn do 1000 g/t i W od 100 do 300 g/t /H. Chilińska, M. Lindner, 1976/.

Wymienione przejawy mineralizacji Sn-W-Mo, prawdopodobnie poza obszarem Pasma Kamienieckiego, wskazują na możliwość ich złożowych koncentracji i związek z granitem karkonoskim, mimo że dotychczasowe badania geochemiczne występujących na powierzchni odmian granitów nie upoważniają do stwierdzenia, że jest to granit cynonośny.

Analiza prognostyczna. W łupkach łyszczykowo-chlorytowo-kwarcowych Pasma Kamienieckiego w obrębie metamorfiku izerskiego były okresowo eksploatowane rudy cyny i kobaltu w Gierczynie i Przeczniczy. W latach 1958-1964 stwierdzono wierceniami złożowe koncentracje kasyterytu w rejonie Czerniawy Zdroju /H. Chilińska i R. Sałaciński, 1964/, a w latach 1968-1969 w czynnym kamieniołomie w Krobicy /M. Szałamacha, 1969/. Przejawy mineralizacji cynowej prześlędzono też we wachodniej części Pasma Kamienieckiego w okolicach Małej i Starej Kamienicy /M. Szałamacha, 1967/. W ten sposób nieomal w całym Pasmie Kamienieckim w granicach Polski stwierdzono przejawy mineralizacji cynowej, z tym że złożowe koncentra-

cje grupują się w rejonie Gierczyna na odcinku długości 3 km, Czerniawy Zdroju 1 km i Krobicy około 1 km. Między tymi obszarami występują 3 odcinki o łącznej długości 7-8 km z licznymi starymi wyrobiskami górniczymi i starą kopalnią kobaltu w Przeczniczy.

W łupkach Pasma Kamienieckiego wyodrębnić można 3 człony litologiczne zgodne z rozciągłością łupków: północny, środkowy i południowy. Człon środkowy jest typowy dla koncentracji kasyterytu i siarczków Cu, Co, Ni. W nim grupują się dotychczasowe wyrobiska górnicze. Stanowi on ciągły poziom litofacjalny o typowych paragenezach mineralnych na odcinku długości około 20 km, szerokości 100-200 m /około 300-400 m od północnego kontaktu łupków z gnejsami izerskimi/. Jego profil na powierzchni zbadano szczegółowo w łomie w Krobicy. Stwierdzono, że nie odbiega on od stref rudnych opisywanych w miejscowościach Gierczyn, Czerniawa i Nové Město /CSRS/.

W profilu w Krobicy stwierdzono 2 strefy rudne zgodne z biegiem i upadem łupków /350-360/60-65°/ na odcinku 130 m długości, w strefie 80-100 m szerokości. Miąższość stref rudnych 1,0-7,0 m, średnio 4,0 m, odległość między nimi 30-40 m, zawartość cyny 0,01-1,4% w próbkach bruzdowych długości 20 cm. Średnia zawartość cyny w obu strefach i kolejno śledzonych profilach wynosi 0,18-0,23%, maksymalnie 0,26% Sn. Formą złoża są zgodne z rozciągłością łupków ławice, ulegające miejscami rozszerzeniu lub zwężeniu do zaniku włącznie, często poprzesuwane uskokami poprzecznymi.

Z dotychczasowych badań geologiczno-złożowych, kartograficznych, zdjęcia metalometrycznego i szlichowego wynika, że wzdłuż całego Pasma Kamienieckiego istnieje możliwość udokumentowania złożowych koncentracji rud cyny. W związku z tym Instytut Geologiczny przedłożył do zatwierdzenia projekt poszukiwań cyny w osłonie metamorficznej granitu karkonoskiego. Zadania geologiczne zawarte w projekcie są następujące:

1. Wykonanie dokumentacji geologicznej w kategorii C<sub>2</sub> złóż rud cyny na obszarze Krobicy, Gierczyna i Czerniawy Zdroju.
2. Szczegółowe powierzchniowe rozpoznanie cynonośności obszarów między rejonami Czerniawa - Krobica, Krobica - Gierczyn i Przecznicza - wzgórze bazaltowe.
3. Szczegółowe rozpoznanie rudonośności wschodniej części Pasma Kamienieckiego.

Dla pozostałego obszaru izerskiego przewiduje się:

4. Szczegółowe rozpoznanie anomalii szlichowych.
5. Szczegółowe rozpoznanie obszaru występowania skał grejzenowych z mineralizacją Sn-W w rejonie Unięcica - Kamień - Rębiszów.

W toku jest także wstępne rozpoznanie południowo-wschodniej części okrywy granitu karkonoskiego /seria Niedamirowa/.

Zasoby prognostyczne  $D_1$ ,  $D_2$ . Na obszarze bloku karkonosko-izerskiego do kategorii zasobów prognostycznych zaliczono tylko poziom litofacjalny /fig. 20/, typowy dla koncentracji kasyterytu i mineralizacji siarczkowej w obrębie Pasma Kamienieckiego /człon środkowy - M. Szałamacha, J. Szałamacha, 1974/. Podstawą do wydzielenia tego obszaru są:

- skartowany poziom litofacjalny na niemal całej długości występowania łupków tego pasma,
- stare kopalnie i wyrobiska rud cyny w okolicach Gierczyna, Czerniawy Zdroju, Kotliny i Przeczniczy,
- udokumentowane złożo cyny Gierczyn /T. Kłos, 1957/ i Nové Město /CSRS/,
- odkryte rudy cyny w czynnym kamieniołomie w Krobicy,
- wyniki zdjęcia geochemicznego i szlichowego,
- wyniki badań geofizycznych.

Na podstawie tych materiałów przyjęto do obliczenia zasobów następujące podstawowe parametry złożowe:

- dwie równoległe strefy rudne, każda o szerokości 4 m,
- głębokość 250 m /dotychczasowe wyrobiska i wiercenia do 94 m i około 200 m/ dla zasobów  $D_1$  w rejonie Czerniawy Zdroju, Krobicy i Gierczyna i 500 m dla zasobów  $D_2$  na tych samych obszarach /jako podstawę przyjęto rozpoznanie złoża Nové Město/.

W kategorii  $D_2$  /fig. 20/ uwzględniono też obszary przewidziane w pierwszym etapie do rozpoznania powierzchniowego. Przez analogię do rejonów Gierczyna, Krobicy i Czerniawy przyjęto do obliczeń te same parametry złożowe. Ze względu na brak wyników wzbogacania rudy oraz procesu hutniczego odzysku metalu z rudy, podano w tabeli 24 przybliżone zasoby prognostyczne dla obszaru Pasma Kamienieckiego.

Zasoby potencjalne E. Do kategorii tej zaliczono zasoby występujące na obszarze bloku karkonosko-izerskiego. Dotychczasowe wyniki badań wskazują na możliwość istnienia złożowych koncentracji Sn-W i ewentualnie Mo w strefie egzokontaktu granitu, w rejonie stwierdzonych anomalii szlichowych i geochemicznych /fig. 19/ oraz w strefie ewentualnych kopuż granitowych sugerowanych przez J. Kotowskiego /1972/ na podstawie analizy tektonicznej żył i brekcji kwarcowych w rejonie Barcinek - Pasiecznik - Chmielęń. Teoretycznie bowiem nie można wykluczyć rozwoju /w obrębie utworów metamorficznych, metasomatycznych/ procesów prowadzących do powstania granitów, leukogranitów i skał grejzenowych oraz związanych z nimi koncentracji kasyterytu i minerałów towarzyszących.



T a b e l a 24

Zasoby prognostyczne złóż rud cyny Pasma Kamienieckiego

Symbol na fig.20	Obszar	Powierzchnia <sub>2</sub> w km <sup>2</sup>	Zasoby prognostyczne w mln t		Główne parametry złożowe		
			D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	głębokość w m	średnia zawartość Sn w %	średnia miąższość całej strefy w m
Cz. I	Czerniawa Zdrój	0,0088	5,72		250	0,2-0,25	100-200
K. I	Krobica	0,0076	4,94		250	0,2-0,26	100-150
G I	Gierczyn	0,0236	15,30		250	0,2-0,26	100-150
Cz. I	Czerniawa Zdrój			5,72	500	0,2-0,26	100-200
K I	Krobica			4,94	500	0,2-0,26	100-150
G-I	Gierczyn			15,30	500	0,2-0,26	100-150
Cz-K II	Czerniawa Zdrój - Krobica	0,0320		41,60	500	0,2-0,26	100-200
K-G II	Krobica - Gierczyn	0,0088		10,40	500	0,2-0,26	100-120
G-P II	Gierczyn - Przecznicza	0,0216		28,00	500	0,2-0,26	100-150
Razem rudy			25,96	105,96			

Wnioski dotyczące dalszych badań. Rozpoznanie obszarów o zasobach prognostycznych D<sub>1</sub> i D<sub>2</sub> jest przewidziane projektem pt.: Poszukiwanie złóż rud cyny w osłonie metamorficznej granitu karkonoskiego /H. Chylińska, M. Jęczmyk, J. Kanasiewicz, M. Szałamacha 1975/, zatwierdzonym do realizacji przez Prezesa CUG na lata 1975-1981.

W ramach współpracy z CSRS opracowano mapę szlichową metamorfiku izerskiego. Przewiduje się także opracowanie mapy litochemicznej: w pierwszym etapie metamorfiku izerskiego, a w dalszym etapie podobne mapy granitu karkonoskiego i południowo-wschodniej okrywy granitu Karkonoszy. Prace te będą podstawą do zaprojektowania głębokich wierceń strukturalnych. Dwa takie wiercenia zatwierdzono do realizacji w ramach Modelu przestrzennego Sudetów /M. Szałamacha, J. Szałamacha, M. Rydzewski 1970/. Rozpatrywana jest także możliwość rozpoznania wgłębnego anomalii cynowych w południowo-wschodniej osłonie granitu karkonoskiego.

Zasoby prognostyczne cyny wynoszą w kategorii D<sub>1</sub> - 59,80 tys. t, a w D<sub>2</sub> - 243,80 tys. t.

Jerzy KANASIEWICZ

## 2.2.4. Rudy toru i pierwiastków ziem rzadkich

Rejon Szklarskiej Poręby. Koncentracje pierwiastków ziem rzadkich i toru są znane na terenie Szklarskiej Poręby Dolnej /fig. 21/. Występują one w obrębie pasma hornfelsów Wysokiego Grzbietu w Górach Izerskich /Sudety Zachodnie/i są związane z działalnością pneumohydrotermalną, w wyniku której skały występujące w strefie kontaktowej z granitem karkonoskim zostały zmetamorfizowane tworząc hornfelsy. Ciała rudne składają się z hornfelsów andaluzytowo-kordierytowych, zbiotytizowanych, przeciętnych apofizami granitu biotytowego średnio- i gruboziarnistego. Mają one kształt nieregularnych soczew o rozciągłości zbliżonej do równoleżnikowej i prawie pionowe upady. Ich długość waha się w granicach 50-100 m, przy miąższości od kilku do kilkunastu metrów. Wiekowo mineralizacja związana jest z końcowymi etapami magmatyzmu waryscyjskiego.

W okolicy Szklarskiej Poręby Dolnej zlokalizowano trzy ciała rudne o zasobach prognostycznych  $D_1$ .

Ze względu na brak kryteriów bilansowości przyjęto dolną zawartość bilansową dla toru 0,015%  $ThO_2$ , a dla sumy pierwiastków ziem rzadkich 0,150%  $TR_2O_3$ . W konturze ciał rudnych średnie zawartości toru wahają się od 0,02% do 0,04%  $ThO_2$ , a pierwiastków ziem rzadkich od 0,30% do 0,50%  $TR_2O_3$ . Mineralami użytecznymi są tu: monacyt, ksenotym, cyrkon i toryt, tworzące ziarna o średnicy poniżej 0,15 mm. W tabeli 25 zestawiono zasoby pierwiastków ziem rzadkich i toru zaliczone do kategorii  $D_1$ .

T a b e l a 25

Zasoby prognostyczne  $D_1$  pierwiastków ziem rzadkich i toru

Dane	Ciało rudne 1	Ciało rudne 2	Ciało rudne 3	Razem
Zasoby rud w t	64,368	17,300	11,600	93,268
Średnia zawartość $ThO_2$ w %	0,0252	0,0233	0,0397	-
Średnia zawartość $TR_2O_3$ w %	0,307	0,290	0,496	-
Zasoby toru w t	16,2	4,0	4,6	24,8
Zasoby pierwiastków ziem rzadkich / $TR_2O_3$ / w t	197,4	50,2	57,5	305,1

Przez analogię do odcinka rozpoznanego w Szklarskiej Porębie Dolnej, wytypowano obszar występowania zasobów prognostycznych  $D_2$  w obrębie całego pasma hornfelsów Wysokiego Grzbietu /fig. 21/. Obszar ten ciągnie się pasmem szerokości 300-500 m i długości około 17 km. W obrębie wyznaczonego obszaru są spodziewane zasoby rud TR-Th rzędu 150 t  $ThO_2$  i 1500 t  $TR_2O_3$ .

Rejon Markocice - Bogatynia. Mineralizacja pierwiastkami ziem rzadkich i torem na terenie Bogatyni /fig. 22/ występuje w strefie tektonicznej tnącej skały metamorficzne bloku izerskiego, reprezentowane głównie przez gnejsy słojuowo-oczkowe i granity izerskie /rumburskie/.

Obszar występowania zasobów prognostycznych obejmuje strefę szerokości około 50-70 m, ciągnącą się w kierunku NNE na długości około 500 m. W obrębie tego obszaru występują anomalie promieniotwórczości gamma. Rozpoznano je wstępnie rowami poszukiwawczymi. Mineralizacja jest związana ze strefami feldspatyżacji, rozwiniętymi wzdłuż uskoku o kierunku SSW-NNE. Charakter jej wskazuje na genezę hydrotermalną, wysokotemperaturową. Brak jest dotychczas danych do wiązania przejawów hydrotermalnych z określoną orogenezą tektoniczno-magmową.

Minerałami użytecznymi jest toryt i bliżej nie zidentyfikowane fosforany pierwiastków ziem rzadkich. Zawartość toru w próbkach bruzdowych stref zmineralizowanych dochodzi do 1,54%  $ThO_2$ , średnio 0,6%  $ThO_2$ , a pierwiastków ziem rzadkich do 1,55%  $TR_2O_3$ , średnio 0,20%  $TR_2O_3$ .

Na podstawie wstępnych danych zasoby prognostyczne  $D_2$  rud toru i pierwiastków ziem rzadkich w wyznaczonej strefie ocenia się na 75 000 t, w tym zasoby toru na około 450 t  $ThO_2$  i pierwiastków ziem rzadkich na 150 t  $TR_2O_3$ .

Łączne zasoby toru w Polsce wynoszą w kategorii  $D_1$  0,0248 tys. t i w  $D_2$  0,600 tys. t. Zasoby pierwiastków ziem rzadkich oceniono w kategorii  $D_1$  na 0,305 tys. t i w  $D_2$  na 1,650 tys. t /tab. 2/.

Stanisław KUBICKI

#### 2.2.5. Rudy arsenu

Rudy arsenu występują w Sudetach w złożu Żłoty Stok w skałach wapienno-krzemianowych wśród serii skał metamorficznych. Minerałami arsenu są łöllingit i arsenopiryty, którym towarzyszy magnetyt, piryty, chalkopiryty, ślady galeny, sfalerytu, antymonitu i domieszki złota.

Złożo ma formę sztokwerkową lub gniazdowo-szczelinową. W XIII-XIV w. eksploatowano początkowo złoto, a w XVIII w. głównie arsen.

W 1961 r. eksploatacji zaniechano ze względu na wyczerpanie bogatych części złoże i małą zawartość towarzyszącego złota.

Żyłowe nagromadzenie arsenopiryty występuje w Czarnowie we wschodniej okrywie granitu Karkonoszy, gdzie obok arsenopiryty stwierdzono obecność galeny, sfaleryty, chalkopiryty, piryty, pirotynu i antymonitu. Do 1925 r. złoże zostało wyeksploatowane.

Kazimierz PIEKARSKI

#### 2.2.6. Rudy polimetali w utworach staropaleozoicznych północno-wschodniego obrzeżenia GZW

Obszar krakowsko-częstochowski, interesujący dotychczas ze względu na złoże cynku i ołowiu występujące w utworach triasu, w wyniku przeprowadzonych prac wiertniczych stał się także obszarem perspektywnym występowania złóż ród metali w utworach paleozoiku.

Paleozoik na tym obszarze jest przykryty osadami mezozoiku o miąższości około 100-800 m. Cechuje go skomplikowana budowa geologiczno-strukturalna. Na obszarze tym wyróżniono utwory piętra kaledońskiego i warycyjskiego. Piętro kaledońskie uformowało się w warunkach eugeosynklynalnych. Występują w nim utwory kambru, ordowiku i syluru, a w piętrze warycyjskim utwory dewonu i karbonu dolnego. Skały staropaleozoiczne odsłaniają się w jądrach antyklin warycyjskich. Przebieg i zasięg eugeosynkliny nie jest jeszcze dokładnie znany. Na podstawie wyników wierceń i badań geofizycznych ustalono, że kierunki struktur staropaleozoicznych mają przebieg z NW ku SE co pozwala przypuszczać, że eugeosynklynalny basen łączył się w kierunku południowym pod Karpatami z Kaledonidami Wschodnich i Zachodnich Karpat, natomiast w kierunku północnym przez obszar Wielkopolski z Kaledonidami Skandynawii. Od południowego zachodu prawdopodobnie był ograniczony masywem centralnym, dziś pogrzebanym pod Górnośląskim Zagłębiem Węglowym. W kierunku północno-wschodnim basen eugeosynklynalny sięgał prawdopodobnie do środkowej części niecki miechowskiej. Obszar wschodniego skrzydła niecki miechowskiej przedstawiał zapewne w tym okresie strukturę geoantyklinalną, nazwaną masywem małopolskim.

Rozwój geosynklynalny starszego paleozoiku obszaru krakowsko-częstochowskiego może wskazywać na możliwość występowania złóż kruszców różnych formacji. W otworach wiertniczych stwierdzono skały magmowe oraz ślady okruszcowania miedziowego i cynkowo-ołowiowego w sylurze, co może wskazywać na istnienie formacji osadowo-wulkanicznej.

Cykl sedymentacyjny i diastroficzny starszego paleozoiku może być odtworzony tylko w przybliżeniu w związku z niepełnym udokumentowaniem stratygraficznym warstw. Tylko górny sylur /ludlow/ ma faunistyczną dokumentację. Próby wydzielenia utworów od nich starszych, których obecność się przyjmuje, opierają się głównie na kryteriach litologicznych w nawiązaniu do skał kambru, ordowiku i syluru poznanych w obszarach sąsiednich /Góry Świętokrzyskie, Sudety/. Nie jest również możliwe zastosowanie stratyfikacji, gdyż utwory starszego paleozoiku są nawiercane bezpośrednio pod różnymi ogniwami mezozoiku.

Na obszarze krakowsko-częstochowskim osady kambru są słabo poznane i nie mają dokumentacji paleontologicznej. Przypuszczalnie do kambru należy zaliczyć serię mułowców i iłowców z przewarstwieniami piaskowców kwarcytowych, poznaną z kilku otworów w okolicach Olkusza, Pilicy i Myszkowa. Miąższość tych utworów nie jest jeszcze znana. Prawdopodobnie jest ona zbliżona do miąższości utworów kambru w Górach Świętokrzyskich i Sudetach /1300-1500 m/.

Utwory ordowiku i syluru wykazują prawdopodobnie ciągłość sedymentacyjną w warunkach głębokowodnych.

W ordowiku rozwinęły się facje typu terygenicznego - serie sphyllityzowanych argilitów, szarogłazów z wkładkami wapieni detrytycznych, litytów oraz serie mułowcowo-piaszczyste z wkładkami zlepieńców. Utwory te powstawały w słabo redukcyjnych warunkach, na co wskazuje niewielka zawartość grafitu. Miąższość utworów ordowiku na badanym obszarze nie jest znana. Na podstawie analogii do obszarów sąsiednich można przyjąć, że dochodzi ona do 2000 m.

Lepiej są rozpoznane utwory syluru. Można w nich wydzielić trzy kompleksy skalne, różniące się wykształceniem litologicznym. Kompleks dolny jest zbudowany z czarnych łupków ilastych i mułowcowych, zawierających wkładki litytów i wapieni oraz diabazów i tufitów. Są to prawdopodobnie utwory wieku landower - ludlow dolny. Czarne zabarwienie łupków oraz obecność pirytu świadczy, że utwory te powstawały w warunkach redukcyjnych. Miąższość tego kompleksu ocenia się na 600-800 m. Kompleks środkowy składa się z serii zielonych lub wiśniowych łupków ilastych z rozproszonym hematytem oraz z wkładkami szarogłazów. Nosi on cechy utworów fliszowych. Miąższość jego ocenia się na 1500-2000 m. Wieku tych skał nie udokumentowano, przypuszczalnie należą one do górnego ludlowu. Kompleks górny jest reprezentowany przez szare, lub czerwone mułowce, piaskowce i zlepieńce, mające cechy utworów molasowych. Zaliczyć je należy przypuszczalnie do downtonu. Osady te kończą cykl sedymentacyjny syluru.

Serie skał staropaleozoicznych, z wyjątkiem skał górnego kompleksu syluru, wykazują objawy słabego metamorfizmu regionalnego.

Przejawy magmatyzmu związane z kaledońskim piętnem strukturalnym są reprezentowane przede wszystkim przez skały wulkaniczne. Stwierdzono tu tufity, diabazy /spilitowe i augitowe/, proterobazy oraz albitofiry, keratofiry i paleodacyty, które utworzyły się pod koniec stadium geosynklinalnego. Skały staropaleozoiczne zawierają liczne żyły, dajki i małe subwulkaniczne intruzje skał typu porfirów i mikrogranitów, które należą już do magmowego cyklu waryscyjskiego. Z przejawami magmatyzmu tego cyklu wiąże się okruszczowanie typu porfirów miedzionośnych.

Na obszarze krakowsko-częstochowskim stwierdzono śladowe przejawy okruszczowania związane z rozwojem facjalnym i diastroficznym /geosynklinalnym/ cyklu staropaleozoicznego.

W skałach ordowiku i syluru występują /zwłaszcza w łupkach ilastych/ przejawy okruszczowania pirytem, chalkopirytem oraz w śladach sfalerytem, bornitem i galeną. Siarczki tworzą tekstury impregnacyjne, warstewkowe, laminowe, żyłowe i romboidalne. Głównym minerałem jest piryt o budowie krystalicznej lub strukturalnej. Tworzy on też niekiedy tekstury masywne. Inne siarczki występują w postaci drobnych, mikroskopowej wielkości wrostków i ziarn. Niski stopień ich przekształtowania oraz miejscami zachowane reliktowe tekstury sedimentacyjne potwierdzają słaby metamorfizm skał. Cechy te wykazują wyraźny związek z facjalnym wykształceniem skał osadowych.

Na związek z facją wskazują także przejawy okruszczowania syderytem i rodochrozytem, stwierdzone w północno-zachodniej części obszaru w okolicy Lubińca, a występujące w dolnym kompleksie utworów syluru. Tekstury węglanów Fe i Mn są oolitowe, konkrecyjne, warstewkowe i smugowe. W asocjacji z opisanymi przejawami okruszczowania występują objawy wulkanizmu podmorskiego /diabazy i tufity/.

Innego typu okruszczowanie stwierdzono w obrębie i otoczeniu przeobrażonych, schlorytyzowanych keratofirów i paleodacytów. Seria okruszczowana wiąże się ze środkowym kompleksem warstw syluru. Występują w niej: sfaleryt, galena, chalkopiryt, piryt i markasyt oraz akcesorycznie bornit i pirotyn. Tekstury siarczków są impregnacyjne, żyłowe i kolumnarowe. Częste są objawy kataklazy dwusiarczków Fe. Skataklastyczne są też wulkanity i skały otaczające.

Zespół minerałów, charakterystyczne tekstury i struktury oraz asocjacja z określonymi skałami wulkanicznymi /keratofiry/ może wskazywać, że opisanie przejawy okruszczowania należą do formacji osadowo-wulkanicznej.

Przejawy okruszczowania stwierdzono w kilku miejscach w skałach staropaleozoicznych obszaru północno-wschodniego obrzeżenia GZW /fig. 23/. Ponieważ dotychczasowe badania nie określiły natężenia i zasięgu stref

okruszczonych, a także ich formy, konieczne jest prowadzenie dalszych prac wiertniczych, geofizycznych i kompleksowych badań geologicznych, które umożliwią szczegółowe rozpoznanie pod tym względem skał paleozoicznych.

Dotychczas uzyskane dane pozwalają uznać ten obszar za perspektywiczny dla występowania być może większych koncentracji kruszców, związanych z geosynklynalną formacją osadowo-wulkaniczną.

Sz szczególnie korzystne do poszukiwań są antyklinalne struktury warwencyjskie, w których, wskutek erozyjnego ścięcia, istnieje możliwość nawiercenia pełnego profilu starszego paleozoiku bezpośrednio pod utworami mezozoicznymi na głębokości 100-800 m.

W obecnym etapie badań nie można jeszcze dokonać oceny zasobów perspektywicznych dla obszaru krakowsko-częstochowskiego. Okruszcowanie miedziowe i cynkowo-olowiane jest związane z formacją osadowo-wulkaniczną. Wydaje się, że zbadane przejawy okruszczenia można wiązać z formacją miedziowo-pyrytową i pyrytowo-polimetaliczną. Ustalono dla nich następujące prawidłowości:

1. Mineralizacja miedziowo-pyrytowa wykazuje zależność od warunków litologiczno-facjalnych. Wzrost koncentracji okruszczowania wiąże się wyraźnie z kompleksami skał ilastych powstałych w warunkach redukcyjnych. Stwierdzono obecność reliktyw tekstur sedimentacyjnych minerałów kruszczowych oraz jednakowy stopień metamorfizmu skał otaczających i mineralizacji kruszczowej. Przestrzennie z mineralizacją tego typu mogą występować przejawy podmorskiego wulkanizmu, a niekiedy i przejawy okruszczowania syderytowo-rodochrozytowego.

2. Dla mineralizacji pyrytowo-polimetalicznej ustalono także przestrzenny związek z przejawami wulkanizmu kwaśnego typu keratofirów. Przypuszczalnie zachodzi tu związek czasowy, gdyż stwierdzono jednakowy stopień stektonizowania okruszczonych wulkanitów i skał otaczających. Wulkanity te są okwarcowane i schlorytzowane, a więc wykazują charakterystyczne dla tego typu okruszczowania przeobrażenia hydrotermalne.

Zygmunt GÓRZYŃSKI, Stefan CEBULAK

#### 2.2.7. Boksyty i inne surowce glinowe

Boksyty i towarzyszące im skały glinonośne występują w utworach karbońskich w Nowej Rudzie na Dolnym Śląsku /fig. 24/ oraz w okolicach Radzyna i Parczewa na obszarze lubelskim /fig. 25/. Do skał glinonosisych zalicza się argility, łupki żelaziste, łupki alitowe towarzyszące

boksytom oraz ility trzeciorzędowe na Dolnym Śląsku. Boksyty i skały glinonośne nadające się do wykorzystania przemysłowego powinny spełniać następujące warunki:

Boksyty - zawartość  $Al_2O_3$  większa od 40%, stosunek wagowy  $Al_2O_3$ :  
: $SiO_2$  większy od 2,6.

Argility przydatne do otrzymywania glinu metodą spiekania - zawartość  $Al_2O_3$  większa od 32%,  $SiO_2$  mniejsza od 39%, stosunek wagowy  $Al_2O_3$  :  $SiO_2$  większy od 0,9.

Skały ilaste /łupki żelaziste, łupki alitowe/ nadające się do produkcji glinu metodą kwasną /S. Bretsznajdera/ - zawartość  $Al_2O_3$  większa od 28%, maksymalna  $Fe_2O_3$  5% oraz  $CaO + MgO$  mniejsza od 3%, a przy produkcji metodą spiekowo-rozpadową /J. Grzymka/ - minimalna zawartość  $Al_2O_3$  30%, maksymalna  $Fe_2O_3$  6%.

Prognozowanie zasobów boksytów i skał glinonośnych przeprowadzono m. in. na podstawie wyżej podanych kryteriów.

Boksyty, argility i łupki żelaziste w rejonie Nowa Ruda - Słupiec. Zasoby tych kopalin zostały udokumentowane w kategorii  $C_2$  w niecce Drogosławia koło Nowej Rudy. Perspektywy ich powiększenia istnieją na obszarze łączącym Nową Rudę ze Słupcem, na którym oceniono znaczną ilość zasobów prognostycznych.

W Nowej Rudzie udokumentowano w kategorii  $C_2$  złoża boksytów, argilitów i łupków żelazistych, które mogą być wykorzystane do produkcji tlenu glinu.

B o k s y t y występują w formie dwóch soczew o długości około 300 m, przy czym miąższość ich wynosi 0,5-8 m. Soczewy te występują na głębokości 200-300 m. Zawartość  $Al_2O_3$  w boksytach wynosi 33-69%,  $SiO_2$  0,5-40%. Głównym minerałem jest diaspor, któremu towarzyszy kaolinit, syderyt i kalcyt.

A r g i l i t y są słabo zmetamorfizowanymi iłokłupkami zawierającymi 36,3%  $Al_2O_3$  i 34,2%  $SiO_2$ . Głównym minerałem jest kaolinit. Miąższość pokładu argilitów wynosi 0,5-18,5 m.

I ł o ł u p k i ż e l a z i s t e mają podobny skład jak argility, zawierają 34%  $Al_2O_3$  i 34%  $SiO_2$  oraz 0,3-30% związków żelaza, głównie syderytu.

Obszary i zasoby prognostyczne boksytów i argilitów w strefie Nowa Ruda - Słupiec. Między Nową rudą a Słupcem występuje na powierzchni masyw gabrowo-diabazowy, który od strony północno-wschodniej jest ograniczony uskokiem Drogosław - Bozków - Łączna. Za uskokiem skały gabrowo-diabazowe znajdują się na głębokości 1000 m, na powierzchni zaś występują utwory czerwonego spągowca. W części południowo-zachodniej na utworach gabrowo-diabazowych leżą skały karbońskie, które zanurzają się pod utwory młodsze pod kątem  $25^\circ$ . Wiek gabra jest prawdopodobnie prote-



rozoliczny. W Nowej Rudzie na skałach gabrowych występuje górnokarbońska zwietrzelina gabrowa, a powyżej niej leżą argility i łupki ilaste z soczewami boksytów. Nad kompleksem skał zwietrzelinowych występują warstwy żaclerskie.

Z analizy prognostycznej wynika, że oprócz Nowej Rudy boksyty i argility występują przypuszczalnie w strefie położonej między Nową Rudą a Słupcem. Wynika to z podobnego profilu utworów na tym obszarze.

Ogólna powierzchnia perspektywiczna wynosi kilkanaście km<sup>2</sup>, przy czym do oceny zasobów przyjęto strefę złoża o powierzchni 4 km<sup>2</sup> występującą do głębokości 500 m. Przyjmując średnią miąższość argilitów 2 m i gęstość przestrzenną 2,7, ogólnie zasoby prognostyczne argilitów i iłożupków żelazistych ocenia się na około 16 mln t /tab. 2/. Mapę prognoboksytów i argilitów między Nową Rudą a Słupcem ilustruje figura 24.

Boksyty i ality w rejonie Radzyna i Parczewa na obszarze lubelskim. Na obszarze lubelskim boksyty i ality występują w spągu utworów dolnokarbońskich. Powstały one w wyniku wietrzenia zasadowych skał krystalicznych występujących w spągu utworów karbońskich. Boksyty i skały alitowe stwierdzono w otworach w rejonie Włodawy /na głębokości 420-610 m/, Międzyrzecza /900 m/ i Łukowa /ponad 1300 m/. Miąższość utworów boksytowo-alitowych wynosi od kilku do 23 m.

Boksyty nadające się do produkcji glinu metodą spiekową stwierdzono tylko w dwóch otworach, o miąższości 2,9 i 1,7 m. Miąższość skał alitowych, które mogą być użytkowane do produkcji materiałów ogniotrwałych /zawartość żelaza poniżej 4%/ wynosi 7,5 m przy zawartości Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + TiO<sub>2</sub> dochodzącej do 43%. Skały te osiągają ogniotrwałość zwykłą rzędu 173-177 sP. Boksyty po oddzieleniu żelaza nadają się do produkcji wysokoglinowych materiałów ogniotrwałych, natomiast skały alitowe mogą być użytkowane do produkcji wyrobów glinokrzemianowych /gatunki Ew, E, Es, Aw, A, As, A, Bu, B, BS, C i D/.

Boksyty i ality należą do typu bemitowo-kaolinitowego z niedużą ilością diasporu. Zawierają one też duże ilości syderytu oraz szarozytu, rzadziej hematytu i pirytu.

Lubelskie złoża boksytów występują w formie pokładów, bądź też gniazd lub kieszeni. Są to złoża laterytowe utworzone w wyniku wietrzenia skał diabazowych i law tufowych, jak również granitów sjenitowych i sjenitów lub łupków metamorficznych i gnejsów, występujących w podłożu paleozoicznej pokrywy platformowej. Pochodzenie materiału ze skał sjenitowych zaznacza się wysoką zawartością Nb, Zr, Ti i Th. Zawartość Zr dochodzi do 0,6%, Th do 100 g/t, Nb do 0,06%. Gęstość lubelskich skał boksytowych wynosi 2,4-2,5 g/cm<sup>3</sup>. Cały obszar możliwego występowania boksytów i alitów wynosi około 360 km<sup>2</sup>. Na tym obszarze skały

boksytowe stwierdzono w 5 otworach, natomiast skały boksytopodobne lub alitowe w 22 otworach spośród 41 wykonanych na całym obszarze.

Na podstawie dotychczasowego rozpoznania można wydzielić obszar o zasobach potencjalnych powierzchni około 300-400 km<sup>2</sup>. Najbardziej interesująca jest seria pstra, w skład której wchodzi skały kaolinitowe, żupki ogniotrwałe i żelaziste, wśród których występują boksyty. Przyjmując miąższość tej serii 2 m, a gęstość 2,5 g/cm<sup>3</sup> oraz przypuszczalną powierzchnię złoża około 50 km<sup>2</sup> /co stanowi 15% powierzchni całego omawianego obszaru/, zasoby potencjalne boksytów i alitów oceniać można na 250 mln t /tab. 2/. Prognozy boksytów i alitów na obszarze lubelskim ilustruje figura 25.

Oprócz obszaru Radzyna i Parczewa do obszarów o zasobach perspektywicznych zalicza się również przyległą od strony południowo-zachodniej strefę struktury kockiej, o szerokości kilku kilometrów oraz długości 80 km. Na obszarze między Dubienką a Strzyżowem boksyty i ality mogą występować na wapieniu dewońskim. Głębokość występowania tych utworów ocenia się na 900-1200 m.

Obszary o zasobach perspektywicznych surowców niskoglinowych na Dolnym Śląsku. Zasoby perspektywiczne na Dolnym Śląsku są związane z obszarem występowania iłów trzeciorzędowych. Iły trzeciorzędowe /mioceńskie/ zajmują dość duże obszary; występują na powierzchni oraz na głębokości do 200 m. Miąższość iłów jest zmienna, w niektórych miejscach ich brak, a miejscami są zaburzone glacitektonicznie. W nadkładzie utworów trzeciorzędowych występują czwartorzędowe gliny zwalowe i płaski ze żwirami o miąższości przeważnie 5 m, a miejscami 100 m.

Iły zawierające podwyższoną zawartość tlenku glinu /Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/ są białe lub szare. Bogatszym w Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> iłom towarzyszą zwykle wkładki węgla brunatnego.

Skład chemiczny iłów:

SiO <sub>2</sub>	53,2-82,2%
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	9,6-33,9%
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,3-10,9%
CaO	0,1-3,6%
MgO	0,0-4,0%
Straty prażenia	2,9-18,1%

Podany wyżej skład chemiczny mają iły eksploatowane dla potrzeb ceramiki budowlanej. Nie odzwierciedlają one w pełni składu mineralnego utworów ilastych występujących w utworach mioceńskich Dolnego Śląska. Wśród iłów trzeciorzędowych notowane są gliny ogniotrwałe i kaoliny o wyższych zawartościach tlenku glinu, sięgające do 40%. Zasoby tych surowców zdaniem O. Gawrońskiego są duże, przy czym znaczne ilości tego surowca występują w nadkładzie węgla brunatnego kopalni w Turoszowie.

Obszary o zasobach perspektywicznych surowców glinowych typu sillimanitowego. Wstępne badania przeprowadzone przez Instytut Geologiczny na terenie Wzgórz Strzelińskich wykazały możliwość uzyskiwania z gnejsów i łupków krystalicznych koncentratu o wysokiej zawartości  $Al_2O_3$  /czysty minerał zawiera 63%  $Al_2O_3$ /. Gnejsy i łupki sillimanitowe są znane w Polsce na Dolnym Śląsku. Z punktu widzenia surowcowego najbardziej interesujący jest obszar w zachodniej części Wzgórz Strzelińskich, zbudowanych z prekambryjskich i staropaleozoicznych gnejsów i łupków krystalicznych zaliczonych do okrywy metamorficznej masywu granitowego Strzelin - Żulowa /fig. 26/. Z próbek pobranych w okolicy wsi Romanów otrzymano koncentrat, który zawiera 93% sillimanitu. Gnejsy i łupki występują na obszarze około 12 km<sup>2</sup>, przy czym ich miąższość wynosi około 50 m.

Gnejsy i łupki sillimanitowe mogą mieć zastosowanie przy produkcji materiałów ogniotrwałych, ale w przyszłości mogą być również wykorzystywane do produkcji glinu.

### 3. KOPALINY CHEMICZNE

#### 3.1. Sole kamienne i potasowo-magnezowe

Zbigniew WERNER, Jadwiga ORSKA

##### 3.1.1. Cechsztyńskie i miocieńskie sole kamienne i potasowo-magnezowe

Złoża soli w Polsce występują w dwóch formacjach: cechsztyńskiej i miocieńskiej. Sole kamienne znane są również w utworach triasu.

Cechsztyńska formacja solonośna zajmuje około 2/3 obszaru Polski /fig. 27/. Jest to wachodnia część ówczesnego wielkiego basenu śródkontynentalnego. W centrum zagłębia, tj. na obszarze Niżu Polskiego, formacja ta występuje na głębokości do kilku tysięcy metrów przykryta grubym płaszczem utworów młodszych, osiągając miąższość do około 1000 m. W miarę przesuwania się do granic, tj. do dawnych brzegów morza cechsztyńskiego, miąższość serii solonośnej stopniowo maleje do około 300 m, a głębokość jej występowania do około 500 m.

Na centralnym obszarze Niżu Polskiego, gdzie seria solna wykazuje największą miąższość i największą głębokość, istniały optymalne warunki do tworzenia się tak zwanych struktur solnych /wysadów/.

Na obszarze Kujaw badaniami geofizycznymi i wiertniczymi odkryto wiele struktur wysadowych, z których zagospodarowano górnictwo cztery:

Inowrocław, Góra, Wapno i Kłodawa. Udokumentowane i rozpoznane w kategorii C są złoża: Mogilno, Lubień, Łanięta i Rogoźno. Wstępnie /geofizycznie i wiertniczo/ rozpoznano natomiast wysady: Damasławek, Izbica Kujawska oraz Bełchatów.

Na północnym obrzeżeniu zagłębia /wyniesienie Łęby/ formacja solonośna leży na utworach sylurskich, z upadem około  $5^{\circ}$  w kierunku NNW-SSE. Rozpoznano tu i udokumentowano część obszaru jako złoża Chłapowo - Mięroszyno, Swarzewo, Zdrada oraz Mechelinki.

Na obszarze monokliny przedsudeckiej i perykliny Żar utwory cech-szyńskie charakteryzuje duża zmienność wykształcenia litologicznego oraz miąższości, która waha się od 200 do 1000 m. Utwory te wraz z pokrywą osadową na monoklinie przedsudeckiej zapadają ku północy i północnemu wschodowi, a na peryklinie Żar ku północnemu zachodowi. Cały kompleks osadowy jest pocięty na bloki kilkoma systemami uskoków. W strefach uskokowych i przyuskokowych sole wraz z innymi utworami cech-szyńskimi uległy znacznym zaburzeniom typu odkłuc, przełażdowań, a także zbrekcjowaniu.

Miocenińska formacja solonośna występuje w południowej części kraju, poczynając od Śląska Opolskiego i Górnego na zachodzie do granic państwa na wschodzie.

Złoża soli formacji miocenińskiej występują w wąskim pasie na przedgórzu Karpat od okolicy Wieliczki po Dębicę. Występują one w dwóch jednostkach tektonicznych: autochtonicznej oraz sfałdowanej i nasuniętej na autochton. Południową granicę tego zagłębia stanowi północny brzeg Karpat.

Pod wpływem nasunięcia karpackiego seria solna uległa silnemu sfałdowaniu i zmięciu. Pierwotnie poziomo leżąca seria solna została wtórnie wzbogacona, tworząc na pewnych odcinkach skupienia soli o znaczeniu przemysłowym, jak złoża: Barycz, Wieliczka, Łękwowice - Siedlec, Moszczenica - Łęczycyca i Bochnia.

W okolicy rybnickiego zagłębia węglowego, w tzw. rowie Zawady między Rybnikiem i Żorami a Orzeszem, występuje w miocenie autochtonicznym odosobnione złożo soli kamiennej w kształcie asymetrycznej niecki przechylonej z południa na północ. Sole tego złoża odznaczają się dużą zmiennością jakości i miąższości.

### 3.1.1.1. Sole kamienne

Niż Polski. Wysady Damasławek, Izbica Kujawska oraz Bełchatów i Inowrocław rozpoznano metodami geofizycznymi i odosobnionymi otworami wiertniczymi. Zasoby soli kamiennej tych wysadów, występujące na głębokości do 1000 m, określono jako prognostyczne D<sub>1</sub>, natomiast od głę-

bokości 1000 do 2000 m zarówno zasoby tych, jak i innych wysadów zaliczono do potencjalnych E.

Synekkliza perybałtycka. Na wyniesieniu Łeby sól kamienna o miąższości 30-190 m występuje regularnie zajmując obszar 2400 km<sup>2</sup> - do głębokości 1000, a 9900 km<sup>2</sup> - do głębokości 2000 m.

Na obszarze wyniesienia Łeby udokumentowano dwa wycinki złoża, a mianowicie Mieroszyno - Chłapowo o powierzchni 49 km<sup>2</sup> oraz Mechelinki o powierzchni 6,4 km<sup>2</sup>. Dotychczasowe rozpoznanie serii solonośnej na tym wyniesieniu metodami geofizycznymi /sejsmika, grawimetria/ oraz otworami zwiadowczymi pozwala na zaliczenie zasobów soli kamiennej z części obszaru /do głębokości 1000 m/ zaznaczonego na figurze 27 do prognostycznych D<sub>1</sub>, natomiast z pozostałego obszaru /do głębokości 2000 m/ do zasobów potencjalnych E.

Obniżenie podlaskie. We wschodniej części zagłębia cechsztyńskiego jest możliwe wydzielenie powierzchni około 500 km<sup>2</sup>, jako perspektywicznego obszaru z pokładowo leżącą solą kamienną na głębokości 1500-2000 m. Zasoby tego obszaru zaliczono do potencjalnych E.

Monoklina przedsudecka. Sole kamienne Dolnego Śląska ze względu na ich dość głębokie występowanie nie były dotychczas obiektem zainteresowania gospodarczego i w związku z tym nie są one dostatecznie poznane. Istniejące dane wskazują jednak, że duże fragmenty pokładów soli kamiennej mogą w przyszłości spełniać wymagania przemysłu. Zasoby soli kamiennej na monoklinie przedsudeckiej do głębokości 1000 m zaliczono do prognostycznego D<sub>1</sub>, natomiast zasoby od 1000 do 2000 m głębokości do potencjalnych E.

Zapadlisko przedkarpackie. Na obszarze występowania mioceńskiej formacji solonośnej dotychczas górniczo są zagospodarowane złoża: Barycz, Wieliczka, Łęzkowice - Siedlec i Bochnia. Do zasobów udokumentowanych, lecz jeszcze nie zagospodarowanych należy zaliczyć rejon: Moszczenica - Łączycza i Rybnik - Żory - Orzesze. Wstępnie poznane obszary z zasobami prognostycznymi to rejon: między Wieliczką a Bochnią, Bochnią a Tarnowem oraz Tarnowem a Dębicą. Zasoby w rejonie Bochnia - Tarnów, będącym obecnie przedmiotem prac rozpoznawczych, zaliczono do prognostycznych D<sub>1</sub>, natomiast zasoby na obszarach położonych dalej na wschód zaliczono do potencjalnych E.

### 3.1.1.2. Sole potasowo-magnezowe

Według dotychczasowego rozpoznania formacji solonośnych, sole potasowe o przemysłowym znaczeniu występują w wysadzie kłodawskim oraz w rejonie Zatoki Puckiej, gdzie udokumentowano 4 złoża soli polihalitowych: Chłapowo, Mieroszyno, Swarzewo i Zdrada. Zasoby złóż występujących na tych obszarach zaliczono do prognostycznych D<sub>1</sub>.

## Zasoby perspektywiczne cechsztyńskich i mioceńskich

Numer na fig. 27	Obszar złoża	Powierzchnia w km <sup>2</sup>	Zasoby
			progno- styczne D <sub>1</sub>
<u>Sól kamienna - cechsztyń</u>			
1	Inowrocław	2,0	5 040
2	Wapno	0,3	567
3	Góra	1,0	
4	Kłodawa /część środkowa/	14,9	
5	Kłodawa /część północna/	15,0	
6	Kłodawa /część południowa/	9,8	
7	Mogilno	12,6	
8	Rogoźno	21,0	
9	Łanięta	9,5	
10	Lubień	3,5	
11	Damasławek	16,5	8 000
12	Izbica Kujawska	4,0	1 500
13	Bełchatów	0,5	500
14	Wyniesienie Łęby	1 500,0 900,0	110 000
15	Synekliza perybałtycką	9 900,0	
16	Obniżenie podlaskie	500,0	
17	Monoklina przedsudecka	450,0 9 300,0	66 000
Razem			191 607
<u>Sól kamienna - mioceń</u>			
18	Rejon Wieliczka-Bochnia	20,0	50
19	Rejon Bochnia-Tarnów	100,0	3 000
20	Rejon Tarnów - Dębica	30,0	
Razem			3 050
Ogółem sole kamienne			194 657
<u>Sole potasowo-magnezowe - cechsztyń</u>			
21	Kłodawa N+S	40,0	100
22	Wyniesienie Łęby	40,0	180
23	Monoklina przedsudecka	1 400,0	
Ogółem sole potasowo-magnezowe			280

soli kamiennych i potasowo-magnezowych

w mln t	Inne dane			
	poten- cjalne E	Głębokość w m	Mięższość w m	Zawartość składnika użytecznego NaCl i K <sub>2</sub> O w %
12 600	600-1000 1000-2000			
1 890	730-1000 1000-2000			85,0 98,0
630	1000-2000			97,0
9 387	1000-2000			96,0
9 450	1000-2000			96,0
6 174	1000-2000			96,0
7 938	1000-2000			96,5
13 230	1000-2000			97,8
5 986	1000-2000			96,0
2 205	1000-2000			90,0
10 395	do 1000 1000-2000			
2 520	do 1000 1000-2000			
315	do 1000 1000-2000			97,0
66 000	500-1000 500-1000	35		97,0
727 000	1000-2000	35		
2 000	1500-2000	5		
1 300 000	do 1000 1000-2000	70 70		
2 177 720				
	do 500	35		85,0
-	do 1500	35		80,0
20	do 1500	35		75,0
20				
2 177 740				
	500-1000			8,5
	do 1000	10		7,0-13,0
29 000,0	1000-2000	5		10,0
29 000,0				

Obszarem perspektywicznym dalszych poszukiwań soli polihalitytowych są okolice Widowa oraz rejon Gdańska.

W strefie przedsudeckiej w okolicy Nowej Soli stwierdzono wierceniemi występowanie serii potasonośnych w dwóch poziomach stratygraficznych. Jednak z uwagi na głębokość występowania, jak też niewielką miąższość warstw potasonośnych i oraz zmienną zawartość potasu, nie są one obecnie przedmiotem zainteresowania przemysłu chemicznego, a także obiektem dalszych prac rozpoznawczych. Być może w przyszłości zostanie opracowana metoda ich wykorzystania przemysłowego. Z tego też względu zasoby tego rejonu zaliczono do potencjalnych E.

Analizę prognostyczną przeprowadzono na podstawie dokumentacji geologicznych zasobów złóż soli kamiennej i soli potasowo-magnezowych, profili otworów wiertniczych i map strukturalnych, jak również wyników badań geofizycznych /sejsmiczne, grawimetryczne, telluryczne/.

Jako kryteria obliczeń zasobów prognostycznych i potencjalnych zgodnie z instrukcją przyjęto:

dla wyniesienia Łeby - miąższość pokładu soli kamiennej 35 m, miąższość pokładu soli potasowej 10 m,

dla monokliny przedsudeckiej - miąższość pokładu soli kamiennej 70 m, miąższość pokładu soli potasowej 5 m,

gęstość pozorną soli kamiennej oraz soli potasowo-magnezowych typu chlorkowego  $2,1 \text{ t/m}^3$ ,

gęstość pozorną soli potasowo-magnezowych typu siarczanowego  $2,7 \text{ t/m}^3$ .

Zasoby perspektywiczne soli kamiennych i soli potasowo-magnezowych zestawiono w tabeli 26.

Z uwagi na najdogodniejsze dla górnictwa warunki występowania serii solnej, tj. pokładowe ułożenie złóża i bilansową głębokość do 1000 m, najbardziej perspektywicznym obszarem jest wyniesienie Łeby. W związku z tym dalsze prace rozpoznawcze powinny obejmować większy obszar Zatoki Gdańskiej, który jest jednocześnie polem o stwierdzonym występowaniu soli potasowych. Drugim obszarem, w którym należałoby prowadzić prace rozpoznawcze, jest zapadlisko przedkarpackie. Wyczerpujące się zasoby soli w czynnych obecnie kopalniach oraz konieczność zabezpieczenia podstawowego surowca na potrzeby rozwiniętego tu przemysłu chemicznego, powodują konieczność rozpoznania i udokumentowania nowych zasobów soli kamiennej na obszarach położonych na wschód od Bochni.



Barbara MAKOWSKA

### 3.1.2. Triasowe sole kamienne

Triasowe sole kamienne występują w Polsce w kajprze górnym /Kujawy/ i w recie /monoklina przedsudecka/.

Na Kujawach występowanie soli stwierdzono otworami wiertniczymi Środa IG 2, Książ IG 2, Strzelno IG 1 i Krośniewice /fig. 28/. Miąższość przewierconej soli waha się od 47 m /Książ/ do 157 m /Krośniewice/. Do obliczenia zasobów przyjęto powierzchnię 5300 km<sup>2</sup> i zastosowano redukcję wielkości obszaru o 50%. Średnia miąższość soli w części zachodniej obszaru wynosi 48 m, w części wschodniej 59,5 m. Do obliczeń przyjęto średnią miąższość zredukowaną, tak jak powierzchnia, o 50% /soczewkowy charakter wystąpień/. Ze względu na głębokość występowania przekraczającą 1000 m obliczone zasoby zaliczono do potencjalnych E.

Sole kamienne nawiercone w recie występują na monoklinie przedsudeckiej /fig. 29/. Jest to obszar gęściej pokryty wierceniami. Miąższość przebitych soli waha się od 7 do 25 m, a głębokość ich występowania jest mniejsza /do 1000 m/. Zasoby obliczone dla powierzchni 2000 km<sup>2</sup>, po zastosowaniu redukcji obszaru i średniej miąższości o 50%, zaliczono do prognostycznych D<sub>1</sub>. Wielkość zasobów perspektywicznych podaje tabela 27.

T a b e l a 27

Zasoby perspektywiczne triasowych soli kamiennych

Obszar	Powierzchnia w km <sup>2</sup> /red. 50%/	Średnia miąższość /red. 50%/ w m	Zasoby w mln t	
			prognostyczne D <sub>1</sub>	potencjalne E
Kujawy /część W/	2200	48,0	-	55 400
Kujawy /część E/	3100	59,5	-	193 700
Razem				249 100
Monoklina przedsudecka	2000	15,8	16 600	-
Razem			16 600	249 100

Łączne zasoby perspektywiczne soli kamiennej /cechsztyńskie, triasowe i miocenijskie/ wynoszą: prognostyczne D<sub>1</sub> 211,25 mld t i potencjalne E 2426,8 mld t /tab. 2/.

Stanisław PAWLÓWSKI, Katarzyna PAWLÓWSKA, Bolesław KUBICA

### 3.2. Siarka rodzima

Polska dysponuje znacznymi zasobami siarki rodzimej. Złoża jej są związane genetycznie z miocenijskimi skałami siarczanowymi zapadliska przedkarpacciego. Ich powstanie uwarunkowały określone struktury, szczególnie nakład oraz warunki środowiskowe jak: porowatość, sprzyjający reżim hydrochemiczny itp. Warunki te kształtowały się korzystnie na ściśle ograniczonych obszarach, dlatego występowanie złóż jest tylko miejscowe. Parametry techniczno-ekonomiczne eksploatacji złóż dodatkowo ograniczają zasięg głębokości do tych części obszaru, które odpowiadają kryteriom bilansowości.

W analizie perspektyw rozwoju bazy złóż siarki określono możliwości występowania siarki w dwóch przedziałach głębokości: do 300 i 750 m. W przyjęciu tych granic jest wyrażona teza, że w miarę postępu eksploatacji kryteria głębokości będą bardziej liberalne i trzeba będzie sięgać, z uwagi na brak płytkich złóż, do złóż położonych coraz głębiej, stosując powszechnie metodę podziemnego wytopienia.

Pod względem geograficznym zapadlisko podzielono na dwie części: zachodnią, od granic państwa i historycznie znanych złóż w Pszowie i Kokoszycach do linii Pińczów - Tarnów i wschodnią, od linii Pińczów - Tarnów do południowo-wschodniej granicy państwa /Horyniec - Lubaczów/.

W części zachodniej są znane występowania siarki w dawniej czynnych kopalniach: Pszów - Kokoszyce, Swoszowice, Posażka, Czarkowy. Wykonane przez Instytut Geologiczny prace oraz ocena możliwości złożowych w okolicy tych kopalń uzasadniają pogląd, że w części tej brak jest warunków strukturalnych, które by sprzyjały wytworzeniu się i zachowaniu złóż o zasobach dziesiątków milionów ton. Mogą tu istnieć niewielkie złoża o zasobach do kilku milionów ton, o niewielkiej miąższości i zawartości siarki, co przy obecnych wymaganiach przemysłu nie odpowiada podstawowym warunkom ekonomicznej ich eksploatacji. Perspektywy występowania złóż siarki w zachodniej części są komplikowane dodatkowo takimi czynnikami jak: dość płytkie występowanie i znaczne zalanie złóż, co wyklucza stosowanie metody podziemnego wytopienia.

W części wschodniej zapadliska, według aktualnej oceny, istnieją największe perspektywy rozwoju krajowej bazy siarki.

Zasoby perspektywiczne są szacowane wstępnie do głębokości 300 lub 700-750 m. Przyjęta w ocenie maksymalna głębokość 750 m jest uzasadniona rachunkiem wykazującym, że nakłady na koszt wydobytej 1 t siarki z tej głębokości /przy granicznej wydajności 1,7 t/m<sup>2</sup> i 0,3% uzysku/ są

równe lub niewiele przekraczają obecny graniczny koszt /według aktualnie obowiązujących kryteriów 1300 zł/t/.

Obszary perspektywiczne ze stwierdzonymi przejawami osiarkowania w tym przedziale głębokości są ograniczone do kilku stosunkowo wąskich elementów strukturalnych, rozmieszczonych na południe i południowy wschód od dotychczas udokumentowanych złóż. Wytypowano je po eliminacji obszarów pozbawionych utworów siarczanowych oraz obszarów z siarczanami, które prawdopodobnie nie zostały objęte procesami przemian metasomatycznych. Obszary te przedstawiono na mapie /fig. 30/ na tle zasięgu osadów chemicznych i poziomie odpowiadających głębokości 300 lub 700-750 m, a zasoby perspektywiczne w tabeli 28.

T a b e l a 28

Zasoby perspektywiczne siarki rodzimej

Występowanie	Głębokość występowania złóż w m	Powierzchnia obszaru w km <sup>2</sup>	Spodziewana wydajność złóża w mln t/km <sup>2</sup>	Zasoby perspektywiczne w mln t
Na S i SE od udokumentowanego złoża Piaseczno - Machów - Grębów	do 300	17	3	50
W rejonie Cieszanowa	do 500	20	3	60
Komorów - Gwoździec - Kamień - Cieszanów	do 750	43	3	130
Razem				240

Poniżej 750 i do 1500 m głębokości są znane kilkumetrowe wystąpienia wapieni z siarką rodzimą, z domieszką do kilku procent bituminów /Lubaczków, Uszkowice, Kańczuga, Mielec, Dębica/. Wystąpienia te z uwagi na znaczną głębokość i duże koszty wydobycia, które przekraczałyby wartość eksploatowanej siarki, pominięto w prognozie zasobów.

Rozważając możliwość rozwoju krajowej produkcji siarki należy uznać, że praktycznie uzysk siarki określa współczynnik 0,4. Wynika z tego gwałtowne zużycie udokumentowanych zasobów. Istniejąca udokumentowana baza gwarantuje ciągłość wydobycia tylko na 60 lat. Zasoby perspektywiczne są szacowane zaledwie na 240 mln t, a realne mogą być jeszcze mniejsze i to zawsze w mniej korzystnych warunkach eksploatacji. Mylnie byłoby więc przekonanie o pełnym zabezpieczeniu bazy surowcowej siarki rodzimej na potrzeby kraju i eksportu na okres do 2000 r., a szczególnie lat następnych /ciągłość działalności przemysłu siarko-

wego, a zwłaszcza konieczny na potrzeby kraju wzrost wydobycia powinny być utrzymane/ o ile nie nastąpi szybko radykalna zmiana współczynnika uzysku z 0,4 na co najmniej 0,6, co jest zresztą dodatkowo uzasadnione potrzebami ochrony i wykorzystania tego surowca.

Janusz UBERNA

### 3.3. Fosforyty

Większe koncentracje fosforytów są znane w Polsce w dwu formacjach fosforytonośnych - albskiej i górnocoeńskiej. Wystąpienia ich są znane poza tym z innych poziomów stratygraficznych. Z uwagi jednak na małą wydajność i często małą średnią zawartość  $P_2O_5$  w fosforytach o średnicy większej od 2 mm obszary, na których występują nie są obecnie uważane za perspektywiczne. Należą do nich:

- fosforyty w osadach czwartorzędowych znane z utworów morenowych w kilkunastu punktach Niżu Polskiego; są to fosforyty kredowe i trzeciorzędowe na złożu wtórnym,
- fosforyty w piaszczystych, glaukonitonośnych utworach rupelu,
- fosforyty w piaszczysto-ilastych i marglistych utworach cenomanu i turonu,
- fosforyty w najwyższej kredzie i paleocenie znane w Karpatach i w rejonie Kazimierza nad Wisłą,
- fosforyty w utworach jurajskich znane z obszaru jury krakowsko-wieluńskiej,
- fosforyty w utworach paleozoicznych znane z obszaru Gór Świętokrzyskich w osadach dolnego karbonu, ordowiku i kambru, a w Sudetach na obszarze Gór Bardzkich z utworów syluru.

Prawie wszystkie wymienione wystąpienia zbadano pod kątem ich przydatności przemysłowej i oceniono jako nieperspektywiczne w świetle istniejących wymogów przemysłu dla surowca fosforanowego.

#### 3.3.1. Albska formacja fosforytonośna

Płytko występujące utwory tej formacji są znane z północnego obrzeżenia Gór Świętokrzyskich i zachodniego obrzeżenia niecki łódzkiej. Reprezentowane są one przez osady piaszczyste, piaszczysto-mułkowate lub marglisto-piaszczyste z jednym lub dwoma poziomami zagęszczenia kongrecji fosforytowych.

Północne obrzeżenie Gór Świętokrzyskich. Obszary perspektywiczne albskiej serii fosforytonośnej leżą przede wszystkim na północnym

obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich na odcinku od Pilicy na wysokości Biało-brzegów na północnym zachodzie do Janowa Lubelskiego na południowym wschodzie /fig. 31/. Między Pilicą a doliną Wisły wykonano w latach 1952-1957 osiem dokumentacji, w tym dla Chałupek w kategorii  $C_1$ .

Dobrze jest także rozpoznany obszar położony na E od doliny Wisły w Anopolu aż po Gościeradów. Udokumentowano tu dwa obszary: w Anopolu /kat.  $C_1$ / i w Gościeradowie /kat.  $C_2$ /. Albskie osady fosforytonośne zbadano także na obszarze położonym na południe od rejonu Anopol - Gościeradów.

Nie jest rozpoznany obszar leżący na SE od Gościeradowa po Janów Lubelski.

Odcinek Biało-brzegi - Iżża udokumentowano w kategorii  $C_2$  w jego SE części między Wolanowem a Zalesicami. Występują tu dwa pokłady fosforytonośne przedzielone warstwą płoną. Zasoby i wydajność obliczono tylko dla pokładu dolnego. Na odcinku między Zalesicami a Chwałowicami udokumentowano w kategorii  $C_2$  obszar występowania pojedynczego pokładu fosforytonośnego typu piaszczystego.

Odcinek Iżża - Anopol ciągnie się od Chwałowic koło Iżży do doliny Wisły między Anopolem i Zawichostem. Pas wychodni albskiej formacji fosforytonośnej zbadano na całym obszarze. Dalej od wychodni wykonano tylko pojedyncze otwory, wyłączając obszar Chałupek. Tutaj rozpoznano /kat.  $C_1$ / i eksploatowano złożę typu piaszczystego. Niska wydajność, a także trudne warunki hydrogeologiczne tego obszaru zadecydowały o przerwaniu eksploatacji w 1961 r.

Wyniki badań przeprowadzonych na samej wychodni serii fosforytonośnej sugerują, że na znacznym odcinku między Iżżą a Chałupkami oraz między Chałupkami a doliną Wisły warstwa fosforytonośna jest wykształcona mniej korzystnie niż w Chałupkach. W związku z tym odcinki te, jako mniej interesujące, nie były dotychczas rozpoznawane. Wartość ich w przyszłości powinna zostać zbadana.

Odcinek Anopol - Janów Lubelski zbadano w różnym zakresie:

a. Rejon Anopola jest udokumentowany w kategorii  $C_1$ . Fosforyty eksploatowano tu do 1971 r. Kopalnie zlikwidowano z uwagi na nierentowność eksploatacji.

b. W okolicy Gościeradowa warstwa fosforytonośna ma nieco większą miąższość. Górna część złoża jest zwykle scementowana piaszczystym marglem, a część dolna przeważnie jest piaszczysta. Udokumentowano w kategorii  $C_2$  złożę na zachodnim zboczu antykliny Gościeradowa.

c. Koło Salomina, na S od brachyantykliny Gościeradowa, złoża fosforytów dotychczas nie udokumentowano.

d. Między Salominem i Janowem Lubelskim skały fosforytonośne nie były badane. Seria fosforytonośna ciągnie się z pewnością dalej na wschód, na co wskazują wyniki otworów wiertniczych wykonanych w miejscowościach Basznia, Babczyna, Józefów, Dyle. Jednak tylko do Janowa Lubelskiego osady fosforytonośne będą występowały na głębokości mniejszej od 300 m.

Zachodnie obrzeżenie niecki łódzkiej. Poza północnym obrzeżeniem Gór Świętokrzyskich analogiczną, albską serię fosforytonośną stwierdzono w SW obrzeżeniu niecki łódzkiej /synklinorium łódzkiego/.

Odcinek Burzenina - Szczerców ciągnie się od Warty ku SE do rowu bełchatowskiego. Utwory fosforytonośne najlepiej poznano w okolicy Burzenina koło Sieradza. Wykonano tu dokumentację geologiczną w kategorii C<sub>2</sub> dla obszaru leżącego po obu stronach Warty. Ze względu na znaczną infiltrację wód Warty w serię złożową zasoby złoża zaliczono do pozabilansowych.

Odcinek Radomsko - Koniec pol - Lelów rozciąga się na południe od rowu bełchatowskiego. Albskie osady fosforytonośne opisał S.Z. Różycki w południowej części odcinka. Brak danych dotyczących występowania i wykształcenia albskiej formacji fosforytonośnej na tym obszarze skłania do zaliczenia jego zasobów do potencjalnych w kategorii E.

Obszar Lubelskiego Zagłębia Węglowego. Znane tu fosforyty są zbliżone charakterem i sposobem występowania do fosforytów Annapola, a zwłaszcza Salomina. Występują one jednak na dużej głębokości - 482,6-659,7 m. Poza tym osady fosforytonośne są zawadnione i razem z utworami jurajskimi stanowią drugi główny poziom wodonośny obszaru LZW.

Zagęszczenie fosforytów występuje w dwu poziomach: wyższym w piaszczystych marglach kwarcowo-glaukonitowych oraz niższym w kruchych piaskowcach i piaskach kwarcowo-glaukonitowych. Ten niższy poziom ma charakter lokalny i nie stanowi warstwy ciągłej. Miąższość osadów fosforytonośnych jest różna, od 0,1 do 19,0 m. Wobec małego uzysku rżeni w otworach trudno jest obecnie określić miąższość warstwy zagęszczenia fosforytów dla całego obszaru. Na niektórych obszarach objętych dokumentacją geologiczną węgla kamiennego przeprowadzono nietypowe badania fosforytów. Wyniki tych badań należy przyjąć z dużym zastrzeżeniem jako orientacyjne /J. Makowska, 1977 - Seria fosforytonośna albu w dokumentacjach geologicznych złóż węgla kamiennego obszaru LZW/. Określają one zawartość P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> w skale średnio 5-8%, a wydajność konkrekcji około 300 kg/m<sup>2</sup>.

Przyjmując, że obszar fosforytonośny leżący ponad udokumentowanymi złożami węgla kamiennego wynosi 300 km<sup>2</sup> /po wyłączeniu najbardziej południowej części udokumentowanego złoża, gdzie fosforyty nawet w wyż-

szym poziomie nie tworzą warstwy ciągłej/, można zaliczyć zasoby fosforytów w tym obszarze do potencjalnych kategorii E. Obszar leży na S od Parczewa i na E od Lubartowa i Łącznej. Zawiera on 90 mln t fosforytów o przypuszczalnej zawartości 10-12%  $P_2O_5$  w kongrecjach fosforytowych większych od 2 mm.

Z uwagi na głębokość występowania i zawodnienie poziomu fosforytonośnego nie wydaje się on interesującym z przemysłowego punktu widzenia. Tym niemniej przy przyszłych badaniach serii fosforytonośnej tego rejonu służby geologiczne, dokumentujące zasoby węgla kamiennego, powinny ustalić takie parametry złożowe dla fosforytów jak: miąższość warstwy zagęszczenia fosforytów, procentową ich zawartość w warstwie, zawartość  $P_2O_5$  w kongrecjach, wydajność kongrecji i  $P_2O_5$  w warstwach zagęszczenia.

### 3.3.2. Górniooceńska formacja fosforytonośna

Złoża fosforytów w górniooceńskich piaszczystych utworach glaukonitonośnych nie były dotychczas dokumentowane. Szacunkowe zasoby obliczono dla dwu rejonów północnej Lubelszczyzny - okolic Łąkoci /między Kockiem i Puławami/ oraz rejonu Glinnego Stoku /między Parczewem a Radzyniem Podlaskim/.

Obszarem perspektywnym górniooceńskiej serii fosforytonośnej jest cała strefa położona na północ od rejonu oszacowanych /kat.  $D_1$ / zasobów w Łąkoci i Glinnym Stoku. Jest to obszar mieszczący się prawie w całości między dolinami rzek Bugu, Wisły i Wieprza na północy, zachodzie i południu a granicą państwa na wschodzie /fig. 32/.

Dość dobrze jest rozpoznany obszar występowania górniooceńskiej serii fosforytonośnej między Kockiem i Puławami oraz między Parczewem i Radzyniem Podlaskim. Znacznie słabiej jest poznany obszar położony dalej na północ. Z dotychczasowych wierceń wiadomo, że występuje tu górnopaleogeńska formacja glaukonitonośna. Sposób pobierania próbek nie pozwala na określenie wydajności fosforytów, a czasem nawet na stwierdzenie ich obecności. Można tu wyróżnić trzy stopnie perspektywności tego obszaru. Zasoby obszaru między Radzyniem Podlaskim i Parczewem oraz między Puławami i Kockiem należy uznać za rozpoznane zasoby prognostyczne  $D_1$ . Obszary leżące bezpośrednio na północ kryją zasoby prognostyczne  $D_2$ , natomiast zasoby fosforytów występujące jeszcze dalej na N i NW do głębokości 200 m uznano za potencjalne E, zgodnie z zasadami prognozowania zasobów złóż kopalin Polski opracowanymi przez R. Osikę /1976/. Jednak z uwagi na mniejszą wydajność  $P_2O_5$  w osadach górniooceńskiej formacji fosforytonośnej w stosunku do udokumentowanych złóż albskiej formacji fosforytonośnej, a także z powodu trudnych

## Zasoby perspektywiczne

Formacja	Obszar	Strefa	Powierzchnia w km <sup>2</sup>		
			D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	E
albska	północne obrzeżenie Gór Świętokrzyskich	Białobrzegi - Iłża	80	225	
		Iłża - Annopol	30	250	
		Annopol - Janów Lubelski	147	212,5	
	zachodnie obrzeżenie niecki Łódzkiej	Burzenin	25	55	
		Radomsko - Koniecpol - Lelów	-	-	
górnocoeńska	między Wisłą, Bugiem i Wieprzem	Radzyń Podlaski - - Parczew	-	-	90
		Puławy - Kock	-	-	3425
		Łuków - Biała Podlaska	-	-	176
		Dęblin - Łuków	-	-	1962
		Mińsk Mazowiecki - - Siedlce	-	-	4625
Razem					

<sup>x</sup> w liczniku zasoby konkrekcji, w mianowniku zasoby P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.



.konkrecji fosforytowych

Wydajność $P_2O_5$ w $kg/m^2$			Zasoby w mln t		
D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	E	prognostyczne		potencjalne E
			D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	
100	1000	-	$\frac{32,00}{8,00}$	$\frac{90,00}{22,50}$	-
45	45	-	$\frac{9,00}{1,35}$	$\frac{62,50}{10,00}$	-
60	60	-	$\frac{51,45}{8,82}$	$\frac{74,38}{12,75}$	-
50	50	-	$\frac{7,50}{1,25}$	$\frac{16,50}{2,75}$	-
-	-	-	-	-	$\frac{2722}{454}$
-	-	33	-	-	$\frac{18,00}{3,00}$
-	-	40	-	-	$\frac{685,00}{113,00}$
-	-	33	-	-	$\frac{410,00}{78,00}$
-	-	40	-	-	$\frac{44,73}{7,05}$
-	-	30	-	-	$\frac{925,00}{185,00}$
			$\frac{99,95}{19,42}$	$\frac{243,38}{42,00}$	$\frac{4804,73}{840,05}$

warunków górniczo-technicznych, fosforyty całego obszaru między Wisłą, Bugiem i Wieprzem zaliczono do zasobów potencjalnych /tab. 29/.

**O b s z a r R a d z y ń P o d l a s k i - P a r c z e w.** Górnoeocenińska warstwa fosforytonośna tego obszaru wykazuje miąższość rzędu 30 cm. Czyste konkrecje zawierają średnio 16%  $P_2O_5$ . Występują one w piaskach kwarcowo-glaukonitowych. Niekiedy piaski są wapienste i zawierają wapienne skorupy. W niektórych miejscach /Siemień/ warstwa fosforytonośna leży wprost na utworach górnego masyfytu, w innych jest podścielona piaskami z glaukonitem z wkładkami mułku, o łącznej miąższości do paru metrów. Skały leżące ponad warstwą fosforytonośną, reprezentowane przez utwory czwartorzędowe i paleogeńskie, w odwierconych otworach mają około 30 m miąższości. Upady warstw są minimalne i nie przekraczają 1°.

**O b s z a r P u ł a w y - K o c k.** Warstwa fosforytonośna ma tu większą miąższość niż dalej na wschodzie, przeważnie 1,0-1,5 m. Średnia zawartość  $P_2O_5$  we frakcji powyżej 10 mm wynosi 14,3%. Mniejsza zawartość  $P_2O_5$  jest spowodowana większą domieszką ziarn płonnych, głównie kwarcu. We frakcji powyżej 2 mm zawartość  $P_2O_5$  z tego właśnie powodu osiąga zaledwie 11,4%. Nadkład warstwy fosforytonośnej stanowi kilkunastometrowy pakiet piasków kwarcowo-glaukonitowych, zwykle mułkowatych lub mułkowato-ilastych. Tylko w niektórych miejscach przeważają mułki. Ponad paleogenem miejscami leżą piaski i iły neogenu oraz utwory czwartorzędowe. Łączny nadkład osadów nad warstwą fosforytów górnoeoceniških waha się najczęściej od 60 do 80 m.

**O b s z a r Dęb lin - Ł u k ó w - B i a ł a P o d l a s k a.** Osady fosforytonośne są tu znane wyłącznie z wierceń nie przystosowanych do pobierania próbek złożowych z warstw fosforytonośnych, dlatego ich opisy pochodzą tylko z nielicznych otworów. Istniejące materiały wskazują jednak, że górnoeoceniška formacja fosforytonośna występuje na obszarze o powierzchni 5387 km<sup>2</sup>, dla którego policzono zasoby w kategorii D<sub>2</sub> /fig. 32/. Osady fosforytonośne występują tu na głębokości od kilkudziesięciu do 150 m i są wykształcone we wschodniej części, tj. w rejonie Łuków - Biała Podlaska podobnie jak w rejonie Radzyń Podlaski - Parczew, a w części zachodniej /rejon Dęblin - Łuków/ są zbliżone wykształceniem do osadów fosforytonośnych z rejonu Puławy - Kock.

**O b s z a r M i ń s k M a z o w i e c k i - S i e d l c e.** Na obszarze tym, którego zasoby zaliczono do potencjalnych /fig. 32, tab.29/, nie stwierdzono występowania ciągłej warstwy zagegęszczenia fosforytów. Odwiercono tu niewielką liczbę otworów przebijających glaukonitonosne utwory paleogenu, a wiercenia nie były przystosowane do pobierania próbek złożowych z warstw fosforytonośnych. Istnieją przesłanki, że górno-

eoceńska formacja fosforytonośna występuje na tym obszarze i jest wykształcona podobnie jak na obszarze leżącym dalej ku SE.

### 3.3.3. Analiza prognostyczna i wnioski

Analizę prognostyczną opracowano na podstawie materiałów archiwalnych, w tym dokumentacji geologicznych złóż fosforytów kredowych wykonanych głównie w Instytucie Geologicznym w latach 1954-1958. Ponadto wykorzystano wiele prac opublikowanych, zwłaszcza prace W. Pożaryskiego /1947, 1949/. J. Uberny /1967, 1971/, J. Uberny, S. Cieślińskiego, A. Błaszkwicza, M. Jaskowiak i A. Krassowskiej /1968, 1971/. Analizę prognostyczną trzeciorzędowych obszarów fosforytonośnych wykonano głównie na podstawie opracowania J. Uberny /1976/ oraz pracy wraz z mapą B. Arenia, J. Makowskiej, J. Uberny i E. Woźnego /1968/.

Niektóre dane do oceny ekonomicznej przedstawiono niżej.

Surowiec fosforanowy na rynkach światowych zawiera 30-40%  $P_2O_5$ . Znajduje on duże zastosowanie do produkcji nawozów fosforowych, kwasu fosforowego i fosforu elementarnego. Ten ostatni jest surowcem wyjściowym do produkcji związków fosforu, stosowanych w przemyśle chemicznym, spożywczym, tekstylnym i galwanotechnice. Surowiec fosforanowy o zawartości 24-28%  $P_2O_5$  nadaje się do produkcji niektórych nawozów fosforowych, jak np. superfosfatu pojedynczego. Surowiec o zawartości poniżej 24%  $P_2O_5$  nadaje się w zasadzie tylko do wysiewania w stanie naturalnym jako nawóz /mączka fosforytowa/ lub jako domieszka do surowca bogatego.

Surowiec fosforanowy oferowany na rynkach światowych jest prawie zawsze produktem wzbogaconym. Różne złoża fosforytów wymagają różnych technologii wzbogacania. Na rynkach światowych są oferowane fosforyty z wielkich i bogatych złóż pokładowych. Fosforyty konkrecyjne obecnie są eksploatowane tylko w Związku Radzieckim, gdzie są używane lokalnie na potrzeby rolnictwa. Dlatego nie ma dotychczas ogólnie znanych, przemysłowo sprawdzonych metod wzbogacania fosforytów niskoprocentowych. Ostatnio sukces w tym względzie osiągnęli Japończycy. Ich metodą New Kissan zainteresowały się ZSRR i USA.

Większość dużych złóż fosforytowych eksploatuje się odkrywkowo, chociaż coraz częściej pojawiają się kopalnie podziemne /Maroko, Tunezja/.

W Polsce warunki górnicze w strefie występowania zarówno albskiej, jak i górnoeoceńskiej formacji fosforytonośnej są trudne. Płytkie występowanie fosforytów jest tylko w wąskim pasie ich wychodni. Twardy wapienny strop nad warstwą fosforytonośną występuje tylko na wschód od Wisły /Annopol, Gościeradów/. Tu także stosunkowo największy obszar

zajmuje warstwa fosforytonośna leżąca nad poziomem wodonośnym. W innych rejonach /obszar między Pilicą i Wisłą/ warstwa fosforytonośna jest przykryta miękkimi, piaszczystymi marglami lub /obszar występowania górnocoeńskiej formacji fosforytonośnej/ osadami piaszczystymi czy piaszczysto-mułkowatymi. W obu przypadkach warstwa fosforytonośna podścielona jest piaskami. Również w obu przypadkach tylko niewielkie obszary występowania warstwy fosforytonośnej leżą nad powierzchnią zwierciadła wód gruntowych.

Brak jest dotychczas kryteriów bilansowości dla złóż fosforytów, mimo iż Instytut Geologiczny od wielu lat postuluje ich opracowanie. Jest to przyczyną, że obecnie nie można dokumentować złóż fosforytów w pełnym tego słowa znaczeniu, mogą być tylko ustalone zasoby prognostyczne. Do sporządzenia istniejących dokumentacji geologicznych złóż fosforytów przyjęto kryteria znane z czynnych kopalń fosforytów w Anopolu i Chałupkach, w których najniższe parametry kształtowały się w granicach: zawartość 11-14%  $P_2O_5$  w fosforytach, 20-30 cm miąższość warstwy zagęszczenia fosforytów, wydajność  $P_2O_5$  40 kg/m<sup>2</sup>. Kopalnie fosforytów zostały zlikwidowane /Chałupki w 1961 r., Anopol w 1971 r./, a technologia wysokofosforanowych nawozów sztucznych wymagają surowca bogatego, o zawartości około 30%  $P_2O_5$ . Taki surowiec w Polsce można uzyskać tylko po opracowaniu technologii wzbogacania.

Zasoby prognostyczne obliczono dla trzech obszarów:

- 1/ strefy wychodni środkowo- i górnoalbkiej serii fosforytonośnej północnego obrzeżenia Gór Świętokrzyskich,
- 2/ strefy wychodni środkowo- i górnoalbkiej serii fosforytonośnej zachodniego obrzeżenia niecki łódzkiej,
- 3/ strefy płytkiego występowania górnocoeńskiej warstwy fosforytonośnej między Bugiem, Wieprzem i Wisłą.

W każdym przypadku surowcem są konkracje fosforytowe o średnicy większej od 2 mm. W niektórych przypadkach fosforyty górnocoeńskie mają znaczną domieszkę ziarn kwarcu we frakcji 2-10 mm i wtedy surowcem jest frakcja większa od 10 mm.

W celu określenia zasobów prognostycznych fosforytów kredowych przyjęto głębokość 300 m. Średnia zawartość  $P_2O_5$  w fosforytach poszczególnych rejonów zmienia się od 13 do 22%. Miąższość warstwy złożonej waha się od 0,30 do około 2,0 m dla różnych rejonów i to zarówno dla fosforytów kredowych, jak i trzeciorzędowych.

Obliczając zasoby prognostyczne mnożono wielkość obszaru fosforytonośnego przez najniższą średnią wydajność z 1 m<sup>2</sup> dla najbliższych udokumentowanych rejonów. W przypadku fosforytów górnocoeńskich ocenę przeprowadzono przez analogie stref zbadanych wierceńiami. Wyniki zestawiono w tabeli 29.

Najpilniejsze jest opracowanie taniej, ekonomicznie uzasadnionej metody wzbogacania krajowych fosforytów. Kopalina wzbogacona tylko przez odsianie piasku od konkrecji fosforytowych nadaje się wyłącznie do produkcji mączki fosforytowej.

Nie mniej istotną sprawą jest opracowanie technologii otrzymywania z krajowych fosforytów kwasu fosforytowego przy wykorzystaniu masowych odpadów związków wapnia i krzemionki do innych celów, np. jako uzupełnienie surowca przy produkcji cementu. Teoretycznie możliwości takie istnieją.

W celu zapewnienia ciągłości ewentualnej eksploatacji krajowych fosforytów powinny być udokumentowane obszary fosforytonośne na północnym obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich między obszarami już rozpoznanymi.

Należy zbadać perspektywiczny obszar Radomsko - Lelów /w obrzeżeniu niecki łódzkiej/, który może się okazać przedłużeniem ku SSE obszaru rozpoznanego w okolicach Burzenina koło Sieradza.

Wstępnie zbadano występowanie górniooceńskich fosforytów na obszarze północnej Lubelszczyzny. W miarę potrzeby można będzie obszar ten rozpoznać szczegółowo i rozpoznawanie jego rozszerzyć bardziej na północ i północny zachód.

Jadwiga PAWŁOWSKA, Maria SZAŁAMACHA

### 3.4. Baryt i fluoryt

#### 3.4.1. Baryt

Baryt występuje w Sudetach, w złożach rud cynku i ołowiu na Górnym Śląsku i w Górach Świętokrzyskich. Znaczenie gospodarcze mają tylko złoża w Sudetach /fig. 33/. Dwa z nich - w Boguszowie i Stanisławowie - są eksploatowane. Złoże w Boguszowie występuje w północnej części niecki śródsudeckiej, a złoże w Stanisławowie - w Górach Kaczawskich.

Większe złożowe nagromadzenia barytu w Polsce są pochodzenia hydrotermalnego, a ich wiek określa się na trias lub jurę. Barytyzacja w triasie zdaje się być w obrębie metalogenicznej prowincji środkowo-europejskiej zjawiskiem regionalnym. Główne złoża barytu w Czechosłowacji i NRD są również triasowe. Żyły i impregnacje barytowe występują w łupkach, zieleńcach i diabazach, porfirach, wapieniach i dolomitach.

Głównymi odbiorcami barytu w Polsce są: przemysł chemiczny, górnictwo-węglowe i wiertnictwo. Wydobycie barytu, które dotychczas pozostaje w gestii przemysłu chemicznego, kształtuje się na poziomie około

70 000 t. Przewidywane wydobycie barytu ma wzrosnąć w 1985 r. do około 150 000 t. Mimo że udokumentowane zasoby barytu są znaczne, utrzymuje się jego import w granicach kilkunastu tysięcy ton rocznie.

Obecnie są eksploatowane tylko dwa złoża, tj. Stanisławów oraz Boguszów, w którym dotychczas prowadzi się eksploatację w starej kopalni. Od kilku lat trwają w Boguszowie roboty udostępniające nowo odkryte złożo w południowej części obszaru złożowego i kopalnia znajduje się w przebudowie. Baryt występuje w żyłach wypełniających szczeliny tektoniczne. Stromo ustawiona żyła w Stanisławowie przecina epimetamorficzne utwory łupków zieleńcowych i diabazów. Żyły w Boguszowie występują w dyslokacji przecinającej intruzję porfirów ryolitowych i przechodzą w kierunku południowo-zachodnim w karboński kompleks skał osadowych i wulkanogenicznych. Kopalina barytowa z obydwu złóż odpowiada w większości przypadków wymaganiom technicznym normy przemysłu chemicznego /PN-71/C-84086/.

W obydwu złożach barytowi towarzyszy oprócz kwarcu zespół niskotemperaturowych siarczków - sfaleryt, galena i inne - oraz fluoryt. Ilość fluorytu w kopalni Stanisławów wzrasta z głębokością.

Złożo udokumentowane w Strawczynku /Góry Świętokrzyskie/ reprezentuje nagromadzenia tej kopaliny w utworach triasu. Rozproszenie barytu wśród skał wapiennych i dolomitycznych jest jednak zbyt duże, aby można było go eksploatować w sposób ekonomiczny. Na obszarze Strawczyńska wydzielono trzy strefy pod względem intensywności mineralizacji, o średniej zawartości 30, 28 i 13% BaSO<sub>4</sub>. Istnieje możliwość wzbogacenia najbardziej bogatych w baryt skał, jednak wymaga to skomplikowanego procesu technologicznego, co czyni całe przedsięwzięcie nierentownym przynajmniej na obecnym etapie.

Ilość zasobów kopaliny barytowej w Strawczynku o średniej zawartości 28-30% BaSO<sub>4</sub> wynosi przeszło 900 000 t, a całkowite zasoby potencjalne wraz z kopaliną niskoprocentową blisko 1,7 mln t /tab. 30/.

T a b e l a 30

Zasoby perspektywiczne barytu

Obszar	Powierzchnia w km <sup>2</sup>	Zasoby w mln t		Inne dane	
		Progno- styczne D <sub>1</sub>	Poten- cjalne E	Głębokość w m do	Zawartość składników użytecznych BaSO <sub>4</sub> w %
Stanisławów	0,2	3,00	-	200	80
Boguszów	0,2	1,50	-	300	79
Jeźów Sudecki	-	0,12	-	250	72
Jakuszyce	-	-	0,01	-	-
Strawczynek	-	-	1,7	-	13-30
Razem	0,4	4,62	1,71	-	-

W zestawieniu zasobów perspektywicznych /tab. 30/ największą wartość przedstawia rejon Stanisławowa. Przewidywana ilość dodatkowych zasobów, które nie zostały dotychczas udokumentowane w Stanisławowie, obejmuje części spągowe obecnej kopalni. Dotychczas udokumentowano zasoby do głębokości około 100 m, a początkowa ich ilość wynosiła około 2 mln t kopaliny. Badania najniższego poziomu kopalni wykazały, że mineralizacja nie zanika wraz z głębokością, a przeciwnie, na niektórych odcinkach pojawiają się nowe odgałęzienia lub żyły równoległe. Przepuszcza się zatem, że podobną ilość zasobów kopaliny można będzie uzyskać dokumentując złoża po upadzie, do 200 m głębokości. Strefa zmineralizowana w Leszczynie występuje w wapieniach głównie w formie rozproszonej mineralizacji metasomatycznej i, jak wykazały roboty wiertnicze, nie przedstawia znaczenia przemysłowego. Zasoby perspektywiczne wykazane w tabeli 30 obejmują tylko przewidywane odcinki żyłowe występujące na przedłużeniu złoża barytu w Stanisławowie. Są to zasoby prognostyczne, ponieważ roboty poszukiwawcze na tym obszarze nie zostały dotychczas zakończone.

Udokumentowane złoża w Boguszowie i Stanisławowie oraz przewidywane zasoby perspektywiczne w tych złożach będą mogły zapewnić pokrycie zapotrzebowania na ten surowiec na okres najbliższych 30 lat, jednak pod warunkiem zmodernizowania eksploatacji i wydobycia. Rozszerzenie technologii przeróbki barytu pozwoli na zlikwidowanie importu.

Istnieją ponadto miejsca ze wstępnie zarejestrowaną mineralizacją barytową, w których zasoby perspektywiczne nie zostały określone. Niektóre z nich są obecnie opracowywane, inne natomiast, które na podstawie przesłanek można uznać za perspektywiczne, będą badane w dalszej kolejności. Do pierwszych należy Jeżów Sudecki koło Jeleniej Góry oraz Jakuszyce w Karkonoszach, gdzie są spodziewane zasoby rzędu 10 000 t. Nie wydaje się, aby poza eksploatowanymi złożami w Boguszowie i Stanisławowie istniały większe szanse na znalezienie nowego, dużego złoża i na znaczny przyrost zasobów.

W rejonie Jeżowa Sudeckiego w strefie uskoku śródsudeckiego stwierdzono i rozpoznano złożowe koncentracje barytu z fluorytem. Obliczone zasoby do głębokości 120 i 160 m, rozpoznane otworami, wynoszą 126 320 t, przy średniej zawartości 72,94% BaSO<sub>4</sub>, 10,03% CaF<sub>2</sub>, 10,79% SiO<sub>2</sub>, 0,46% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Maksymalna zawartość fluorytu wynosi 38,83%. Dalsze rozpoznanie prowadzone obecnie do głębokości 250 m wykazuje, że mineralizacja barytowa nie zanika, a nawet strefa zmineralizowana barytem i fluorytem rozszerza się i w jednym otworze osiągnęła 15 m. W latach 1978-1980 przewiduje się, zgodnie z zatwierdzonym projektem, dalsze rozpoznanie w poziomie 400-450 m. Ponadto w latach 1980-1985 przewiduje się rozpoznania strefy uskoku śródsudeckiego w rejonie Janowic w Górach Ożowianych.

## 3.4.2. Fluoryt

Fluoryt jest surowcem używanym przede wszystkim jako topnik w przemyśle metalurgicznym żelaza i metali nieżelaznych oraz w przemyśle chemicznym. W Polsce nie znaleziono dotychczas złoża fluorytu o przemysłowym znaczeniu, a zapotrzebowanie krajowe pokrywane jest surowcem z importu.

Fluoryt w mniejszych ilościach występuje na obszarze Sudetów, a na podstawie dotychczasowej znajomości budowy geologicznej wiadomo, że jedynie ten obszar jest perspektywiczny przy poszukiwaniach tej kopaliny. Drobne przejawy mineralizacji fluorytowej stwierdzono na tym obszarze w ponad 20 punktach, jednak nie mają one znaczenia złożowego. Sposób ich wykształcenia nie daje większych podstaw do rozwinięcia poszukiwań w rejonach otaczających. Jedynie trzy obszary w Sudetach według dotychczasowej oceny są perspektywiczne: rejon Kletna i Śnieżnika Kłodzkiego, obszar Stanisławowa w Górach Kaczawskich oraz rejon Jakuszyce w Karkonoszach /tab. 31/.

T a b e l a 31

## Zasoby perspektywiczne fluorytu

Obszar	Powierzchnia w km <sup>2</sup>	Zasoby w mln t		Inne dane	
		Progno- styczne D <sub>1</sub>	Poten- cjalne E	Głębokość w m	Zawartość składników użytecznych CaF <sub>2</sub> w %
Stanisławów	0,2	-	-	100	6-10
Kletno /Śnieżnik/		-	0,1	-	70
Jakuszyce		-	0,2	200	4-70
Jeżów		0,12	-	260	10
Razem		0,12	0,3		

W okolicy Kletna była czynna w latach 1952-1957 kopalnia fluorytu, którą zamknięto z powodu nierentowności. Ogólne zasoby w części rozpoznanej wynosiły około 20 000 t kopaliny o średniej zawartości około 70% CaF<sub>2</sub>. Fluoryt występował w gniazdach i soczewach na kontakcie łupków i wapieni krystalicznych z gnejsami Śnieżnika. Fluorytowi towarzyszyły inne minerały użyteczne: magnetyt, siarczki Cu i Pb oraz baryt. Mineralizacja towarzysząca nie miała znaczenia złożowego.

Na południowym przedłużeniu dyslokacji w Kletnie, gdzie występowała mineralizacja fluorytowa, przeprowadzono prospekcję geologiczną,



w wyniku której stwierdzono kilka większych soczew fluorytowych w strefach okwarcowanych, o łącznych zasobach około 100 000 t. Występują one w górach w niezagospodarowanym obszarze, to też nie wydaje się, aby tak niewielka ilość zasobów mogła być wyeksploatowana w najbliższym czasie. Wstępna ocena ekonomiczna zagospodarowania tych wystąpień nie wypadła korzystnie.

Fluoryt w Stanisławowie występuje jako kopalina towarzysząca barytowi. Ilość fluorytu wzrasta wyraźnie ku spągowi, a już na głębokości około 100 m zawartość fluorytu wynosi w niektórych częściach żyły barytowej 6-10%. Przesłanki genetyczne pozwalają na stwierdzenie, że na większych głębokościach zawartość fluorytu wzrośnie, co umożliwi jego wykorzystanie. Zasoby perspektywiczne nie są dotychczas ustalone, ilość ich zależy bowiem od tempa rozwoju bieżącej eksploatacji barytu i głębokości kopalni. Fluoryt obecnie wydobywany przy eksploatacji barytu jest usuwany na hałdę.

Możliwość znalezienia większego złoża fluorytu wraz z kwarcem i barytem w Jakuszycach /Karkonosze/ opiera się na znalezieniu na naszym terenie przedłużenia dyslokacji harrachowskiej, w której po czeskiej stronie występuje duże złożo fluorytu. Jest to jedyne eksploatowane w Czechosłowacji złożo barytu, które na większych głębokościach zawiera dużą ilość wykorzystywanego już na skalę przemysłową fluorytu. Złożo w Harrachowie składa się z dwóch żył: Oldrich i Wał kwarcowy. Wstępne badania strefy harrachowskiej przeprowadzone po polskiej stronie pozwoliły na stwierdzenie przedłużenia żyły Wał kwarcowy oraz występowania soczewy kwarcowej na przedłużeniu żyły Oldrich. Obydwa te wystąpienia nie potwierdziły jednak przedłużenia się mineralizacji barytowej i fluorytowej. Prace powinny być kontynuowane, a ich wyniki dadzą odpowiedź, czy północne przedłużenie dyslokacji harrachowskiej jest zmineralizowane podobnie jak w Czechosłowacji. Wstępnie ocenia się zasoby perspektywiczne fluorytu na około 200-300 tys t.

W okolicy Jeżowa Sudeckiego w strefie uskoku śródsudeckiego stwierdzono występowanie złożowych koncentracji barytu i fluorytu. Zawartość fluorytu w różnych przedziałach głębokości wynosi: w szybkach 2,53-28,69%, w otworach o głębokości 130 i 260 m 5,75-38,83%. Miąższość stref z fluorytem jest rzędu 0,5-2,0 m. Średnia zawartość fluorytu w złożu wynosi 10,03%. Zasoby obliczone na podstawie wyników uzyskanych do 1974 r. dla barytu i fluorytu wynoszą 126 320 t. Obecnie jest w toku rozpoznania złoża w poziomie 230-300 m, a w latach 1978-1980 przewiduje się rozpoznanie w przedziale głębokości 400-450 m.

Z przeglądu problemu wynika, że perspektywy znalezienia dużego złoża fluorytu w Polsce są znikome i również w najbliższej przyszłości całkowość zapotrzebowania trzeba będzie zapewne pokrywać surowcem z importu.

#### 4. KOPALINY SKALNE

Stefan KOZŁOWSKI

Opracowanie zbiorowe zasobów prognostycznych kopalin skalnych Polski sporządzono na podstawie szczegółowych opracowań wykonanych przez pracownik $\ddot{u}$  Zakł $\ddot{a}$ du Zł $\ddot{o}$ z Surowc $\ddot{o}$ w Skalnych i oddzi $\ddot{a}$ ł $\ddot{o}$ w zamiejscowych Instytutu Geologicznego oraz opracowań wykonanych na zlecenie Poltegoru /przez Kombinaty Geologiczne/. Autorami szczegółowych opracowań s $\dot{a}$ : M. Błaszak, S. Buksiński, K. Dzierwa, Z. Gajewski, S. Gucik, O. Gawroński, J. Jerzmański, J. Kornaś, H. Kościółko, S. Kozłowski, Z. Kozydra, M. Kita-Badak, H. Leszczyszyn, E. Lewandowska-Krzywd $\dot{a}$ , W. Malczyk, J. Milewicz, I. Olkowicz-Paprocka, E. Poręba, Z. Rubinowski, L. Sawicki, E. Świętnicka-Goldstein, A. Turowski, M. Znańska, M. Dziezic, M. Krzyśków, R. Miłkowski.

Zasoby prognostyczne określono w dwóch kategoriach: D $_1$  i D $_2$ , w zależności od stopnia poznania zł $\ddot{o}$ za. Wydzielone zasoby prognostyczne określono według obowiązujących kryteri $\ddot{o}$ w bilansowości, a w przypadkach ich braku - przez analogię do podobnych zł $\ddot{o}$ z i surowc $\ddot{o}$ w skalnych.

Kategorię zasob $\ddot{o}$ w prognostycznych D $_1$  wydzielono na obszarach częściowo rozpoznanych, występujących gł $\ddot{o}$ wnie wok $\ddot{o}$ ł zł $\ddot{o}$ z eksploatowanych. Zasoby te, ze wzgl $\ddot{e}$ du na niewystarczając $\dot{a}$  ilość rob $\ddot{o}$ t poszukiwawczych, nie mogły być zaliczone do kategorii C $_2$ .

Kategorię zasob $\ddot{o}$ w prognostycznych D $_2$  wydzielono na obszarach poznanych geologicznie /zdjęcie geologiczne, badania geofizyczne/, na których stwierdzono występowanie danej kopaliny mogącej być przedmiotem dalszych badań rozpoznawczych.

Kopaliny skalne występują w r $\ddot{o}$ żnych formacjach geologicznych od prekambriu po czwartorz $\ddot{e}$ d. Niekt $\ddot{o}$ re z nich występują prawie równomiernie w całym kraju, inne tylko w określonych regionach. Zasoby kopalin skalnych zajmują pod wzgl $\ddot{e}$ dem ilościowym czołowe miejsce w bilansie zasob $\ddot{o}$ w kopalin kraju.

Dynamiczny rozwój budownictwa og $\ddot{o}$ lnego, przemysłowego i drogowego, a takż $\dot{e}$  innych przemysł $\ddot{o}$ w bazujących na kopalinach skalnych stawia pilne zadania dalszego powiększania ich zasob $\ddot{o}$ w. Prognostyczne zasoby kopalin skalnych, na podstawie przeprowadzonej analizy, przedstawiono w zbiorczej tabeli 3. Zasoby prognostyczne kopalin skalnych w kategorii D $_1$  wynoszą 23,8 mld t, a w kategorii D $_2$  ich ilość ocenia się na 185,5 mld t.

#### 4.1. Surowce hutnictwa, odlewnictwa i przemysłu materiałów ogniotrwałych

Ryszard PODSTOLSKI

##### 4.1.1. Skały kwarcytowe

Łupki kwarcytowe o unikalnym wystąpieniu wykorzystywanym w stanie surowym do produkcji materiałów ogniotrwałych są znane z okolic Jegłowej i Przeworna na Dolnym Śląsku /fig. 34/. W Jegłowej rozpoznano profil serii kwarcytowej oraz kontakt z niżej leżącą serią węglanową. Miąższość łupków kwarcytowych wynosi 10-100 m, a grubość pojedynczych ławic 0,2-1,5 m. Skład mineralny jest zmienny, zwłaszcza zawartość krysztalów. Łupki te charakteryzują się dużą zawartością krzemionki w granicach 87,23-99,00%. Łupki kwarcytowe w Jegłowej eksploatowane są ponad 100 lat.

Zasoby prognostyczne w kategorii  $D_1$  określono na 1,4 mln t. Perspektywy powiększenia zasobów łupków kwarcytowych są niewielkie i to tylko w obrębie eksploatowanego złoża.

Kwarcyty trzeciorzędowe występują na Dolnym Śląsku w rejonie Bolesławca oraz Strzelina /fig. 34/. Poza tym są znane nieregularne wystąpienia piaskowców kwarcytowych wśród osadów miocenkich w okolicach Ostrzeszowa i Kluczborka oraz wystąpienia w formie gładów narzutowych w okolicach Szczecina. Kwarcyty bolesławieckie są eksploatowane od dziesiątków lat. Występują one w formie soczew i pokładów wśród utworów żwirowo-piaskowych oligocenu lub na piaskowcach górnokredowych. Kwarcyty trzeciorzędowe w niecce bolesławieckiej eksploatowano w okolicy Kleszczowej, Osiecznicy, Parowa, Ożobola, Tomisławia, Nawojowa i innych.

Zasoby tego surowca są na wyczerpaniu. Zasoby prognostyczne kwarcytów trzeciorzędowych /bolesławieckich/ wynoszą w kategorii  $D_2$  0,83 mln t.

Ostatnio niewielkie wystąpienia kwarcytów trzeciorzędowych stwierdzono w miejscowości Kowalskie w okolicy Strzelina, gdzie należałoby skoncentrować prace poszukiwawcze.

Piaskowce kwarcytowe górnokredowe występują w obręczeniu niecki północnosudeckiej /fig. 34/. Są one lokalnie skwarcytyzowane. Charakteryzują się większą porowatością i małą wytrzymałością na ścisnienie. Wstępne badania wskazują jednak na możliwość ich zastosowania w przemyśle materiałów ogniotrwałych, zwłaszcza że zasoby są znaczne. W wyniku dotychczas przeprowadzonych badań terenowych wytypowano następujące obszary o zasobach prognostycznych:

- Kleszczowa - piaskowce koniaku o zawartości  $\text{SiO}_2$  98,2-99,2% i porowatości 4-18%,

- Napoleon - piaskowce koniaku występujące na przedłużeniu złoże Kleszczowa o zawartości  $\text{SiO}_2$  98,3-98,7% i porowatości około 13%,

- Dobra koło Bolesławca - piaskowce górnokredowe o zawartości  $\text{SiO}_2$  98,1-99,5% i porowatości 5-16%,

- Milików I - piaskowce cenomańskie o średniej zawartości  $\text{SiO}_2$  98,9%, wstępna eksploatacja wykazała ich przydatność dla przemysłu materiałów ogniotrwałych.

Zasoby prognostyczne wynoszą: w kategorii  $D_1$  0,33 mln t, a w kategorii  $D_2$  3,65 mln t.

Kwarcyty paleozoiczne /i starsze/ są znane z obszaru Dolnego Śląska i Gór Świętokrzyskich. Na Dolnym Śląsku występują kwarcyty metamorficzne w utworach staropaleozoicznych i prekambryjskich. Znane są one w Górach Kaczawskich i Pogórzu Izerskim w rejonie Kłodzko - Lądek Zdrój oraz Strzelina. Wystąpienia mają charakter pokładów lub soczew. Skład chemiczny i własności fizyczne odpowiadają na ogół wymaganiom przemysłu materiałów ogniotrwałych.

W rejonie świętokrzyskim występują skwarcytyzowane piaskowce kambryjskie i dewońskie. Występowanie pokładów piaskowców kwarcytowych na znacznych obszarach oraz dobre parametry fizykochemiczne wyznaczają dużą rolę tego surowca w zaspokojeniu potrzeb przemysłu materiałów ogniotrwałych, jednak z uwagi na obszary chronione praktyczne znaczenie mają tylko kwarcyty z okolicy Bukowej Góry. Zasoby prognostyczne w kategorii  $D_1$  wynoszą 20 mln t, a w  $D_2$  24,5 mln t.

Gnejsy i łupki sillimanitowe wieku prekambryjskiego i staropaleozoicznego występujące na Dolnym Śląsku w obszarze Wzgórz Strzebińskich /fig. 26/ mogą mieć również zastosowanie przy produkcji materiałów ogniotrwałych i przy produkcji glinu. Omówiono je w rozdziale 2.2.7.

Zbigniew KOZYDRA, Michał MARZEC

#### 4.1.2. Iły i łupki ogniotrwałe

Iły i łupki ogniotrwałe występują w utworach liasowych w północnej osłonie Gór Świętokrzyskich na obszarze krakowsko-wieluńskim i na Dolnym Śląsku w formacji trzeciorzędowej nięcki turoszowskiej /fig. 34/, niecki północnosudeckiej i bloku przedsudeckiego.

Górnokarbońskie łupki ogniotrwałe znane są na Dolnym Śląsku w okolicy Nowej Rudy i w Górnośląskim Zagłębiu Węglowym jako kopalina towarzysząca pokładom węgla kamiennego.

Zasoby prognostyczne ilów i łupków ogniotrwałych według oceny Kombinatu Geologicznego Zachód wynoszą dla obszaru dolnośląskiego /głównie dla niecki turosszowskiej/ w kategorii D<sub>1</sub> 332,6 mln t.

Istnieją również perspektywy dalszych prac poszukiwawczych tego surowca w następujących rejonach:

- depresja północnosudecka: rejon Ołdrzychowa wschodniego,
- niecka radomierzyska: rejon Tylice - Wrociszew Dolny,
- blok przedsudecki: rejon Iłowa - Siecioborzyce, Chocinów - Jawor, Wądroże - Naszawice, Strzelin - Ziębice,
- rejon Strzegomia: okolice Budziszów Wlk., Budziszów Mały - Ujazd Dolny, Różana - Jarosław, Żarnów - Piotrowice,
- depresja śląsko-opolska: rejon Grodków - Głogówek.

Obecnie Instytut Geologiczny prowadzi poszukiwania ilów ogniotrwałych w utworach trzeciorzędowych na monoklinie przedsudeckiej. Poszukiwania w obszarze Jarosław - Sobótka prowadzi Kombinat Geologiczny Zachód.

Ryszard PODSTOLSKI

#### 4.1.3. Magnezyty

Magnezyty występują w masywach serpentynitowych Dolnego Śląska w okolicy Gogołowa, Sobótki i Braszowic /fig. 34/. Procesy serpentynizacji wywołane przez waryscyjskie intruzje granitowe doprowadziły do powstania cienkich żyłek chryzotyłu i talku. W końcowej fazie przeobrażeń serpentynitu wskutek procesów karbonatyzacji utworzyły się w brzeżnych częściach masywów strefy mineralizacji magnezytowej. Substancja magnezytowa wynoszona była ze skał macierzystych przez krążące wody. Mineralizacją magnezytową są objęte przede wszystkim skały o daleko posuniętej serpentynizacji do głębokości około 100 m. Magnezyty występują w formie siatek, cienkich żyłek lub w formie grubych żył dochodzących sporadycznie do 10 m miąższości. Magnezyty mają zastosowanie w produkcji zasadowych materiałów ogniotrwałych oraz w mniejszym stopniu w budownictwie do produkcji cementu Sorela. Zasoby prognostyczne magnezytów w kategorii D<sub>1</sub> wynoszą 3,15 mln t.

Perspektywy zasobowe magnezytów są małe. Przyrostu zasobów można się spodziewać w obrębie udokumentowanych złóż i w ich bezpośrednim sąsiedztwie przez prowadzenie robót górniczych oraz wyprzedzających robót rozpoznawczych w obrębie pola górniczego, a także przez prowadzenie prac rozpoznawczych na przedłużeniu stref mineralizacji poza obrębem pól górniczych.

Ryszard PODSTOLSKI

#### 4.1.4. Serpentynity

Intruzje skał zasadowych występują wokół bloku sowiogórskiego /fig. 34/. Serpentynity tworzą cztery masywy: Gogołów - Jordanów, Szklary, Braszowice i Nowa Ruda.

Serpentynity znajdują zastosowanie w produkcji kruszywa drogowego. Mogą być również stosowane w produkcji ogniotrwałych materiałów forsterytowych i forsterytowo-magnezytowych. Występujące na Dolnym Śląsku serpentynity nie były dotychczas wykorzystywane do produkcji materiałów ogniotrwałych, nie ma również ich odpowiedniego rozpoznania na potrzeby tego przemysłu. Zasoby prognostyczne serpentynitów w kategorii D<sub>2</sub> wynoszą 252 mln t.

Aby wykorzystać serpentynity w przemyśle należałoby wykonać badania technologiczne i wdrożeniowe. W przemyśle materiałów ogniotrwałych do produkcji wyrobów forsterytowych i forsterytowo-krzemionkowych mogą być stosowane skały o przewodze fazy forsterytowej. Do takich skał zaliczają się perydotyty i perydotyty serpentynitowe zawierające około 50% oliwinu. Skały bogate w oliwin o składzie zbliżonym do forsterytu występują w centralnych częściach masywów Braszowice i Gogołów - Jordanów. Tam też należałoby skoncentrować prace dokumentacyjne, gdyżby surowiec ten znalazł zastosowanie w przemyśle materiałów ogniotrwałych.

Irena OIKOWICZ-PAPROCKA

#### 4.1.5. Dolomity ogniotrwałe

Dolomity w Polsce występują na obszarze śląsko-krakowskim i w Górach Świętokrzyskich /fig. 34/. Bazą dolomitów przeznaczonych dla przemysłu hutniczego jest obszar śląsko-krakowski, na którym występują dolomity dewońskie i triasowe. Wschodnie dolomitów dewońskich /Żywieckich/ grupują się głównie w okolicy Siewierza /woj. katowickie/. Na potrzeby hutnictwa jest udokumentowane złożo Brudzowice.

Dolomity triasowe reprezentują dolny i środkowy wapień muszlowy i są znane jako dolomity kruszczońskie i diploporowe. Dla przemysłu hutniczego udokumentowano złoża: Ząbkowice Będzińskie I i II, Żelazowa, Gródek - Ciężkowice, Gadlin, Borowniki - Blachówka i Imielin /woj. katowickie/.

W Górach Świętokrzyskich występowanie dolomitów jest związane z eiflem i żywetem. Dla przemysłu hutniczego udokumentowano złoża Winna, a dla złóż Doły Biskupie i Kostomłoty I /woj. kieleckie/ określono zasoby prognostyczne. Dolomity są pochodzenia osadowego i występują w formie pokładów.

Wśród dolomitów przeznaczonych dla przemysłu hutniczego wyróżnia się dolomit wielkopiecowy /DW/, martenowski /DM/, konwertorowy /DK/. O przeznaczeniu dolomitów decyduje skład chemiczny, tj. zawartość głównego składnika MgO oraz składników szkodliwych: SiO<sub>2</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Zn + Pb.

Wydobycie dolomitów ogniotrwałych w 1975 r. wyniosło 2580 tys. t. Surowiec eksploatuje się ze złóż na obszarze śląsko-krakowskim.

Występowanie zasobów perspektywicznych dla przemysłu hutniczego wiąże się przede wszystkim z formacją triasową, a więc z obszarem śląsko-krakowskim. Pewne możliwości powiększenia bazy tego surowca istnieją również w Górach Świętokrzyskich.

Obszarami o zasobach perspektywicznych w regionie śląsko-krakowskim jest obszar siewiersko-olkuski i chrzanowsko-imieliński. Zasoby perspektywiczne regionu śląsko-krakowskiego wynoszą w kategorii D<sub>1</sub> 812,7 mln t, natomiast w Górach Świętokrzyskich - 457,0 mln t; łącznie dla całego kraju wielkość zasobów perspektywicznych w kategorii D<sub>1</sub> wynosi 1269,7 mln t.

Prace poszukiwawcze prowadzone przez Instytut Geologiczny, polegające na wyznaczeniu obszarów o zasobach perspektywicznych dolomitów ogniotrwałych, zostały zakończone. Obecnie należy wykonać dokumentację geologiczną w kategorii C<sub>2</sub> i wyższych. Prace te powinny być prowadzone w Kombinacie Geologicznym.

Monika BŁASZAK

#### 4.1.6. Piaski formierskie

Wyróżniono piaski formierskie kwarcowe /tzw. czyste/ oraz naturalne, zawierające do 35% minerałów ilastych. Piaski kwarcowe czyste występują w utworach jury, kredy i trzeciorzędu, a piaski naturalne w utworach kredy i trzeciorzędu. W ostatnich latach udokumentowano również szereg złóż piasków czwartorzędowych /fig. 34/.

Piaski kwarcowe jurajskie udokumentowane lub zarejestrowane występują w okolicy Iłży i Szydłowca /woj. radomskie/, Skarżyska-Kamiennej i Wąchocka /woj. kieleckie/ oraz Parczówka i Sobawin /woj. piotrkowskie/.

Piaski kwarcowe kredowe są znane z niecki tomaszowskiej /złoża Grudzień, Wygnanów, Góry Trzebiatowskie i inne, woj. piotrkowskie/ oraz z Dolnego Śląska w okolicy Krzeszówka i niecki bolesławieckiej /Osiecznica, Parowa, Ołobola i inne, woj. jeleniogórskie/.

Piaski trzeciorzędowe są znane z Dolnego Śląska z okolic Nawojowa Śląskiego, Hermanowa, Kliczkowa /woj. jeleniogórskie/, z okolic Lutynki /woj. zielonogórskie/, Konina /woj. konińskie/ oraz północnej Polski /woj. koszalińskie, gdańskie, słupskie i elbląskie/. Z obszaru świętokrzyskiego piaski są znane z okolic Szymanowic, Gieraszwic i Świniar /woj. tarnobrzeskie/; poza tym z Lubelszczyzny, tj. okolic Czuchyc i Malinówki /woj. chełmskie/. Ponadto piaski te występują w rejonie Tereszpola i Kukielek /woj. zamojskie/.

Piaski kwarcowe ilaste kredowe i trzeciorzędowe występują w województwie częstochowskim, natomiast trzeciorzędowe na obszarze Gór Świętokrzyskich /woj. kieleckie/. Poza tym występują jeszcze trzeciorzędowe piaski ilaste glaukonitowe znane tylko z rejonu Zielnowo /woj. toruńskie/.

Piaski kwarcowe czyste tworzą złoża pokładowe, natomiast złoża z obszaru Lutynki należą do typu wydumowego. Piaski kwarcowe ilaste okolic Częstochowy należą do złożeń typu krasowego i występują w wapieniach jurajskich. Piaski z Gór Świętokrzyskich są również typu krasowego, ale występują w piaskowcach albu.

W złożu Zawisza /woj. częstochowskie/ występują jurajskie piaski formierskie typu pokładowego zarówno kwarcowe czyste, jak i ilaste.

Obszarami o zasobach perspektywicznych piasków formierskich są:

- Żarki - Gorzów Śląski, w obrębie którego wyróżniono rejon: Maszkańskie, Konopiska, Wręczyca, Przystajń i Gorzów Śląski /woj. częstochowskie/. Występują tu piaski jury dolnej - górny lias /warstwy Łysieckie/ i jury środkowej - aalen i bajos /warstwy kościeliskie/.

- Północno-zachodnie i północne obrzeżenie Gór Świętokrzyskich, w którym piaski występują w okolicy Iży i Szydłowca /woj. radomskie/. Są to właściwie krusze piaskowce rozpadające się pod wpływem uderzenia i wody w luźny piasek. Poza tym piaski środkowo-jurajskie występują w okolicy Sobawin i Parczówka /woj. piotrkowskie/.

- Dolny Śląsk, gdzie perspektywiczne są piaski kredowe z rejonu Krzeszówek i Bolesławiec - Osiecznica.

- Burzenin /woj. sieradzkie/, gdzie piaski albskie występują w spagu serii fosforytonośnej.

- Konin - Koło - Turek /woj. konińskie/ z piaskami trzeciorzędowymi związanymi z formacją brunatnowęglową. Wychodnie ich są znane z okolic Rumina, Sławska, Adamowa, Kun i innych.



- Lubelszczyzna i Roztorze /woj. chełmskie i zamojskie/, gdzie występują drobne złoża piasków kwarcowych trzeciorzędowych. Znane są one z okolic Rejowca, Włodawy, Tereszpoła, Koziejówki i Józefowa.

- Polska północna, w której perspektywiczne są piaski trzeciorzędowe okolic Koszalina i Słupska, Wielkiej Wsi, Gdańska i Fromborka /woj. koszalińskie, słupskie, gdańskie i elbląskie/.

Zasoby prognostyczne piasków formierskich na wymienionych obszarach w kategorii  $D_1$  wynoszą 1228 mln t, a w kategorii  $D_2$  - 857 mln t.

Obecnie prowadzi się regionalne prace poszukiwawcze skoncentrowane w rejonie Żarki - Gorzów Śląski. Po wyznaczeniu przez Instytut Geologiczny obszarów o zasobach najbardziej perspektywicznych kombinaty geologiczne powinny wykonać opracowania dokumentacyjne w kategorii  $C_2$  i wyższej.

Dokumentowaniem piasków formierskich w kategoriach przemysłowych zajmują się obecnie - poza Instytutem Geologicznym - Kombinat Geologiczny Południe i częściowo Zachód.

Irena OIKOWICZ-PAPROCKA

#### 4.1.7. Ziemia krzemionkowa

Ziemia krzemionkowa w Polsce występuje w północno-wschodnim i południowo-zachodnim obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich oraz na Wyżynie Lubelskiej /fig. 35/. Dotychczas udokumentowano cztery złoża: Piotrowice koło Zawichostu /woj. tarnobrzesckie/, Lechówka /woj. chełmskie/, Góra Puławska /woj. lubelskie/ oraz Dąbrówka Czostkowska /woj. kieleckie/. Złoża: Lechówka, Piotrowice i Dąbrówka Czostkowska występują w utworach kredowych, a Góra Puławska w osadach trzeciorzędowych. Są to złoża rezydualne pochodzenia wietrzeniowo-hipergenicznego, powstałe przez odpapnienie opok i gez. Miąższość ich jest zróżnicowana i wynosi od kilku do 30 m.

Ziemia krzemionkowe wymagają uszlachetnienia polegającego na suszeniu i mieleniu kopaliny. Najistotniejszym składnikiem omawianego surowca jest  $SiO_2$ , którego ilość powinna się wahać w granicach 80-87%.

Ziemia krzemionkowa jest stosowana w przemyśle chemicznym jako nośnik katalizatora środków ochrony roślin /pestycydy/ oraz jako materiał filtracyjny i odbarwiający. Stopień wykorzystania złóż jest niepełny. Najlepiej zagospodarowany jest rejon Piotrowic. Wydobycie surowca w tym rejonie w 1975 r. wyniosło 20 000 t.

Perspektywy powiększenia bazy zasobowej ziemi krzemionkowej istnieją, jakkolwiek ze względu na małe wymiary złóż ich wykrycie jest często

sprawą przypadku. Regionalne poszukiwania powinny się skoncentrować w zasięgu górnokredowych wychodni na południowo-zachodnim obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich, w niecce miechowskiej i mogileńsko-łódzkiej oraz w paśmie Małogoszcz - Bełchatów - Sieradz. Drugim obszarem o zasobach perspektywicznych jest obszar wychodni górnokredowych w zasięgu północno-wschodniego obrzeżenia Gór Świętokrzyskich i Wyżyny Lubelskiej.

Dla trzech obszarów obliczono zasoby perspektywiczne. Są to:  
1/ Góra Puławska /dano-mont/ w rejonie środkowej Wisły /woj. lubelskie/, 2/ Lasocin /kreda górna/ w północno-wschodnim obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich /woj. tarnobrzemie/, 3/ Janów - Leonów /kreda górna/ w obrębie płyty lubelskiej /woj. lubelskie/. Łączne zasoby w kategorii D<sub>1</sub> wynoszą 7,3 mln t.

Zbigniew KOZYDRA, Michał MARZEC

#### 4.1.8. Bentonity i łupki bentonitowe

Bentonity i łupki bentonitowe są znane z utworów przywęglowych karbonu górnośląskiego. Zasoby prognostyczne bentonitów według W. Malczyka wynoszą w kategorii D<sub>1</sub> 12 mln t, a w D<sub>2</sub> 8 mln t. Bentonity występują również w postaci cienkich wkładek we wszystkich niemal ogniwach fliszu karpackiego. Największe jednak ich nagromadzenie stwierdzono w warstwach eocenu magurskiego w Polanach koło Grybowa /fig. 35/. Miąższość ławic bentonitowych waha się tutaj od kilku milimetrów do 70 cm, sporadycznie 180 cm.

Łupki bentonitowe mają znacznie większe rozprzestrzenienie i występują w większych nagromadzeniach, np. łupki pstre illitowo-montmorillonitowe w Międzybrodziu, w Chorzowie k/Pruchnika i towarzyszące bentonitom łupki w Polanach. Miąższość łupków bentonitowych dochodzi do 60 cm. Łupki bentonitowe z Chorzowa występują w północnej, brzeżnej strefie jednostki skolskiej, w strefie nasunięcia Karpat na miocen. W strefie tej wynurzają się na powierzchnię eoceńskie zielone łupki bentonitowe w formie dwu łusek. Miąższość łupków w łusce dolnej wynosi 40 m, w łusce górnej 64 m. Warstwy te ciągną się wzdłuż brzegu Karpat w formie klina zwężającego się ku wschodowi. Przykryte są one warstwą glin lessowatych o grubości 3-5 m.

Zasoby prognostyczne obliczono uwzględniając miąższość oraz powierzchnię obszaru i przyjmując możliwą głębokość eksploatacji 30 m. Z obliczonej kubatury tylko 30% uznano za możliwe do odzyskania. Zasoby łupków bentonitowych na obszarze fliszu karpackiego w kategorii D<sub>1</sub> wynoszą 5,9 mln t.

Monika BŁASZAK

#### 4.2. Surowce przemysłu szklarskiego

Złoża kwarcowych piasków szklarskich występujące na obszarze Polski znajdują się w utworach jury, kredy i trzeciorzędu /fig. 35/.

Piaski jurajskie. Wychodnie tych piasków są znane z obrzeżenia Gór Świętokrzyskich, gdzie występują w utworach liasu i jury środkowej w rejonie Parczówka, Sobawin /woj. piotrkowskie/ oraz Wąchocka i Skarżyska /woj. kieleckie/.

Piaski kredowe. Koncentrują się one głównie w dwóch rejonach: Tomaszów Mazowiecki /woj. piotrkowskie/ i Bolesławiec - Osiecznica /woj. jeleniogórskie/. W okolicy Tomaszowa Mazowieckiego reprezentują one osady morskie od barremu aż po alb dolny. Piaski te znane są z Białej Góry, Unewela, Grudzenia, Wygnanowa, Zajączkowa, Radoni i Gór Trzebiatowskich. Piaskowce i piaski albskie nadające się dla przemysłu szklarskiego występują również na pograniczu niecki miechowskiej i mogileńskiej w okolicy Radomska oraz na południe od Sulejowa. Piaski /piaskowce/ rejonu Bolesławiec - Osiecznica to przede wszystkim piaskowce koniaku i niektóre partie santonu znane z okolic Osiecznicy, Ożoboli, Kliczkowa i Dobrej. Piaskowce te są utworami morskimi.

Piaski trzeciorzędowe. Na obszarze Polski można wydzielić dwa genetycznie różne złoża piasków szklarskich: związane z miocenną lądową formacją brunatnowęglową i z miocennymi osadami morskimi. Złoża pierwszego typu znane są z Lutynki /woj. zielonogórskie/ i Bolesławca /woj. jeleniogórskie/. Z tą samą formacją brunatnowęglową są związane piaski Niżu Polskiego - obszar Ostrzeszowa /złoża: Olszyna, Parzynów, Zmysłona, Parzynowska, Celinki, Kamienna Góra w woj. kaliskim/ oraz z rejonu Konin - Koło - Turek /złoża: Sławsk, Konin, Rumin, Adamów, Kuny, Józefów, Ochle w woj. konińskim/. Piaski te występują również na Pomorzu w dolinie rzeki Brdy /woj. bydgoskie/, w rejonie Frombork - Braniewo /woj. elbląskie/, w obszarze Pucka, Gdańska i Gdyni /woj. gdańskie/ oraz na obszarze Koszalina i Sławska /woj. koszalińskie i szupskie/.

Piaski szklarskie związane z miocennymi osadami morskimi są znane z obszaru Sandomierz - Tarnobrzeg - Roztocze i południowej Lubelszczyzny /Roztocze/. W obszarze Sandomierz - Tarnobrzeg występują złoża o dużym znaczeniu gospodarczym. Są to złoża: Świniary, Piaseczno i Chodków /woj. tarnobrzeskie/. Są one znane jako tzw. piaski baranowskie. Na Roztoczu piaszczyste osady miocenu występują w okolicach Biłgoraja, Huty Różanieckiej, Tereszpola i Koziejówki /woj. zamojskie/.

Obszarami o zasobach perspektywicznych piasków szklarskich są: tomaszowski, bolesławiecko-turoszowski, tarnobrzęski, słowiński i żarski. Zasoby prognostyczne piasków szklarskich na tych obszarach podano w tabeli 32.

W Kombinacie Geologicznym Południe dla całego obszaru niecki tomaszowskiej opracowano projekt robót geologicznych, w wyniku którego zostanie wykonana kompleksowa dokumentacja geologiczna. Podobny projekt dla obszaru niecki bolesławieckiej opracowano w tym samym kombinacie. Realizację tego projektu przekazano Kombinatowi Geologicznemu Zachód.

T a b e l a 32

Zasoby prognostyczne piasków szklarskich

Obszar	Zasoby prognostyczne D <sub>1</sub> w tys. t
Tomaszowski	700 000
Bolesławiecko-turoszowski	130 000
Tarnobrzęski	26 000
Słowiński	20 000
Żarski	450
Razem	876 450

4.3. Surowce ceramiki szlachetnej

Zbigniew KOZYDRA, Michał MARZEC

4.3.1. Kaoliny

Kaoliny występują tylko na Dolnym Śląsku. Na obszarze masywów granitowych Strzegom - Sobótka i Strzelin - Żulowa występują pierwotne złoża wietrzeniowe /fig. 34/. Kaoliny na wtórnych złożach osadowych występują w południowym skrzydle niecki północnosudeckiej. Niewielkie złoża surowców kaolinowych znane są na Pogórzu Izerskim, przedpolu Gór Sowich i w pobliżu Wądroża Wielkiego. Dotychczas określono prognozy dla czterech obszarów: niecki północnosudeckiej, masywu strzegomskiego i strzeleńskiego oraz Pogórza Izerskiego /tab. 33/.

Zasoby prognostyczne kaolinów

Obszar	Zasoby prognostyczne w mln t		Główne parametry złożowe		
	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	głębokość w m	miąższość w m	typ surowca
<u>Niecka północnosudecka</u>					
Zofia - Czerwona Woda	-	2,0	40	10	FK + FP
Maria III i I	-	8,0	100	40	FK + FP
<u>Masyw Strzegom - Sobótka</u>					
Krasów - Gola Świdnicka	7,5	-	65	10	FS, FO, FK, FP
Śmiałowice	5,0	-	60	20	FS, FO, FK, FP
Pastuchów - Wierzбно	3,0	-	50	19	FO, FK, FP, FS
Jugowa - Roztoka	12,0	-	100	15	FO, FK, FP, FS
Wiadrów - Kłaczyna	11,0	-	75	10	FO, FK, FP
Niedaszów - Krystyna	35,0	-	60	8	FO, FS, FK, FP
Siekierzyce - Stefania	20,0	-	60	9	FO, FP
<u>Masyw Strzelin - Żulowa</u>					
Strzelin /przedłużenie złoża Mońka/	-	2,5	60	10	FK, FP, FO
Kaczów	-	3,0	25	7	FO, FK, FP
Biskupów	-	3,2	70	10	FK, FP, FO
<u>Pogórze Izerskie</u>					
Kamień	0,8	-	-	-	kaolin wysoko plastyczny
Razem	94,3	18,7			

Zbigniew KOZYDRA, Michał MARZEC

## 4.3.2. Iły kamionkowe i biało wypalające się

Iły kamionkowe i biało wypalające się występują głównie w utworach trzeciorzędowych na Dolnym Śląsku /fig. 35, tab. 34/ oraz w formacji triasowej i jurajskiej na obszarze świętokrzyskim i krakowsko-wieluńskim. Triasowe i liasowe iły kamionkowe na obszarze świętokrzyskim tworzą zwykle pokład o grubości 2-3 m wśród piaskowców /np. w okolicy Suchedniowa, Żarnowa, Przysuchej/, rzadziej zaś grubsze, płytko występujące kompleksy o miąższości 5-20 m /np. w okolicy Parszowa koło

Zasoby prognostyczne iłów kamionkowych

Obszar	Zasoby prognostyczne w mln t	
	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>
<u>I. Iły górnokredowe /santon/</u>		
Zofia /Czerwona Woda/	0,5	-
Parowa - Ołobok - Tomisław - - Osieczów - Brzeźnik	-	1 047,2
Maria II /Zebrzydowa/	9,0	-
Otok	7,0	34,0
Brzeźnik - Bolko - Ocice - - Anna	310,0	100,0
Jaroszowice - Janina - Suszki - Nowogrodziec - Skała	32,9	12,2
<u>II. Iły miocenijskie</u>		
Turoszów - Bogatynia /3 podobszary/	-	7 640,0
Radomierzyce /7 podobszarów/	-	112,0
Zgorzelec - Trójca - Lubań /22 podobszary/	-	250,0
Pieńsk /6 podobszarów/	-	144,0
Gozdnica	-	18,0
Węgliniec - Czerwona Woda	-	1 920,0
Zebrzydowa - Czerna	-	640,0
<u>III. Iły pliocenijskie</u>		
Krzeczyn	-	320,0
Osiek	-	160,0
Legnica - Prochowice	-	7 360,0
Razem	359,4	13 757,4

i biało wypalających się Dolnego Śląska

Główne parametry złożowe		
Głębokość w m	Miąższość w m	Typ
64,0	ok. 20,0	KA, KS, KU
100,0 i 30,0	30,0 i 8,0	A, B, C, D, E, F, N, O, P, kamionkowe, porcelitowe, fajansowe
40,0	10,0	KA, KB, KU
50,0	10,0	KA, KU, fajansowe, porcelitowe, ogniotrwałe
100,0	25,0 i 20,0	fajansowe, porcelitowe, kamionkowe, ogniotrwałe
100,0	8,0 i 10,0	fajansowe, porcelitowe, kamionkowe, ogniotrwałe
50,0	20,0	kamionkowe
10,0	5,0	kamionkowe, ogniotrwałe
10,0	5,0	kamionkowe, ogniotrwałe, ceramiki budowlanej
10,0	5,0	kamionkowe, ceramiki budowlanej
20,0	9,0	kamionkowe
50,0	20,0	kamionkowe, ogniotrwałe
50,0	10,0	kamionkowe
40,0	20,0	kamionkowe, ceramiki budowlanej
40,0	20,0	kamionkowe, ceramiki budowlanej
40,0	20,0	kamionkowe, ogniotrwałe, ceramiki budowlanej

Skarżyska Kamiennej/. Do większych złóż należą: Baranów, Włochów, Paraszów - Szkleniec, Paszkowice i Zawada.

Mioceneńskie iły kamionkowe występują jako pokłady o przekroju soczewkowym i zmiennej miąższości /od kilku do kilkunastu metrów/ wśród osadów piaszczysto-ilastych. Są wydobywane systemem odkrywkowym w okolicy Gozdniczy i Zebrydowej. Tego rodzaju iły występują też w nadkładzie złóż węgla brunatnego w Turoszowie i Koławsku, gdzie tworzą zwykle nieregularne przeżawienia wśród zmiennych litologicznie osadów miocenu óródlądowego.

Ponadto iły kamionkowe są znane z utworów górnej kredy niecki północnosudeckiej, gdzie występują w cienkich pokładach wraz z iłami porcelitowymi i fajansowymi /złoża: Bolko, Anna, Janina, Ocice/. Oznaczają się one zazwyczaj znaczną zmiennością litologiczną, a głównie zmiennym stopniem zapiaszczenia. Wykorzystanie ich, limitowane wielkością wydobycia iłów biało wypalających się, jest niewielkie i nie mają one, przynajmniej dotychczas, większego znaczenia gospodarczego.

Występowanie iłów kamionkowych jest również notowane na obszarze krakowsko-wieluńskim, np. w okolicy Zawiercia, Siewierza, Sierakowa oraz Wieruszowa. Tworzą one zwykle nieregularne soczewkowate pokłady o miąższości 1-5 m wśród utworów piaszczysto-ilastych dolnego liasu.

Duże peregpektywy surowcowe występują głównie w północno-zachodniej części Dolnego Śląska i południowej części Ziemi Lubuskiej. Zasoby prognostyczne iłów kamionkowych i biało wypalających się wynoszą w kategorii D<sub>1</sub> 359,4 mln t, a w kategorii D<sub>2</sub> 13 757,4 mln t.

Ryszard PODSTOLSKI

#### 4.3.3. Surowiec skaleniowy

W celu uzyskania surowca skaleniowego są eksploatowane leukogranity w Strzeblowie na Dolnym Śląsku /fig. 35/. W brzeżnej strefie masywu granitowego Strzegom - Sobótka występuje strefa granitu bezżyszczykowego skaolinizowanego. Skała ta, określona jako "skaleń", występuje w Strzeblowie, Górcie, Chwałkowie i Mrowinach, w wąskiej strefie na kontakcie granitu z osłoną metamorficzną. Poza wymienionymi udokumentowano złoża Leukogranitów w Kopańcu i trachitu w rejonie Krzeszowic.

Zasoby prognostyczne określone tylko dla leukogranitów dolnośląskich wynoszą w kategorii D<sub>2</sub> 10 mln t. Istnieją poza tym duże zasoby potencjalne surowca skaleniowego /głównie skaleń potasowy/ związane z arkożą kwaczalską, jednak nie opracowano jeszcze technologii przeróbki



i wzbogacania arkozy. Wobec ograniczonych możliwości wzrostu zasobów skał leukokratycznych należałoby zintensyfikować badania nad technologią przeróbki i wykorzystania innych skał zawierających skałki potasowe.

Ryszard PODSTOLSKI

#### 4.3.4. Kwarc żyłowy

Kwarc żyłowy o znaczeniu przemysłowym występuje wyłącznie w Sudetach, głównie w strefach tektonicznych masywów: strzegomskiego, karkonoskiego i izerskiego /fig. 35/.

Wyróżnia się dwa typy złóż: występujące w utworach metamorficznych /Rozdroże, Barcinek, Taczalin/ i przecinające masywy granitowe /Sady, Krasków, Jaroszów/. Są to stromo nachylone strefy mineralizacji kwarcowej o szerokości kilkudziesięciu metrów. Występują one w formie soczew o zmiennej wielkości i miąższości. W centralnej części soczew tworzy cienkie równoległe żyłki przedzielone przeobrażoną skałą.

Na Dolnym Śląsku udokumentowano siedem złóż. Surowiec z tych złóż może być wykorzystywany dla przemysłu ceramicznego, hutniczego i materiałów ogniotrwałych. Zwiększenie zasobów kwarcu jest możliwe przez rozpoznanie obszarów otaczających złoża oraz przez rozpoznanie obszarów o zasobach perspektywicznych w kategorii  $D_1$  7,5 mln t i  $D_2$  22,4 mln t:

- Wojcieszycze - żyła kwarcu tnąca gnejsy izerskie długości 500 m i szerokości do 10 m,
- Rozdroże Izerskie - strefa mineralizacji kwarcowej długości blisko 10 km i szerokości 20-300 m,
- Grabierzycze Górne - trzy równoległe żyły w gnejsach izerskich,
- Stankowice - Leśna - dwie żyły długości 700 i 1000 m,
- Nowa Kamienica - soczewa kwarcu długości 300 m i szerokości do 20 m,
- Barcinek - strefa mineralizacji kwarcowej w gnejsach izerskich,
- Taczalin - Wądroże Wielkie - badaniami geofizycznymi stwierdzono tu większe nagromadzenie żył pod pokładem,
- Krasków - żyła w obrębie granitu długości około 500 m i szerokości do 70 m,
- Marcinowice koło Janowa - żyła w obrębie łupków metamorficznych,
- Chwałków - żyła w granitach na zboczach Ślęży,
- Rejon Jaroszowa - dwie żyły na kontakcie granitu z osłoną,

- Mszana - żyła w granitach długości około 150 m i szerokości do 20 m,
- Skrażyce - żyła długości 200 m,
- Mikoszowa - Przyłęgów - żyła o długości około 400 m i szerokości do 15 m,
- Gola Świdnicka - strefa mineralizacji w granicie o długości ponad 250 m i szerokości do 40 m.

Większość wystąpień kwarcu żyłowego rozpoznano dotychczas tylko na wychodniach lub w części przypowierzchniowej. W związku z tym wnioskuje się głębszą penetrację wybranych wystąpień głównie metodami geofizycznymi oraz wierceniami kierunkowymi. Równoległe z badaniami geologicznymi powinny być prowadzone próby wzbogacania, przeróbki i kompleksowego wykorzystania tego deficytowego surowca.

#### 4.4. Surowce ceramiki budowlanej

Zbigniew KOZYDRA

##### 4.4.1. Surowce ilaste ceramiki budowlanej i kruszyw ceramicznych

Surowce ilaste ceramiki budowlanej są używane do wyrobu materiałów ceramicznych stosowanych głównie w budownictwie, a także w rolnictwie i drogownictwie. Do materiałów tych należą: cegły, pustaki, dachówki, rurki drenarskie, pokrywy kablowe, klinkier drogowy i inne. Surowce ilaste ceramicznych kruszyw lekkich są stosowane do wytwarzania kruszywa keramzytowego metodą wypalania w piecach obrotowych lub kruszywa aglomerowanego /glinoporytu i łupkoporytu/ metodą spiekania.

W przemyśle ceramiki budowlanej i przemyśle kruszyw lekkich są wykorzystywane różnorodne surowce ilaste. Ze względu na wiek i genezę wyróżnia się następujące ich grupy /fig. 35/:

##### 1. Surowce ilaste czwartorzędowe:

- iły i gliny aluwialne występujące w dolinach większych rzek i w delcie Wisły oraz gliny zwietrzelinowe znajdujące się w Karpatach i Sudetach,
- lessy i gliny lessowe występujące na Wyżynie Lubelskiej i Małopolskiej oraz na Przedgórzu Karpat i Sudetów,
- iły i mułki zastoiskowe występujące miejscami na obszarze Polski północnej i środkowej,
- gliny zwałowe na ogół obficie występujące na obszarze niemal całego kraju.

2. Surowce ilaste trzeciorzędowe:

- iły pliocenijskie występujące miejscami w Polsce środkowej i południowo-zachodniej,
- iły mioceńskie pochodzenia lądowego znane przede wszystkim z Dolnego Śląska,
- iły mioceńskie pochodzenia morskiego występujące na obszarze zapadliska przedkarpackiego,
- iły oligocenijskie /septariowe/, których występowanie ogranicza się do okolic Szczecina,
- iłożupki fliszu karpackiego.

3. Surowce ilaste starsze od trzeciorzędu:

- iły środkowojurajskie występujące głównie na obszarze Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej,
- iły liasowe znane z nielicznych wystąpień na obszarze Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej i w północnym obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich,
- iły triasowe występujące przede wszystkim w północnej osłonie Górnośląskiego Zagłębia Węglowego, a także w osłonie Gór Świętokrzyskich,
- iłożupki karbońskie eksploatowane licznie w Górnośląskim Zagłębiu Węglowym,
- iłowce kambryjskie znane przede wszystkim ze wschodniej części Gór Świętokrzyskich.

Surowce ilaste ceramiki budowlanej, zależnie od wieku i genezy, wykazują różne własności ceramiczne. Wytwarzane z nich wyroby różnią się jakością czerepu i związanymi z tym odmiennymi własnościami fizycznymi, głównie nasiąkliwością i wytrzymałością mechaniczną.

Wśród tych surowców wyróżnia się z technologicznego punktu widzenia takie, które nadają się do produkcji tylko najprostszych wyrobów ceramicznych, tzw. grubościennych /cegła zwykła/ oraz takie, które są przydatne do wytwarzania wysokojakościowych wyrobów drażonych i cienkościennych /np. cegła kratówka i szczelinówka, rurki drenarskie, pustaki ceramiczne, dachówki/ lub wyrobów specjalnych /np. cegła licowa i klinkierowa, klinkierowe płytki elewacyjne i in./.

Podobnie przedstawia się sytuacja z surowcami ilastymi do wytwarzania kruszyw ceramicznych. Jedne odmiany iłów i iłożupków nadają się tylko do produkcji aglomerowanego kruszywa glinoporytowego lub żupkoporytowego, natomiast inne można stosować do wytwarzania wysokojakościowego kruszywa keramzytowego, oznaczającego się niskim ciężarem objętościowym, małą nasiąkliwością i dość znaczną wytrzymałością mechaniczną.

Surowce ilaste przydatne do produkcji wyrobów drażonych, cienkościennych i specjalnych, a także dobrej jakości ceramicznych kruszyw

keramzytowych lub aglomerowanych występują stosunkowo rzadko. Do produkcji wartościowych wyrobów ceramiki budowlanej nadają się głównie niektóre odmiany ilów zastoiskowych, plioceńskich i mioceneńskich, a także odmiany sporadycznie występujących ilów jurajskich i triasowych. Z dotychczasowych badań wynika też, że do produkcji kruszywa keramzytowego mogą być przydatne przede wszystkim niektóre ilły plioceńskie oraz pewne odmiany ilów środkowojurajskich /np. towarzyszące rudzie żelaza w kopalniach Łęczyckich/. Za perspektywiczne uważa się też niektóre odmiany ilów miocenu morskiego. Do produkcji dobrej jakości kruszywa glinoporytowego nadają się głównie mułkowato-ilaste odmiany osadów zastoiskowych i plioceńskich.

Pozostałe osady ilaste ze względu na małą plastyczność, dużą nasiąkliwość po wypaleniu lub niską wytrzymałość mechaniczną, a także ze względu na obecność składników szkodliwych nadają się tylko do produkcji wyrobów grubościennych i gorszego jakościowo glinoporytu. Niektóre z nich, mimo nawet niekiedy dobrych własności ceramicznych /np. ilły i gliny aluwialne/ występują w złożach o niewielkiej miąższości, co praktycznie przekreśla możliwości ich eksploatacji na większą skalę.

W tym opracowaniu uwzględniono surowce perspektywiczne dla rozwoju nowoczesnego przemysłu ceramicznego, a więc nadające się do produkcji wyrobów drażonych, cienkościennych i specjalnych oraz kruszywa keramzytowego i wysokiej jakości kruszywa glinoporytowego. Pominięto natomiast na ogół powszechnie występujące gliny zwałowe i lessy, gdyż - jak to wynika z Przeglądowej mapy surowców skalnych Polski w skali 1:300 000 - w każdym niemal regionie można ustalić wielomilionowe zasoby prognostyczne tego rodzaju skał.

Wymagania geologiczno-górniczne dla złóż surowców ilastych ceramiki budowlanej są następujące:

minimalna miąższość złoża	-	2 m
maksymalna miąższość nadkładu złoża	-	6 m
maksymalny stosunek grubości nadkładu do miąższości złoża /n : z/	-	1:1,5
minimalne zasoby bilansowe złoża	-	1,5 mln m <sup>3</sup>
maksymalna głębokość eksploatacji złoża	-	30 m

Ostatnio wymaga się również, by surowce ilaste nowo udokumentowanych złóż pod względem jakości nadawały się do produkcji wyrobów drażonych, cienkościennych lub specjalnych.

Wymagania geologiczno-górniczne dla surowców ilastych kruszyw ceramicznych są zbliżone do wymagań ustalonych dla surowców ceramiki budowlanej.

Wyznaczenie obszarów o zasobach perspektywicznych i określenie zasobów prognostycznych surowców ilastych ceramiki budowlanej i ceramicz-

nych kruszyw lekkich, odpowiadających wymaganiom geologiczno-górnictwom i jakościowym napotyka na poważne trudności. Są one przede wszystkim związane z brakiem szczegółowych map geologicznych. Słaba jest jeszcze znajomość składu chemicznego i mineralnego składników szkodliwych oraz praw determinujących ich rozmieszczenie. Dlatego też przedstawione w tym opracowaniu obszary i zasoby prognostyczne traktować należy jako orientacyjne, które w miarę rozwoju badań będą ulegać zmianom.

Zasoby prognostyczne surowców ilastych ceramiki budowlanej i ceramicznych kruszyw lekkich ustalono na podstawie aktualnego stanu wiadomości o budowie geologicznej oraz dostępnych materiałów geologiczno-surowcowych. Wyodrębniono zasoby prognostyczne surowców przydatnych do produkcji wyrobów drażonych, cienkościennych i specjalnych ceramiki budowlanej oraz kruszywa keramzytowego, a także nadających się do produkcji wyższej jakości kruszywa glinoporytowego. Zasoby prognostyczne dla wyznaczonych obszarów ustalono po określeniu powierzchni występowania, spodziewanej średniej miąższości oraz współczynnika /0,2/ wyznaczonego ze względu na zabudowę i zagospodarowanie omawianych rejonów /fig. 35/.

Ogółem zasoby prognostyczne surowców ilastych przydatnych do produkcji wyrobów drażonych, cienkościennych lub specjalnych ceramiki budowlanej dla 63 obszarów wytypowanych w 32 województwach w kategorii  $D_2$  wynoszą 418,4 mln  $m^3$ , tj. 836,8 mln t. W tym znajdują się także 31 obszarów /w 23 woj./ występowania surowców przydatnych do produkcji kruszyw ceramicznych, których zasoby prognostyczne ocenia się na 103,9 mln  $m^3$  /tj. 207,6 mln t./. Ponadto według danych Oddziału Karpackiego Instytutu Geologicznego, na obszarze Karpat zasoby prognostyczne surowców ilastych przydatnych do produkcji kruszyw ceramicznych wynoszą w kategorii  $D_1$  50 mln t i w kategorii  $D_2$  też 50 mln t.

Ogólne zasoby prognostyczne surowców ilastych przydatnych do produkcji wyrobów grubościennych /cegła pełna/ i gorszej jakości kruszywa glinoporytowego ocenia się na kilkadziesiąt miliardów  $m^3$ .

Zdzisław SILIWOŃCZUK, Michał GIENKA, Rafał KORDAS

#### 4.4.2. Piaski kwarcowe do produkcji cegły silikatowej i betonów komórkowych

Podstawowym surowcem do produkcji materiałów budowlanych wapienno-piaskowych /cegły silikatowej i betonów komórkowych/ są czwartorzędowe piaski kwarcowe akumulacji rzecznej, wodnolodowcowej /sandrowe/ i eolicznej /wydmy/ /fig. 36/.

Najwartościowszy surowiec ze względu na skład ziarnowy i chemiczny stanowią piaski eoliczne. Występowanie form wydmych z reguły jest związane z obszarami pradolin /z wyjątkiem pradoliny pomorskiej/ i rozległymi dolinami rzek nizinnych o wykształconych poziomach tarasowych oraz z obszarami pól sandrowych.

Piaski kwarcowe akumulacji rzecznej występują na całym obszarze kraju, stanowiąc główne wypełnienie pradolin i form dolinnych. Jakość surowca jest uzależniona od pozycji morfologicznej i stratygraficznej złóż. Piaski kwarcowe holocenu tworzące najniższe poziomy tarasowe dolin rzecznych są z reguły drobnziarniste, w odróżnieniu od plejstoceńskich piasków wyższych poziomów tarasowych.

Główny obszar występowania wodnolodowcowych piasków kwarcowych znajduje się w północnej części kraju i jest związany z ostatnim zlodowaceniem. Ich własności technologiczno-jakościowe są zróżnicowane w zależności od ich pierwotnego położenia w stosunku do czoła lądolodu.

Zasoby prognostyczne ustalone w obrębie 153 obszarów złożowych wynoszą w kategorii  $D_1$  477 mln  $m^3$  /954 mln t/, a w kategorii  $D_2$  2060 mln  $m^3$  /4120 mln t/. Powszechność występowania piasków kwarcowych umożliwia dogodnie w zależności od potrzeb lokalizowanie nowych złóż, nie stwarzając problemów poszukiwawczych. Prace związane z powiększeniem zasobów będą miały charakter głównie rozpoznawczy i dokumentacyjny.

Stefan KOZŁOWSKI

#### 4.5. Surowce materiałów wiążących oraz wapienie stosowane w przemyśle chemicznym, hutniczym i cukrowniczym

##### 4.5.1. Surowce dla przemysłu wapienniczego, chemicznego, hutniczego i cukrowniczego

Do tej grupy surowców zalicza się wapienie o zawartości CaO powyżej 52%. Występują one w utworach prekambryjskich na Dolnym Śląsku, dewońskich /żywet/, karbońskich /wapienie karbońskie/, triasowych /warstwy górażdżańskie/ i jurajskich /astart/. Spośród wymienionych specjalne znaczenie mają surowce dla przemysłu ogniotrwałego. Są to przede wszystkim wapienie dewońskie i karbońskie /fig. 37/. Perspektywy powiększenia bazy wapieni dewońskich i karbońskich są ograniczone. Największe możliwości powiększenia tej bazy dotyczą rejonu Iwaniska - Opatów; według oceny Instytutu Geologicznego znajduje się tu 8 złóż wapieni dewońskich o zasobach 700 mln t. Jest sporządzona dokumentacja kompleksowa dla tego obszaru. Złóża wapieni dewońskich muszą być re-

zerwowane dla przemysłu hutniczego, chemicznego i cukrowniczego, a tylko w pewnym zakresie dla przemysłu wapienniczego.

Przemysł wapienniczy może korzystać z większej bazy zasobowej wapieni jurajskich i triasowych. Jednak i te surowce występują w ograniczonych ilościach. Należy więc stosować racjonalną gospodarkę nimi, np. nie należy ich przeznaczać do produkcji cementu.

Łączne zasoby prognostyczne wszystkich formacji złóż wapieni przydatnych dla przemysłów chemicznego, hutniczego, cukrowniczego i innych wynoszą w kategorii D<sub>1</sub> 2700 mln t, a w kategorii D<sub>2</sub> 6500 mln t.

Dalsze prace poszukiwawcze powinny iść w kierunku rozpoznania złóż:

- wapieni triasowych między Strzelcami Opolskimi a Gliwicami,
- wapieni jurajskich na północ od Częstochowy w rejonie Radomska i Kter,
- wapieni jurajskich w rejonie Barcin - Piechocin oraz obrzeżenia Gór Świętokrzyskich.

Dla większości tych obszarów będą sporządzone dokumentacje kompleksowe, w których zostaną przedstawione zasady racjonalnej gospodarki złożami.

Nowym zagadnieniem jest zapotrzebowanie na czyste wapień do produkcji tlenku glinu. Instytut Geologiczny prowadzi prace badawcze w celu ustalenia optymalnego surowca do tej produkcji.

Konieczne są również dalsze prace zmierzające do racjonalnego wykorzystania prekambryjskich, czystych odmian wapieni. Wapień te powinny być zastosowane w przemyśle cukrowniczym.

#### 4.5.2. Surowce wapienniczo-cementowe

Polska jest krajem wyjątkowo bogatym w surowce dla przemysłu cementowego. Surowce te występują głównie w formacji kredowej, triasowej i jurajskiej, w mniejszym stopniu w utworach dewonu i karbonu oraz cechsztynu, trzeciorzędu i czwartorzędu /fig. 37/.

Dla przemysłu cementowego stosuje się trzy podstawowe zestawy surowcowe:

- wapień marglisty o składzie około 44% CaO, tzw. surowiec "zupełny",
- surowiec "wysoki" wapień i surowiec "niski" iły,
- surowiec "wysoki" oraz żuźle i inne dodatki przy tzw. metodzie suchej.

Do najcenniejszych należą surowce "zupełne", zwłaszcza mało związane, łatwo szlamujące się. Polska ma wyjątkowo duże zasoby tego surowca.

Na szczególną uwagę zasługują: kreda pizząca, margle mastrychty, margle kimerydu i wapienie gogolińskie. Zasoby prognostyczne surowców węglanowych dla przemysłu wapienniczo-cementowego wynoszą w kategorii D<sub>1</sub> 8000 mln t, a w kategorii D<sub>2</sub> 120 000 mln t. Największe zasoby perspektywiczne znajdują się na Wyżynie Lubelskiej. Występują tu surowce zapewniające najniższe koszty produkcji cementu /kreda i margle/.

Oprócz surowców używanych do produkcji zwykłego cementu portlandzkiego występują w Polsce surowce stosowane do produkcji cementów specjalnych: białego i wysokosprawnego. Opracowana metoda pozwala na wykorzystanie nieprzydatnych dotychczas opok kredowych do produkcji cementu wysokosprawnego. Odkryto też własności wiążące geł kredowych, które mogą stanowić dodatek do cementu.

Dalsze regionalne badania złóż kopalin tych surowców są konieczne. Instytut Geologiczny prowadzi takie badania na Wyżynie lubelskiej. Opracowano projekt rozpoznania utworów kredy w rejonie Iłża - Zwoleń. Są prowadzone regionalne badania triasowej serii węglanowej na Śląsku Opolskim. Kompleksowe wykorzystanie surowców dla przemysłu cementowego zostanie również przedstawione w opracowywanych dokumentacjach. Pozwoli to na lepsze projektowanie nowych inwestycji, gdyż w minionym okresie nie zawsze właściwie wykorzystywano warunki geologiczno-surowcowe.

#### 4.5.3. Gipsy i anhydryty

Gipsy w Polsce występują w formacji trzeciorzędowej i permskiej /cechsztyn/. Największe znaczenie mają gipsy trzeciorzędowe Niecki Nidziańskiej /fig. 37/. Tu jest skoncentrowane całe wydobycie gipsu i znajdują się główne zasoby perspektywiczne określone w kategorii D<sub>1</sub> na 275 mln t. W porównaniu z dokumentowaną bazą nie są to zasoby duże. Ograniczenie perspektyw zasobowych w Niecce Nidziańskiej wiąże się głównie z koniecznością ochrony tego obszaru /uzdrowiska/. Dla obszaru nidziańskiego Kombinat Geologiczny Południe wykonuje dokumentację kompleksową. Z tego też względu jest celowe prowadzenie prac poszukiwawczych na przedpolu Karpat. Program ten winien też objąć możliwości powiększenia zasobów alabastru eksploatowanego w Łopuszce.

Seria gipsowo-anhydrytowa jest związana z utworami cechsztynu. Wśród morskich osadów cechsztynu /Z<sub>2</sub>-stassfurt/ występuje poziom anhydrytowy o miąższości dwudziestu kilku metrów na południowym obrzeżeniu depresji północnosudeckiej /rejon Niwnic/. W pobliżu wychodni anhydryty uległy hydratyacji, tworząc złoża gipsowo-anhydrytowe eksploatowane w Niwnicach.

Poziom anhydrytowy stwierdzono również na monoklinie przedsudeckiej w stropie utworów miedzionośnych.



Zasoby prognostyczne anhydrytów cechsztyńskich oceniono na 18 mld t w kategorii D<sub>2</sub>. Ich wykorzystanie może być aktualne po rozwiązaniu technologii wykorzystywania anhydrytu i możliwości eksploatacji anhydrytu znajdującego się nad złożami miedzi. Anhydryt należy więc uważać za surowiec przyszłości. Obecnie jest celowe kompletowanie materiałów dokumentacyjnych, zwłaszcza profili otworów przebijających ten poziom. Brak jest natomiast wyczerpującego opracowania strefy wychodni w depresji północnosudeckiej. Opracowanie to winno objąć cały obszar gipsyfikacji anhydrytu.

Stefan KOZŁOWSKI, Honorata LESZCZYŹYŃ

#### 4.6. Kamienie drogowe i budowlane

##### 4.6.1. Surowce do produkcji kruszyw łamanych wysokich i średnich marek oraz kamienia budowlanego

Głównym surowcem używanym do produkcji kruszyw łamanych wysokich i średnich marek są następujące rodzaje skał:

- magmowe głębinowe: granity, sjenity, gabra,
- wylewne: porfiry, andezyty, melafiry, diabazy, bazalty,
- metamorficzne: migmatyty, amfibolity, gnejsy, hornfelsy, serpentynity, marmury,
- osadowe: wapienie, trawertyny, dolomity, piaskowce, piaskowce kwarcytowe.

Skały magmowe głębinowe i wylewne występują prawie wyłącznie na Dolnym Śląsku /fig. 37/. Do ważniejszych problemów należy: kompleksowe udokumentowanie granitów okolic Strzegomia, Strzelina, Borowa i Jarognowa oraz dalsze rozpoznanie regionalne złóż melafiru w niecce śródsudeckiej i północnosudeckiej.

Oprócz Dolnego Śląska perspektywiczny jest również rejon Suwałk, gdzie przewiduje się budowę kopalni rud magnetytowo-ilmenitowych. Po uruchomieniu kopalni będzie tu wydobywane gablo i noryt. Badania jakościowe wykazały wyjątkowo wysokie parametry techniczne tego surowca.

Instytut Geologiczny prowadzi dalsze badania tych skał. Prace badawcze skał metamorficznych koncentrują się głównie na rozpoznawaniu bazy surowcowej migmatytów, amfibolitów i serpentynitów. Szczególnie ważne jest pełne rozpoznanie serpentynitów jako kamienia ozdobnego, budowlanego i surowca do produkcji kruszywa.

Na potrzeby produkcji kamienia budowlanego niezbędne jest kompleksowe opracowanie marmurów w rejonie Sławniowic.

Istnieje konieczność odbudowy przemysłu marmurowego. Najbardziej perspektywiczny jest obszar Iwaniska - Opatów, gdzie Instytut Geologiczny odkrył liczne złoża marmurów dewońskich. Niezbędna jest też rozbudowa przemysłu kruszywo węglanowych. Obecnie Instytut Geologiczny opracowuje rozpoznanie skał węglanowych /triasu i jury/ w celu zaopatrzenia GZW w kruszywo budowlane. Opracowano również program wykorzystania dolomitów występujących w zachodnim obrzeżeniu GZW. Niezbędne jest dalsze rozpoznanie złóż w rejonie Barcin - Pakość i Solicy Wielkiej oraz obrzeżenia Gór Świętokrzyskich. Niektóre z tych problemów będą rozwiązywane przy opracowywaniu dokumentacji kompleksowych.

Skały osadowe stanowią największą bazę surowcową dla produkcji kamienia budowlanego i kruszywo łamanych.

W zakresie rozpoznania piaskowców największe znaczenie mają złoża karpackie. Instytut Geologiczny przygotował kierunkowy program rejencji eksploatacji piaskowców karpackich.

Zasoby prognostyczne tego surowca zostały obliczone dla całego kraju z wielką ostrożnością, ograniczając się do stref przynajmniej częściowo poznanych i mało kolidujących z innymi działami gospodarki narodowej. Zasoby te wynoszą w kategorii D<sub>1</sub> 6136 mln t i w kategorii D<sub>2</sub> - 11 383 mln t.

#### 4.6.2. Surowce do produkcji kruszywo lekkich

Do grupy tej zaliczono opoki kredowe i lekkie wapienie trzeciorzędowe. Wapienie trzeciorzędowe znane są z obszaru Roztocza i południowego obrzeżenia Gór Świętokrzyskich /fig. 37/. Możliwości powiększenia zasobów tego surowca są ograniczone. Instytut Geologiczny rozpoznał ostatnio obszar o zasobach perspektywicznych w rejonie Dobra - Sztombergi koło Staszowa, gdzie obecnie są prowadzone dalsze prace nad określeniem prognoz wykorzystania tego surowca. Zostały również wyznaczone obszary o zasobach perspektywicznych dla dalszych prac poszukiwawczo-dokumentacyjnych na północ od Lubaczowa.

Odmienne kształtuje się zagadnienie surowcowe opok kredowych typu Kars. Są one znane na dużych obszarach na lewym i prawym brzegu Wisły /Kazimierz/. Mimo ogromnych zasobów nie jest jednoznacznie określona ich przydatność w produkcji kruszywo lekkich do betonów. Wiele wyników badań wskazuje na możliwość wykorzystania opok dla tych celów. Badania regionalne są prowadzone przez Instytut Geologiczny. Na realizację czeka od kilku lat projekt rozpoznania strefy Iżża - Zwoleni.

Są zatem konieczne dalsze prace zmierzające do określenia możliwości przemysłowego wykorzystania opok w produkcji bloków budowlanych w rejonie Karsy - Janików i we wschodniej części Wyżyny Lubelskiej.

Zasoby prognostyczne określono tylko dla tych obszarów, które nie są objęte gospodarką rolną. Obliczone w ten sposób zasoby wynoszą w kategorii D<sub>1</sub> 550 mln t i w kategorii D<sub>2</sub> 7500 mln t.

Zdzisław SILIWOŃCZUK, Michał GIENKA, Rafał KORDAŚ

#### 4.7. Kruszywo naturalne

##### 4.7.1. Kruszywo naturalne grube /żwirowe i żwirowo-piaszczyste/

Złoża kruszywa naturalnych grubych w Polsce są związane głównie z utworami czwartorzędowymi /fig. 36/, tj. z osadami okruchowymi akumulacji lodowcowej /formy czołowo-morenowe, sandry, doliny sandrowe, pradoliny/ oraz z osadami akumulacji rzecznej /tarasy dolin rzek nizinnych, karpackich i sudeckich/. Kruszywo naturalne pochodzące z utworów przedczwartorzędowych /trzeciorzęd, jura/ występuje lokalnie w Polsce południowej i w ogólnym bilansie zasobowym ma rolę podrzędną.

W Polsce można wydzielić dwa główne regiony surowcowe o określonych ocenach geologiczno-strukturalnych: Niż Polski i region sudecko-karpcki.

Nagromadzenia kruszywa naturalnego na Niżu Polski /około 78% powierzchni kraju/ są związane z formami akumulacji lodowcowej i wodnolodowcowej. Wyróżnić tu można trzy strefy złożowe: północno-zachodnią /pomorsko-lubuską/, północno-wschodnią /mazursko-suwałską/ i centralną. Strefy te charakteryzują się odmienną budową geologiczną form akumulacyjnych oraz stopniem koncentracji złóż i ich zasobnością.

Region surowcowy sudecko-karpcki związany z akumulacyjno-erozyjną działalnością rzek górskich charakteryzuje się największą ilością zasobów.

Zasoby prognostyczne kruszywa naturalnego w kraju ustalone w obrębie 73 obszarów złożowych wynoszą w kategorii D<sub>1</sub> 892 mln t i w kategorii D<sub>2</sub> 2145 mln t. Ich rozmieszczenie w poszczególnych regionach surowcowych i strefach złożowych kraju podano w tabeli 35.

Wyznaczone obszary prognostyczne o dużej koncentracji nagromadzeń kruszywa naturalnego powinny stanowić tereny przyszłych prac geologiczno-poszukiwawczych.

Dalszy wzrost zasobów kruszywa naturalnego /grubego/ i zmiana dotychczasowej jego lokalizacji będzie uzależniona od intensywności prac geologiczno-dokumentacyjnych, od określenia prawidłowej koncepcji badawczej oraz od przyjętej metodyki prac poszukiwawczych.

## Zasoby prognostyczne kruszywa naturalnego

Region i obszar złożowy		Zasoby prognostyczne w mln t	
		D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>
Niż Polski	obszar północno-zachodni /pomorsko-lubuski/	297	485
	obszar północno-wschodni /mazursko-suwański/	150	440
	obszar centralny	15	80
	razem	462	1005
Region sudecko- karpacki	obszar karpacki	305	495
	obszar sudecki	125	645
	razem	430	1140
Ogółem w Polsce		892	2145

Aby proces rozpoznawania zasobów przebiegał prawidłowo, tj. proporcjonalnie do rzeczywistych możliwości zasobowych poszczególnych obszarów kraju, Instytut Geologiczny zaproponował zmianę dotychczasowego sposobu prowadzenia prac poszukiwawczo-rozpoznawczych. Dotychczas były one prowadzone jako kontrolne, sprawdzające profil litologiczny form powierzchniowych w wybranych punktach, najczęściej w nawiązaniu do istniejących wyrobisk eksploatacyjnych. W zaproponowanej metodzie główny nacisk położono na właściwe zrozumienie odpowiednich praw przyrodniczych geologii kruszyw, tj. ustalenia zależności występowania kruszywa naturalnego od kryteriów genetyczno-stratygraficznych i morfologicznych. W nawiązaniu do tych zależności zaproponowano kompleksowe badania możliwości surowcowych zarówno powierzchniowych, jak i kopalnych form morfogenetycznych.

Oparta na koncepcji badawczej lokalizacja optymalnych obszarów poszukiwawczych daje możliwości:

- znacznego przyspieszenia prac poszukiwawczych,
- podniesienia wskaźnika efektywności prac poszukiwawczych,
- pełnego rozpoznania zasobów kruszywa naturalnego w poszczególnych obszarach kraju i we wszystkich możliwych formach występowania.

Tę koncepcję badawczą zastosowano w opracowywanych wspólnie z kombinatami geologicznymi regionalnych prognozach surowcowych i metodach poszukiwawczych w postaci programów poszukiwań kruszywa naturalnego dla poszczególnych województw.

Programy te mają na celu usystematyzowanie wiadomości o formach akumulacyjnych kruszywa naturalnego i wytyczenie zgodnie z przesłankami geologicznymi dalszych kierunków jego poszukiwań. Stanowią one materiał wyjściowy do opracowania przez kombinaty geologiczne szczególnych projektów prac geologiczno-poszukiwawczych i dokumentacyjnych. Instytut Geologiczny opracował dotychczas wspólnie z kombinatami 14 programów wojewódzkich. Do 1980 r. zostaną opracowane programy dla wszystkich województw. Programy te stwarzają front działania dla dalszych prac poszukiwawczo-dokumentacyjnych realizowanych przez kombinaty.

Zenabiusz PŁOCHNIEWSKI

## 5. WODY MINERALNE

W opracowaniu pt. Perspektywy odkryć geologicznych i powiększenie bazy surowców mineralnych do 2000 roku, wody mineralne i termalne nie były uwzględnione. Zagadnienie wód mineralnych przedstawione w niniejszym opracowaniu jest nowe, z tego też względu konieczne jest zdefiniowanie kilku podstawowych pojęć z zakresu tej problematyki. Woda mineralna to taka woda, która w jednym litrze zawiera ponad 1 g rozpuszczonych składników stałych. Wodami swoistymi określa się takie wody, których mineralizacja ogólna nie przekracza 1 g/l, ale zawierają one przynajmniej jeden składnik chemiczny w ilości przekraczającej próg farmakodynamiczny. Do wód termalnych<sup>x</sup> zalicza się te wody mineralne lub swoiste, których temperatura przekracza 20°C.

Zagadnieniem dyskusyjnym jest również sprawa wykorzystania wód mineralnych i swoistych. Stosowanie tych wód jako surowca leczniczego ma już tradycje wielowiekowe. Do celów tych nadają się wody: chlorkowe, siarczanowe, szczawowe, radonowe. Wymagania w zakresie ilości wód leczniczych są uzależnione od typu chemicznego wody i związanego z tym jej przeznaczenia. Największe ilości wody są potrzebne przy stosowaniu jej do kąpieli leczniczych, najmniejsze zaś w przypadku przeznaczenia do kuracji pitnej. Przy poszukiwaniu wód przeznaczonych do kąpieli leczniczej przyjmuje się zazwyczaj, że ich eksploatacja jest opłacalna,

<sup>x</sup> Wody termalne jako surowce energetyczne omówiono w rozdziale 1.5.

gdy wydajność przekracza  $1 \text{ m}^3/\text{h}$ . Kryterium to jest umowne i ostateczna opinia o celowości wykorzystania wody mineralnej jest uzależniona od innych czynników /ciśnienie wody, możliwość uzyskania w innych rejonach itp/. W tym opracowaniu przyjmuje się, że wody mineralne mogą być wykorzystywane do kąpieli leczniczych, jeśli ich mineralizacja ogólna nie przekracza  $100 \text{ g/l}$ , a wydajność otworu wiertniczego wynosi ponad  $1 \text{ m}^3/\text{h}$ . Wymagania te dotyczą w zasadzie wód chlorkowych i termalnych. Wodom stosowanym do kuracji pitnej i inhalacji stawia się wymagania dotyczące składu chemicznego, natomiast wydajność ujęć jest bez większego znaczenia. Dlatego też obszary występowania szczaw uznaje się za perspektywiczne niezależnie od wydajności poszczególnych ujęć.

Wody mineralne i swoiste stanowią nie tylko surowiec balneologiczny. Wody o wysokich temperaturach są również surowcem energetycznym /energia cieplna do ogrzewania i przetwarzania w energię elektryczną/. Z niektórych wód mineralnych można też produkować określone pierwiastki chemiczne. Zagadnienia te będą naświetlone tylko ogólnie.

Zasoby wód mineralnych były dotychczas obliczane dla pojedynczych ujęć lub grupy kilku ujęć i to niemal wyłącznie w uzdrowiskach istniejących. Nie wykonywano natomiast opracowań określających zasoby większych obszarów lub całego kraju. Wykonanie takiej pracy wymaga dobrego rozpoznania wszystkich poziomów z wodami mineralnymi, a przede wszystkim zbadania porowatości i szczelinowatości skał, wielkości dopływów do otworów oraz pochodzenia wód /odnawialne, reliktowe/. Obecny stan rozpoznania nie jest wystarczający do wykonania takich obliczeń dla całej Polski. Nie jest też ustalona metodyka obliczania zasobów wód mineralnych. Dlatego podejmuje się próbę tylko ogólnego ocenienia zasobów, skupiając uwagę na określeniu wydajności potencjalnej pojedynczych otworów i na ocenie możliwości wykorzystania wód mineralnych. Upraszczaając nieco można stwierdzić, że w tym opracowaniu zostaną ocenione zasoby eksploatacyjne wód mineralnych rozumiane jako suma wydajności pojedynczych otworów. Przyjmuje się przy tym, że uzyskanie podanej wydajności nie wymaga obniżenia zwierciadła wody do głębokości większej niż  $100 \text{ m}$  poniżej terenu.

Stopień rozpoznania zasobów wód mineralnych jest zróżnicowany. Badania wykonane w uzdrowiskach i w niektórych otworach wiertniczych poza uzdrowiskami pozwoliły na ustalenie zasobów wód w kategoriach C, B, sporadycznie nawet A. Stanowią one tylko część całych zasobów wód mineralnych.

W tym opracowaniu wskazano stopień rozpoznania zasobów. Wydzielono obszary, na których wydajność otworów, tj. zasoby eksploatacyjne oszacowano na podstawie wyników opróbowania otworów hydrogeologicznych. Zasoby te określa się jako prognostyczne D<sub>1</sub>. W wielu rejonach Polski

brak jest takiego rozpoznania i zasoby wód można ocenić tylko na podstawie rozpoznanego lub przewidywanego profilu geologicznego. Takie zasoby określa się jako prognostyczne D<sub>2</sub>.

Dla głównych poziomów wodonośnych sporządzono szkice, na których przedstawiono zasoby wód mineralnych: udokumentowane oraz prognostyczne D<sub>1</sub> i D<sub>2</sub>. Ocenione zasoby zestawiono w formie tabelarycznej /tab. 4, 36/.

Opracowanie odpowiada rozpoznaniu według stanu na czerwiec 1976 r.

W zestawieniu materiałów udział wzięły: mgr Z. Mysiak i mgr J. Stachowiak.

#### 5.1. Stan rozpoznania wód mineralnych i udokumentowanie ich zasobów

W wyniku badań geologicznych w latach powojennych w znacznym stopniu rozpoznano między innymi wody mineralne. Rozpoznanie to jest jeszcze nierównomierne i w wielu rejonach kraju niedostateczne, ale nie odbiega w sposób istotny od stanu rozpoznania na obszarach sąsiadujących z Polską.

Stosunkowo najlepiej rozpoznano skład chemiczny wód mineralnych, a znacznie gorzej ich zasoby. Wynika to ze stosowanych metod opróbowania otworów.

W wyniku dotychczasowych prac geologicznych stwierdzono istnienie kilku typów wód mineralnych i swoistych oraz określono w przybliżeniu obszary ich występowania. Najbardziej powszechnym typem wód mineralnych w naszym kraju są wody chlorkowe, zwane popularnie solankami. Ich zasobów nie obliczono, jednak można stwierdzić, że są one duże. Znalezienie tych wód nie następuje trudności, a dalsze prace rozpoznawcze powinny iść w kierunku określenia zasobów w ujęciu regionalnym. Należy poszukiwać złóż o najbardziej korzystnych parametrach ilościowych i jakościowych.

Wody chlorkowe są wykorzystywane w wielu uzdrowiskach na Niżu Polskim i w Karpatach. Udokumentowane ich zasoby dla celów leczniczych przekraczają zapotrzebowanie, ale nie zwalnia to od dalszego rozpoznania ich złóż, gdyż planowany jest duży rozwój lecznictwa uzdrowiskowego, w tym również na terenach słabo zbadanych. Dalsze badania wód chlorkowych są konieczne również z tego powodu, że wody te zawierają tak duże ilości niektórych pierwiastków chemicznych, iż stają się surowcem chemicznym. Dotyczy to przede wszystkim takich pierwiastków jak: jod i brom, a także bor, potas, magnez, lit i inne.

Niedostateczne jest rozpoznanie wód chlorkowych osiągających wysokie temperatury, które mogą stanowić źródło energii cieplnej.

Występowanie wód siarczanowych stwierdzono w kilku rejonach i w ostatnim okresie ich rozpoznanie znacznie zwiększono. Nie udało się dotychczas odkryć w Polsce cennych dla lecznictwa wód siarczanowo-magnezowych. Dalszych badań wymaga również określenie zasięgu występowania i genezy wód siarczanowych w utworach jury górnej na Niżu Polskim.

Znaczne postępy obserwuje się w rozpoznaniu wód zgazowanych dwutlenkiem węgla. Wykonano nowe otwory na obszarach znanych przejawów tych wód /Świeradów, Złockie/ i zbadano nowe rejony /Łuska Bystrego w Bieszczadach/. Występowanie szczaw jest jednak ograniczone do niektórych tylko obszarów Karpat i Sudetów. W dalszych pracach trzeba więc wyznaczyć granice występowania tych wód, określić ich zasoby w ujęciu regionalnym oraz opracować zasady racjonalnego nimi gospodarowania. Znalazienie nowych złóż tych wód poza wymienionymi regionami jest mało prawdopodobne.

Stan udokumentowania zasobów wód mineralnych na potrzeby lecznictwa uzdrowskiego jest dobry, gdyż ilość zasobów zatwierdzonych znacznie przewyższa zapotrzebowanie. Według stanu na 1 I 1976 r. zużycie wód mineralnych stanowi około 30% zasobów zatwierdzonych w kategoriach A, B i C. Wszystkie zatwierdzone zasoby dotyczą ujęć na terenie uzdrowisk istniejących lub miejscowości uznanych za uzdrowiska potencjalne. Brak jest natomiast oceny zasobów wód mineralnych w ujęciu regionalnym. Wzrost zainteresowania wodami mineralnymi powoduje, że zadanie to powinno być podjęte w najbliższej przyszłości.

Obszary poza uzdrowiskami rozpoznano dotychczas w stopniu odpowiadającym kategorii  $D_1$  i  $D_2$  /fig. 38-43/. Niedostateczne jest rozpoznanie wód w głębszych strefach Sudetów, bloku przedsudeckiego i Gór Świętokrzyskich.

## 5.2. Występowanie wód mineralnych i ogólna ocena ich zasobów

### 5.2.1. Główne typy wód mineralnych i obszary ich występowania

Występujące na obszarze Polski wody mineralne należą do różnych typów chemicznych. Typem najbardziej powszechnym są wody chlorkowe /solanek/. Występują one niemal na całym obszarze kraju, przy czym w niektórych rejonach stwierdza się je już na głębokości kilkudziesięciu metrów, w innych zaś dopiero na głębokości około 1000 m. Wód tych brak jest w północno-wschodniej części Polski, gdzie płytko występują utwory krystaliczne i wszystkie wody występujące w kompleksie osadowym należą do słodkich. Solanek nie stwierdzono też w Sudetach i Tatrach, a nadzieje na ich znalezienie w Górach Świętokrzyskich są niewielkie.



Na pozostałym obszarze wody chlorkowe spotyka się w utworach różnego wieku, od czwartorzędu do prekambriu.

W zależności od składu kationowego wydziela się następujące podtypy omawianych wód: chlorkowo-sodowy /Cl-Na/, chlorkowo-wapniowy /Cl-Ca/ i chlorkowo-magnezowy /Cl-Mg/. Najpowszechniej występują wody Cl-Na, ale w różnych częściach kraju są znane również wody o bardziej skomplikowanym składzie chemicznym np. Cl-Na-Ca-Mg. Wody chlorkowe mają zróżnicowaną mineralizację ogólną: od 1 do ponad 300 g/l.

Literatura dotycząca solanek w Polsce jest bogata, lecz niemal brak jest pozycji dotyczących ich zasobów w ujęciu regionalnym. Wyjątek stanowi praca K. Schoeneicha /1971/, w której podjęto taką próbę, ale dane wyjściowe do tych obliczeń są zbyt dyskusyjne, aby wyniki mogły być przyjęte za wiążące. Szczegółową charakterystykę tych wód według wydzielonych regionów podano na mapie wód mineralnych Polski w skali 1:1 000 000 opracowanej przez C. Kolagę, Z. Płochniewskiego, J. Picha w 1971 r.

Wody siarczanowe i siarczkowe występują na mniejszych obszarach niż chlorkowe. Najbardziej te wody są rozpowszechnione w utworach miocenu morskiego, zwłaszcza w jego części północnej. Wody siarczanowe są znane również na monoklinie przedsudeckiej, gdzie występują w utworach wapienia muszlowego i najczęściej zawierają znaczne ilości chlorków. Na Niżu Polskim występują również i są użytkowane wody chlorkowo-siarczanowe z  $H_2S$  /Wieniec/ i chlorkowe z  $H_2S$  /Busko, Solec/.

Wody swoiste siarkowodorowe istnieją w Sudetach. Są to wody chłodne /Przerzeczyn/ lub termalne /Lądek-Zdrój/. Wody siarczanowe spotyka się również w Karpatach /wapienne/, lecz nie tworzą one tam wyraźnych obszarów.

Znane dotychczas wystąpienia wód siarczanowych i siarkowodorowych w Polsce nie zostały okonturowane i nie dokonano ich regionalizacji. Nie wszędzie wyjaśniono ich genezę.

Mineralizacja omawianych wód jest dość mała, bo nie przekracza 20 g/l w przypadku wód siarczanowych. Siarkowódór występuje w wodach o różnej mineralizacji: od poniżej 1 g/l do ponad 200 g/l /np. w utworach permskich na Niżu Polskim/.

Szczawy, tj. wody zgazowane dwutlenkiem węgla, są w Polsce mało rozprzestrzenione. Występują w 3 niewielkich rejonach Sudetów i w 3 rejonach Karpat. W dorzeczu Popradu znane są szczawy typu  $HCO_3-Ca$ ,  $HCO_3-Ca-Mg$  oraz  $HCO_3-Cl-Na$ . W Krynicy występuje również szczawa /Zuber/ typu  $HCO_3-Na$  z podwyższoną zawartością chlorków. W rejonie Iwonicza i Rymanowa istnieją szczawy typu  $Cl-HCO_3-Na$  zawierające jod i brom. Niewielkie, niemal punktowe przejawy szczaw stwierdzono w rejonie Baligrodu /Rabe/.

Szczawy w Sudetach mają mniej urozmaicony skład jonowy, ale niektóre z nich zawierają radon /Świeradów/ lub arsen /Kudowa/.

Istnienie szczaw wiąże się z obecnością głębokich dyslokacji tektonicznych prowadzących wolny  $\text{CO}_2$ . Wynika z tego, że występowanie i zasoby tych wód są ograniczone. Poza wymienionymi rejonami nie notowano w Polsce przejawów szczaw.

Wody radonowe występują przede wszystkim w Sudetach. Są one związane ze strefą wietrzenia utworów krystalicznych oraz okruszczeniem uranem w strefach dyslokacji. Mineralizacja ogólna tych wód jest niska, a jedyną cechą odróżniającą je od wód zwykłych jest zawartość radonu. Radoczynne są również niektóre szczawy w Sudetach /Świeradów/. Zawartością radonu powyżej progu farmakodynamicznego charakteryzują się niektóre wody na Niżu Polskim. W Polsce północno-wschodniej są to wody o mineralizacji poniżej 1 g/l, występujące w utworach paleozoiku. W synekлизie perybałtyckiej radoczynne są solanki w utworach triasu dolnego.

Zainteresowanie wodami radonowymi jest stosunkowo małe. Zostały one uznane za surowiec balneologiczny, ale ich znaczenie lecznicze nie jest oceniane jednoznacznie. Wykorzystanie płytko występujących wód radonowych napotyka na trudności ze względów sanitarnych.

Wodami termalnymi nazywa się takie wody, których temperatura ma ponad  $20^{\circ}\text{C}$ . W zależności od warunków geotermicznych i hydrogeologicznych temperaturę taką mogą osiągać zarówno wody słodkie, jak i zmineralizowane. W Polsce występują oba te typy wód termalnych. Wody termalne o małej mineralizacji znane są od dawna w Sudetach /Cieplice, Łądek-Zdrój/, gdzie obecność ich wiąże się ze strefami dyslokacyjnymi. Do niedawna eksploatowano tam wody za pomocą ujęć płytkich i dopiero w latach siedemdziesiątych wykonano w Cieplicach i Łądku-Zdroju otwory o głębokości kilkuset metrów i uzyskano wody o wyższej temperaturze. Perspektywy znalezienia nowych złóż wód termalnych na tym obszarze są duże i w najbliższych latach Instytut Geologiczny podejmie poszukiwania w tym zakresie.

Wody termalne o małej mineralizacji stwierdzono również na Podhalu /Zakopane, Siwa Woda/ i w Karpatach /Skomielna Biała, Poręba Wielka/.

Wspomiane rejony występowania wód termalnych są małe, przy czym w Sudetach wody te występują tylko w wąskich strefach o szczególnie korzystnych warunkach tektonicznych. Odmienne są warunki występowania takich wód na Niżu Polskim i w Karpatach. Charakterystyczną cechą tych obszarów jest mniejsza rola tektoniki dysjunktywnej w kształtowaniu temperatury wód termalnych i ich występowanie w utworach tworzących duże baseny hydrogeologiczne. Wszystkie wody termalne znane na Niżu Polskim i w Karpatach fliszowych należą do wód chlorkowych.

Wody termalne są surowcem balneologicznym, a w ostatnich latach budzą zainteresowanie jako źródło energii cieplnej.

Z podanych informacji wynika, że niektóre typy wód mineralnych występują tylko w ściśle określonych warunkach geologicznych /np. szczawny/, inne zaś w różnych regionach geologicznych /solanki, wody siarczkowe i radonowe/. Wynika z tego, że regiony wód mineralnych nie zawsze pokrywają się z regionami geologicznymi. Próby regionalizacji kraju w aspekcie wód mineralnych mają już długą historię, ale żadna propozycja nie została przyjęta przez ogół specjalistów. Stosunkowo najbardziej rozpowszechniony jest schemat regionalizacji opracowany przez H. Świdzińskiego w 1954 r. i uzupełniony w 1967 r. Jego główne założenia zostały przyjęte do corocznych bilansów wód leczniczych, opracowywanych przez Centralny Urząd Geologii. Autor podzielił zastrzeżenia do tej regionalizacji wysuwane przez wielu geologów /m.in. J. Kozłowski, Z. Płochniewski, I. Potocki, 1976/ i uważa, że wymaga ona aktualizacji w świetle nowych danych geologicznych i hydrogeologicznych. W wymienionym bilansie wydzieliła się następujące obszary /regiony/ wód mineralnych: karpacki i podkarpacki, sudecki, kujawsko-pomorski, nidziański oraz pozostały obszar kraju. Można łatwo zauważyć, że podstawą wyznaczenia takich obszarów jest płytkie pojawienie się wód mineralnych. Zastosowanie takiego kryterium jest niewystarczające, a wydzielone regiony są właściwie jednostkami różnego rzędu.

Ze względu na brak nowego podziału na regiony wód mineralnych autor stosuje tymczasowo podział na cztery następujące regiony: I - niżowy /z wydzieleniem obszarów bez wód mineralnych/, II - sudecki, III - przedkarpacki, IV - karpacki /fig. 44/. Taki schemat zastosował już J. Dowgiałło /1969/, choć w szczegółach występują między nimi różnice. Doraźny charakter przyjętego podziału i oczywistość granic wydzielonych regionów zwalniają autora od uzasadnienia tej koncepcji.

#### 5.2.2. Zasoby prognostyczne wód mineralnych w głównych poziomach wodonośnych

Na przeważającej części obszaru Polski wody mineralne występują w utworach osadowych, tworzących zbiorniki różnej wielkości. Wody związane z formami tektoniki dysjunktywnej występują w Sudetach.

Wyżej sformułowano już pojęcie zasobów prognostycznych  $D_1$  i  $D_2$ . Podane niżej oraz na szkicach zasoby oznaczają przewidywaną wydajność pojedynczego otworu w warunkach braku wpływu otworów sąsiednich.

Na podstawie wyników opróbowania otworów oraz profili litologicznych sporządzono szkice /fig. 38-43/, na których przedstawiono zmienność wydajności otworów. Wydzielono przy tym główne typy chemiczne wód.

Do opracowania tych zagadnień wykorzystano również wydany w 1977 r. Atlas hydrogeochemiczny Polski.

W celu zapewnienia porównywalności na wszystkich szkicach przyjęto takie same przedziały wydajności, a w zależności od stopnia rozpoznania kwalifikowano zasoby do kategorii  $D_1$  lub  $D_2$ .

Na podstawie przedstawionej oceny przewidywanej wydajności otworów można obliczyć zasoby eksploatacyjne wód dla dowolnego obszaru. W tym celu określono dopuszczalną ilość otworów na tym obszarze, co jest jednak zadaniem trudnym. W obliczeniach przyjmowano, że jeden otwór eksploatacyjny przypada na około  $10 \text{ km}^2$  powierzchni, a wydajność otworu jako średnią z przedziałów wykazanych na figurach 38-43. Z obliczeń wykluczono obszary nierozpoznane oraz o wydajności otworów do  $1 \text{ m}^3/\text{h}$ . Wyniki tych obliczeń zestawiono w tabeli 36.

T a b e l a 36

Zasoby prognostyczne wód mineralnych w głównych  
poziomach wodonośnych

Typ chemiczny wody i stratygrafia utworów wodonośnych	Zasoby prognostyczne w $\text{m}^3/\text{h}$	
	$D_1$	$D_2$
<u>Wody chlorkowe</u>		
Miocen morski	820	1 150
Flisz karpacki	700	800
Kreda dolna	18 200	9 400
Jura dolna	49 635	17 050
Trias dolny	30 250	20 900
Karbon	420	brak
Dewon	645	brak
Kambr	4 800	700
Razem	105 470	50 000
<u>Wody siarczanowe i siarczkowe</u>		
Miocen morski	250	150
Ogółem wody mineralne <sup>x</sup>	105 720	50 150

<sup>x</sup> Zasobów szczerw nie oszacowano ze względu na specyfikę warunków ich występowania /dyslokacje tektoniczne, obecność  $\text{CO}_2$ /.

Podane zasoby /tab. 36/ nie obejmują kilku poziomów wodonośnych o mniejszym znaczeniu praktycznym, a ponadto brak jest podstaw do określenia zasobów niektórych typów wód /szczawy, wody radonowe, wody żelaziste/. Poniżej przedstawiono krótką charakterystykę wód mineralnych w głównych poziomach wodonośnych, która stanowi rozszerzenie objaśnień do załączników graficznych.

W niektórych rejonach Polski wody mineralne pojawiają się już w utworach czwartorzędowych. Nie mają one znaczenia praktycznego, a stanowią przeszkodę przy poszukiwaniu wód zwykłych.

Najmłodszą formacją zawierającą wody mineralne są utwory miocenu morskiego w zapadlisku przedkarpaccim /fig. 38/. Wody te występują na małych głębokościach, ale utwory nie stanowią dobrej warstwy wodonośnej. Najczęściej stwierdzone wydajności wynoszą 1-5 m<sup>3</sup>/h. Skład chemiczny tych wód jest dość dobrze poznany. W części północnej zapadliska dominują wody siarkowodorowe i siarczanowe, na pozostałym obszarze chlorkowe. Wody z tych utworów są wykorzystywane w uzdrowiskach: Krzeszowice, Kraków - Mateczny - Swoszowice, Horyniec, a w przyszłości będą one użytkowane w miejscowości Lipa koło Rozwadowa.

Wody chlorkowe miocenu morskiego zawierają dużo jodu /nawet ponad 100 mg/l/ i stanowią surowiec do jego produkcji. W Łęczycy koło Bochni istnieje zakład produkujący jod w skali półtechnicznej. Możliwość produkowania jodu z wód mineralnych w Polsce są duże i wiążą się niemal wyłącznie z omawianym poziomem wodonośnym.

Utwory trzeciorzędu na Niżu Polskim zawierają wody słodkie. Tylko w utworach oligocenu w północno-zachodniej części niecki szczecińskiej występują wody chlorkowe o mineralizacji do kilku g/l.

Ważną rolę w bilansie wód leczniczych w Polsce odgrywają utwory fliszowe Karpat. Ich zawodnienie jest zmienne, ale ogólnie niewielkie. Wynika to z ich litologii i fałdowego charakteru struktur. Dlatego też na figurze 38 niemal wszędzie zaznaczono wydajności zmienne, a według stopnia rozpoznania zaliczono je do kategorii D<sub>2</sub>. Wyjątek stanowią tereny uzdrowisk i obszary poszukiwania ropy.

Głównym typem wód w Karpatach są solanki, ale na dużych ich obszarach występują wody chlorkowe ze znacznym udziałem jonu HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, a w okolicy Iwonicza i Rymanowa występują nawet solanki zgazowane dwutlenkiem węgla.

Zasoby perspektywiczne szczaw w Karpatach istnieją głównie w dorzeczu Popradu. Podane na figurze 38 przedziały wydajności nie mogą być odnoszone do całej powierzchni występowania przejawów szczaw, gdyż wody te występują tylko w pewnych strefach. Na obszarze Karpat istnieje kilkanaście uzdrowisk, które korzystają niemal wyłącznie z wód w utworach fliszowych.

W utworach kredy na Niżu Polskim wody mineralne zajmują duże obszary. Wodonośność utworów kredy górnej w strefie występowania wód mineralnych jest dość mała i uzależniona od szczelinywości. Jeśli ponadto uwzględnić występowanie wód słodkich na dużych obszarach to staje się jasne, że utwory kredy górnej nie stanowią ważnego zbiornika wód mineralnych. Większą ilość tych wód stwierdzono tylko w rejonie Świnoujście - Szczecin i w niecce miechowskiej. Wszystkie wody mineralne w omawianych utworach należą do chlorkowych.

Interesujący poziom wodonośny o znaczeniu regionalnym stanowią utwory kredy dolnej /fig. 39/. Najkorzystniejsze warunki stwierdzono dotychczas w synklinorium Łódzko-mogileńskim, gdzie wydajność otworów osiąga  $80 \text{ m}^3/\text{h}$ , a wody występują pod dużym ciśnieniem. Są to wody chlorkowe o mineralizacji do  $20 \text{ g/l}$ . Dużym walorem tych wód jest wysoka temperatura /w otworze Koło IG 3 -  $60^\circ\text{C}$  na wypływie/. Wody te mogą być wykorzystywane do celów leczniczych i do ogrzewania. Na pozostałym obszarze Niżu Polskiego zasoby wód są mniejsze, ale w kilku rejonach można je wykorzystywać do celów balneologicznych. Wszystkie wody należą do chlorkowych.

W utworach kredy w Sudetach występują szczyty, których zasobów jeszcze nie określono.

Utwory jury stanowią prawdopodobnie największy zbiornik wód mineralnych w Polsce. Znaczenie praktyczne mają wody występujące we wszystkich oddziałach jury, ale nie tworzą one równorzędnych poziomów wodonośnych. Utwory jury górnej charakteryzują się niezbyt korzystnymi warunkami hydrogeologicznymi. W Polsce zachodniej duży udział w profilu mają utwory marglisto-mułcowe, lecz otwory osiągają małe wydajności. W części wschodniej i południowej znaczny udział mają utwory węglanowe i wydajności wznoszą do kilkunastu  $\text{m}^3/\text{h}$ . Stosunkowo najkorzystniejsze warunki istnieją w utworach oksfordu, ale ich rozpoznanie jest zbyt małe, aby można było określić zasoby wód.

Utwory jury górnej zawierają miejscami gipsy i w związku z tym występują w nich wody siarczanowe lub siarczkowe /Wieniec, Busko, Sollec/.

Utwory jury środkowej nie należą do najważniejszych poziomów wodonośnych. Tylko w antyklinorium środkowopolskim stwierdzono dopływy do kilkudziesięciu  $\text{m}^3/\text{h}$ . Typ wód: wyłącznie chlorkowe, o mineralizacji od kilku do ponad  $100 \text{ g/l}$ .

Jura dolna stanowi szeroko rozprzestrzeniony poziom z wodami mineralnymi /fig. 40/. Najkorzystniejsze warunki stwierdzono na monoklinie przedsuddeckiej, antyklinorium kujawskim i w synklinorium warszawskim. Wydajność otworów w tych rejonach wynosi od kilkudziesięciu do ponad  $100 \text{ m}^3/\text{h}$ . Powierzchnie występowania wód są duże i ich zasoby całkowite

można określić jako ogromne. Na trwałość wydajności otworów wskazuje m.in. długi okres eksploatacji wód w Ciechocinku.

Wszystkie wody w utworach jury dolnej należą do chlorkowych, a na dużych obszarach charakteryzują się one wysokimi temperaturami /20-40°C/.

Duże zasoby wód chlorkowych występują też w utworach liasu w anty-klinorium pomorskim, w synklinorium brzeźnym i szczecińskim.

Ważne poziomy wodonośne związane są z utworami triasu /fig. 41/. Litologia utworów triasu górnego nie sprzyja istnieniu warstw wodonośnych. Utwory wodonośne - najczęściej piaskowiec trzcinowy - mają małą miąższość i charakteryzują się dużą zmiennością na małych odległościach. Zasoby wód są małe i wyrażają się dopływami w granicach do kilku m<sup>3</sup>/h. Wody chlorkowe z utworów kajpru wykorzystuje się w Połczynie-Zdroju.

Pewne zasoby wód o znaczeniu praktycznym istnieją w utworach wapienia muszlowego w południowej części monokliny przedsudeckiej. Stwierdzono je tylko w dwóch otworach, brak jest więc podstaw do oceny zasobów. Na dużą wartość tych wód jako surowca balneologicznego wskazuje ich siarczanowo-chlorkowy skład i temperatura około 30°C.

Wśród utworów triasu najkorzystniejszym poziomem wodonośnym są utwory pstrego piaskowca. Najlepsze warunki stwierdzono na monoklinie przedsudeckiej i w syneklizie perybałtyckiej. W pierwszym z wymienionych rejonów wydajność otworów wynosi od kilku do 20 m<sup>3</sup>/h, a mineralizacja wody wzrasta do kilku g/l na południu do ponad 100 g/l na północy. W syneklizie perybałtyckiej kilka otworów wykazało dopływy do 50 m<sup>3</sup>/h. Były to wody chlorkowe o mineralizacji 20-50 g/l.

Na dużych obszarach niżej utwory triasu dolnego występują głęboko i zawierają małe ilości silnie stężonych wód.

Litologia utworów permu nie sprzyja występowaniu w nich wód. Wodonośne są skały dolomitu głównego, wapienia podstawowego i czerwonego sżogowca. Najwięcej danych o tych wodach zgromadzone dla obszaru monokliny przedsudeckiej i syneklizy perybałtyckiej. Dopływy wynoszą zazwyczaj od 0,1 do kilku m<sup>3</sup>/h. Są to silnie stężone wody chlorkowe, które w utworach cechsztynu mają niekiedy charakter ługów pokryształizacyjnych. Ze względu na zmienność zawadnienia tych utworów i niedoskonałość stosowanych metod opróbowania otworów głębokich, uogólnienie nagromadzonych wyników i obliczenie zasobów tych wód jest zadaniem trudnym i może być rozwiązane tylko dla niektórych rejonów.

Zawadnienie utworów karbonu zostało rozpoznane tylko w obrębie zagłębi węglowych /fig. 42/. Ze względu na odwadnianie kopalni wody te nie mają większego znaczenia leczniczego /możliwość zanieczyszczeń bakteryjnych/. Zasoby tych wód można ocenić ilością wód pompowanych przez kopalnie. Z omawianych utworów użytkują wody mineralne następujące

uzdrowiska: Szczawno-Zdrój /woda z CO<sub>2</sub>/, Goczałkowice, Jastrzębie. Ze względu na rozwój górnictwa ostatnie z nich zostanie zlikwidowane.

Utwory dewonu w pewnym stopniu rozpoznano tylko w południowo-wschodniej części Polski i na antyklinorium pomorskim /fig. 43/. Ich zawodnienie jest zmienne ze względu na szczelinowy charakter wodonośca. Przeważają obszary o wydajnościach do 5 m<sup>3</sup>/h. Lokalnie stwierdzono dopływy w granicach 10-20 m<sup>3</sup>/h. Kilka lat temu ujęto do eksploatacji wodę mineralną z utworów dewonu w Ustroniu Śląskim. Pod utworami fliżu karpackiego na głębokości około 1300 m stwierdzono termalną wodę chlorkową o mineralizacji ponad 100 g/l.

W sylurze i ordowiku nie ma wyraźnych poziomów z wodami mineralnymi. Zarejestrowane ich przejawy mają charakter lokalny.

Wody mineralne na utworach kambru stwierdzono dotychczas w syneklizie perybałtyckiej, na wyniesieniu mazursko-suwalskim i w obniżeniu podlaskim. We wszystkich przypadkach były to wody chlorkowe o mineralizacji od kilku do ponad 100 g/l. Wydajność otworów była różna: od śladowych w zachodniej części syneklizy, do około 10 m<sup>3</sup>/h w innych rejonach /fig. 43/.

Wodonośność utworów prekambru była badana w kilku otworach na niżu, ale uzyskane dopływy były małe i w sensie praktycznym utwory te można uznać za bezwodne.

Na figurze 43 zaznaczono wody mineralne i swoiste w utworach krystalicznych Sudetów. Utwory te mają różny wiek /karbon, prekamb/, ale podobne są warunki krążenia wód. W utworach tych występują szczawy /Świeradów, Czerniawa, Kotlina Kłodzka/ i wody termalne /Cieplice, Łądek-Zdrój/. Wydajność otworów jest uzależniona od warunków tektonicznych.

### 5.3. Perspektywy zwiększenia eksploatacji wód mineralnych i swoistych dla celów balneologicznych

W Polsce wody mineralne wykorzystuje się dotychczas tylko do celów leczniczych lub profilaktycznych. Dlatego też należy temu poświęcić nieco uwagi.

Obecne oraz przewidywane zapotrzebowanie na wody lecznicze jest określane przez Zjednoczenie Uzdrowiska Polskie. Potrzeby uzdrowisk istniejących i projektowanych określono do 1990 i 2000 r. Ocena możliwości pokrycia tego zapotrzebowania została przedstawiona w pracy J. Kozłowskiego, Z. Płochniewskiego i I. Potockiego /1976/. Obecne wykorzystanie wód mineralnych oraz perspektywy jego zwiększenia przedstawiono również na figurze 44. Za perspektywiczne przy poszukiwaniach



wód dla celów leczniczych uznano te obszary, na których ilość i jakość wód odpowiada wymaganiom przyjętym w praktyce. W przypadku wód chlorkowych mineralizację ogólną przyjęto w granicach 5-100 g/l, a wydajność pojedynczego otworu ponad 1 m<sup>3</sup>/h. Dla pozostałych typów wód wymagania ilościowe były znacznie łagodniejsze. Ocena perspektyw dotyczy najważniejszych poziomów z wodami mineralnymi i swoistymi, a poziomy podrzędne oznaczono odpowiednią szrafurą jako "inne". Na mapie /fig. 44/ naniesiono również uzdrowiska i te miejscowości, gdzie uzdrowiska powstaną w przyszłości.

Konfrontując punkty obecnego wykorzystania wód z obszarami perspektywicznymi można wysnuć wniosek, że możliwości zwiększenia eksploatacji wód mineralnych i swoistych, a w tym i termalnych, są duże. Dotyczy to przede wszystkim wód chlorkowych i termalnych. Z punktu widzenia zasobów, możliwości wykorzystania wód chlorkowych są praktycznie nieograniczone, ale przeszkodą w ich użytkowaniu są trudności z usuwaniem wód po wykorzystaniu w uzdrowisku. Najbardziej perspektywicznymi poziomami przy poszukiwaniach wód chlorkowych, a przede wszystkim solanek termalnych, są utwory kredy dolnej, jury dolnej i triasu dolnego na Niżu Polskim.

Perspektywy uzyskania dodatkowych zasobów szcaw można wiązać ze znanymi obszarami ich występowania w Sudetach i Karpatach.

Wód siarczanowych można poszukiwać w utworach jury górnej na Niżu Polskim i w utworach miocenu morskiego.

Na mapie /fig. 44/ wskazano również obszary, na których wód mineralnych nie ma /NE część Polski/ lub gdzie perspektywy ich znalezienia są małe /Góry Świętokrzyskie/.

Brak szrafury na mapie oznacza albo obszary charakteryzujące się niekorzystnymi warunkami do wykorzystania wód jako surowca leczniczego, albo też brak dostatecznego rozpoznania tych warunków. Obszarów tych nie należy określać jako bezwodnych /np. mogą występować wody o mineralizacji ponad 100 g/l.

## WNIOSKI

Na podstawie obecnie ocenionych zasobów perspektywicznych i bazy zasobowej kopalin udokumentowanych wykazanych w bilansie można wydzielić, z punktu widzenia zaopatrzenia przemysłu w surowce, następujące grupy kopalin:

Do grupy pierwszej zaliczono kopaliny zapewniające produkcję przemysłu do 2000 r. Do nich należą: węgiel kamienny i brunatny, rudy miedzi, rudy cynku i ołowiu, sole kamienne, siarka rodzima, baryt, wody mineralne. Do tej grupy należą również liczne kopaliny skalne jak: surowce przemysłu ogniotrwałego /łupki kwarcytowe, kwarcyty, iły i łupki ogniotrwałe, dolomity ogniotrwałe, piaski formierskie, ziemie krzemionkowe/, surowce przemysłu szklarskiego, ceramiki szlachetnej /skalenie, kwarc żyłowy/, ceramiki budowlanej /surowce ilaste, kruszywa ceramiczne/, wapienie dla przemysłu cementowego, chemicznego, hutniczego i cukrowniczego, gipsy i anhydryty, kamienie drogowe i budowlane.

Do drugiej grupy należą kopaliny obecnie eksploatowane, jednak nie wystarczające na potrzeby przemysłu, jak również te, których zasoby perspektywiczne nie wskazują na zwiększenie wydobycia w przyszłości. Do nich należy ropa naftowa i gaz ziemny oraz rudy niklu.

Do trzeciej grupy można zaliczyć kopaliny rezerwowe o dużych zasobach udokumentowanych i perspektywicznych, które nie są zagospodarowane. Są to sole potasowe Zatoki Puckiej, surowce kaolinowe na Dolnym Śląsku, rudy tytanomagnetytowe Suwalszczyzny.

Do czwartej grupy należą kopaliny deficytowe, których zasoby perspektywiczne wskazują na możliwość poprawy tego stanu w przyszłości. Do takich kopalin należą pierwiastki rzadkie i promieniotwórcze oraz rudy cyny.

Piąta grupa obejmuje kopaliny deficytowe o dużych zasobach udokumentowanych i potencjalnych, jednak o małej wydajności. Ze względów ekonomicznych eksploatacja ich została wstrzymana. Do tej grupy należą złoża osadowych rud żelaza i fosforyty.

Dalsze działanie powinno być skoncentrowane głównie na opracowaniu metod oceny zasobów prognostycznych  $D_3$  dla stref formacyjno-strukturalnych o przypuszczalnej perspektywiczności, które w obecnym etapie prognozowania nie zostały objęte oceną zasobów.

SPIS TABEL

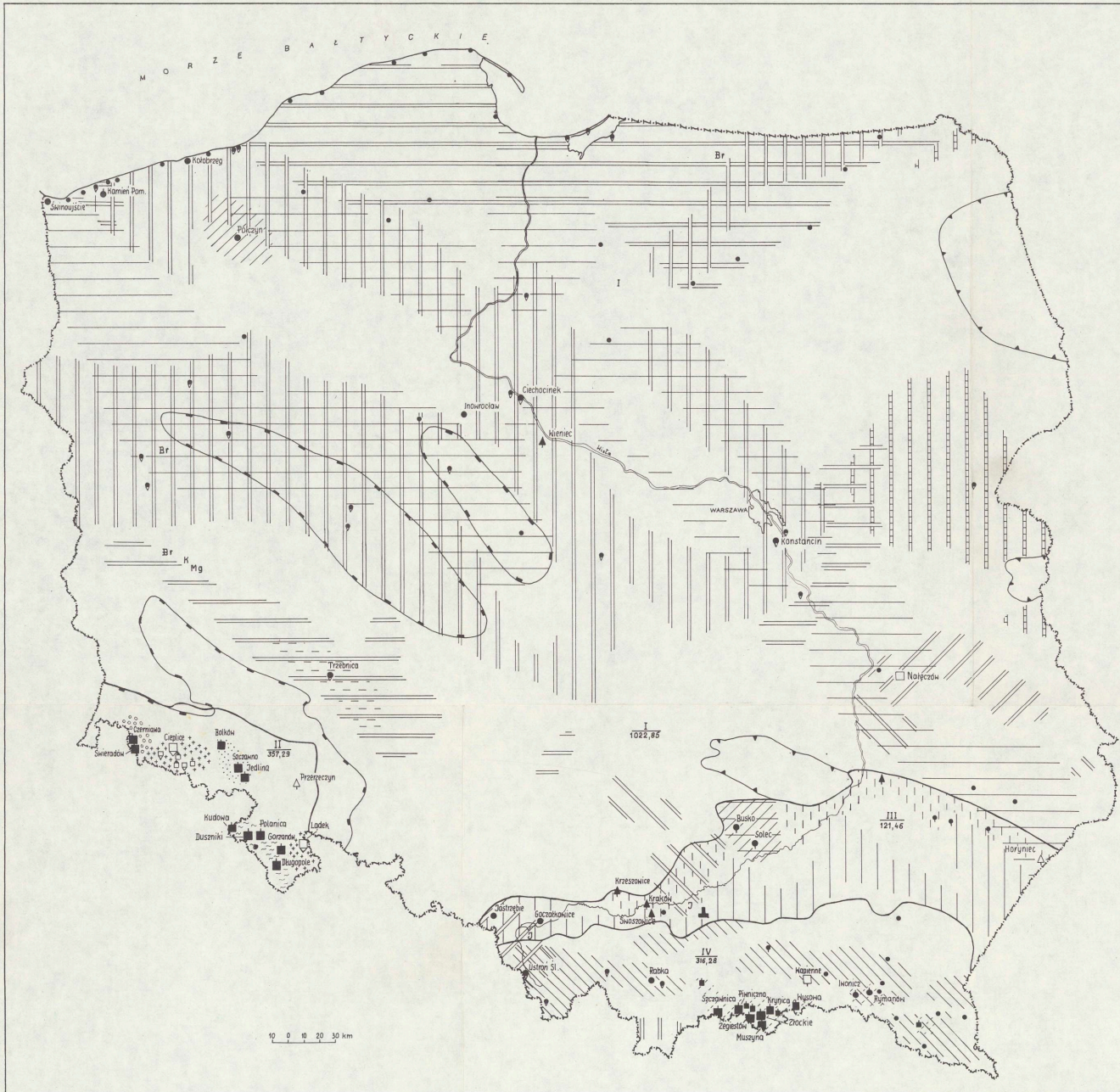
- Tab. 1. Formacje geologiczne o ustalonej i przypuszczalnej perspektywności
- Tab. 2. Zestawienie zbiorcze zasobów perspektywicznych kopalin energetycznych, metalicznych i chemicznych
- Tab. 3. Zestawienie zbiorcze zasobów prognostycznych kopalin skalnych
- Tab. 4. Zasoby prognostyczne /wydajności/ wód mineralnych
- Tab. 5. Zasoby perspektywiczne węgla kamiennego w Polsce
- Tab. 6. Zasoby perspektywiczne węgla kamiennego w Górnośląskim Zagłębiu Węglowym
- Tab. 7. Zasoby perspektywiczne węgla kamiennego w Lubelskim Zagłębiu Węglowym
- Tab. 8. Zasoby perspektywiczne węgla kamiennego w Dolnośląskim Zagłębiu Węglowym
- Tab. 9. Zasoby prognostyczne węgla brunatnego
- Tab. 10. Zasoby prognostyczne /wydobywalne/ ropy naftowej i gazu ziemnego
- Tab. 11. Rozmieszczenie wydobywalnych zasobów prognostycznych ropy naftowej i gazu ziemnego według głębokości występowania
- Tab. 12. Rozmieszczenie wydobywalnych zasobów prognostycznych ropy naftowej i gazu ziemnego według wieku utworów geologicznych
- Tab. 13. Rozmieszczenie wydobywalnych zasobów prognostycznych ropy naftowej i gazu ziemnego w rejonach geologicznych
- Tab. 14. Obszary występowania rud uranu
- Tab. 15. Rudy wanadu i molibdenu w łupkach dictyonemowych obniżenia podlaskiego
- Tab. 16. Występowanie wkładek syderytowych w saaleńskim poziomie rudonośnym
- Tab. 17. Zasoby perspektywiczne osadowych rud żelaza w poszczególnych obszarach
- Tab. 18. Zasoby prognostyczne cechsztyńskiej formacji miedzionośnej do głębokości 1500 m
- Tab. 19. Zasoby potencjalne cechsztyńskiej formacji miedzionośnej w strefie głębokości 1500-2000 m
- Tab. 20. Zasoby perspektywiczne ważniejszych metali towarzyszących cechsztyńskim rudom miedzi do głębokości 1500 m
- Tab. 21. Zasoby potencjalne ważniejszych metali towarzyszących cechsztyńskim rudom miedzi w strefie głębokości 1500-2000 m
- Tab. 22. Zasoby perspektywiczne rud cynku i ołowiu triasu śląsko-kra-kowskiego
- Tab. 23. Zasoby prognostyczne kadmu i srebra w rudach cynku i ołowiu triasu śląsko-kra-kowskiego
- Tab. 24. Zasoby prognostyczne złóż rud cyny Pasma Kamienieckiego
- Tab. 25. Zasoby prognostyczne  $D_1$  pierwiastków ziem rzadkich i toru

- Tab. 26. Zasoby perspektywiczne cechsztyńskich i miocenijskich soli kamiennych i potasowo-magnezowych
- Tab. 27. Zasoby perspektywiczne triasowych soli kamiennych
- Tab. 28. Zasoby perspektywiczne siarki rodzimej
- Tab. 29. Zasoby perspektywiczne koncentracji fosforytowych
- Tab. 30. Zasoby perspektywiczne barytu
- Tab. 31. Zasoby perspektywiczne fluorytu
- Tab. 32. Zasoby prognostyczne piasków szklarskich
- Tab. 33. Zasoby prognostyczne kaolinów
- Tab. 34. Zasoby prognostyczne złóż kamionkowych i biało wypalających się Dolnego Śląska
- Tab. 35. Zasoby prognostyczne kruszywa naturalnego
- Tab. 36. Zasoby prognostyczne wód mineralnych w głównych poziomach wodonośnych

SPIS FIGUR

- Fig. 1. Mapa prognoz węgla kamiennych, węgla brunatnych i uranu
- Fig. 2. Mapa prognoz gazo- i roponości
- Fig. 3. Mapa prognoz rud metali
- Fig. 4. Mapa prognoz kopalin chemicznych
- Fig. 5. Górnośląskie Zagłębie Węglowe. Zasoby węgla do głębokości 1000 m
- Fig. 6. Górnośląskie Zagłębie Węglowe. Zasoby węgla na głębokości 1000-1250 m
- Fig. 7. Górnośląskie Zagłębie Węglowe. Zasoby węgla na głębokości 1250-2000 m
- Fig. 8. Lubelskie Zagłębie Węglowe. Zasoby perspektywiczne
- Fig. 9. Dolnośląskie Zagłębie Węglowe. Zasoby węgla do głębokości 1000 m
- Fig. 10. Rozmieszczenie prognostycznych wydobywalnych zasobów ropy naftowej i gazu ziemnego
- Fig. 11. Obszary perspektywiczne U-V-Mo formacji łupków dictyonemowych w obniżeniu podlaskim
- Fig. 12. Obszary prognostyczne uranonośnej formacji pstrego piaskowca w rejonie Pasłęk - Krynica Morska
- Fig. 13. Obszary perspektywiczne uranonośnych utworów górnego karbonu i dolnego permu w niecce śródsudeckiej oraz pstrego piaskowca na monoklinie przedsudeckiej
- Fig. 14. Rozmieszczenie złóż i obszarów perspektywicznych osadowych rud żelaza
- Fig. 15. Obszary prognostyczne i udokumentowane złóż rud tytanomagnezytowych w rejonie Suwałk
- Fig. 16. Obszary perspektywiczne i udokumentowane cechsztyńskich złóż rud miedzi
- Fig. 17. Obszary prognostyczne i udokumentowane złóż rud cynku i ołowiu w rejonie śląsko-krakowskim

- Fig. 18. Obszary prognostyczne mineralizacji cynowej wschodniej części osłony Karkonoszy
- Fig. 19. Obszary perspektywiczne i udokumentowane formacji cynonóżnych Gór Izerskich
- Fig. 20. Obszary prognostyczne i udokumentowane strefy cynonożnej zachodniej części Pasma Kamienieckiego w Sudetach
- Fig. 21. Obszary prognostyczne rud toru i pierwistków ziem rzadkich w rejonie Szklarskiej Poręby
- Fig. 22. Obszary prognostyczne rud toru i pierwistków ziem rzadkich w rejonie Markocice - Bogatynia
- Fig. 23. Perspektywiczne złoża miedzi w utworach staropaleozoicznych północno-wschodniego obrzeżenia GZW
- Fig. 24. Obszary prognostyczne i udokumentowane złóż boksytów i argilitów w rejonie Nowa Ruda - Słupiec
- Fig. 25. Obszary o zasobach potencjalnych boksytów i alitów w rejonie Radzyna i Parczewa
- Fig. 26. Obszary o zasobach potencjalnych skał sillimanitowych na Dolnym Śląsku
- Fig. 27. Złoża i obszary perspektywiczne cechsztyńskich i miocennskich soli kamiennych i soli potasowo-magnezowych
- Fig. 28. Obszary o zasobach potencjalnych soli kamiennej w utworach kajpru górnego na Kujawach
- Fig. 29. Obszary prognostyczne soli kamiennej w utworach retu na monoklinie przedśudeckiej
- Fig. 30. Obszary perspektywiczne i udokumentowane złóż siarki w zapadlisku przedkarpaccim
- Fig. 31. Obszary perspektywiczne i udokumentowane albskiej formacji fosforytonożnej w rejonie Annopola i Bełchatowa
- Fig. 32. Obszary perspektywiczne górnocennskiej formacji fosforytonożnej między Wisłą, Bugiem i Wieprzem
- Fig. 33. Baryt i fluoryt w Sudetach
- Fig. 34. Obszary prognostyczne skalnych surowców hutniczych oraz kaolinów
- Fig. 35. Obszary prognostyczne surowców dla przemysłu ceramiki szlachetnej i budowlanej
- Fig. 36. Obszary prognostyczne kruszywa naturalnego grubego i piasków kwarcowych do produkcji cegły silikatowej i betonów komórkowych
- Fig. 37. Obszary prognostyczne kamieni budowlanych i drogowych oraz surowców dla przemysłu materiałów wiążących i wapieni stosowanych w innych przemysłach
- Fig. 38. Zasoby wód mineralnych w utworach miocenu morskiego i oligocenu na Niżu Polskim oraz we fliszu karpaccim
- Fig. 39. Zasoby wód mineralnych w utworach kredy dolnej
- Fig. 40. Zasoby wód mineralnych w utworach jury dolnej
- Fig. 41. Zasoby wód mineralnych w utworach triasu dolnego
- Fig. 42. Zasoby wód mineralnych w utworach karbonu
- Fig. 43. Zasoby wód mineralnych w utworach dewonu, kambru oraz w utworach krystalicznych Sudetów
- Fig. 44. Mapa prognoz wód mineralnych



OBJAŚNIENIA

- Granice głównych regionów wód mineralnych  
 I Region niżowy  
 II Region śudecki  
 III Region przedkarpacki  
 IV Region karpacki
- Σ Suma zasobów wód mineralnych i suwitych naturalnych dla wsi i kopalni na obszarze danego regionu /wg stanu na 1.1.1976 r./

Typ chemiczny wód użytkowanych lub przewidzianych do użytkowania w uzdrowiskach

Typ chemiczny wód wg jony prowadzącej	Mieszalność na tony /l w %	Zawartość składników suwitych					Temperatura w °C
		Siarka	CO <sub>2</sub>	NH <sub>4</sub>	Fe	Mn	
CL <sup>-</sup>	> 1	●	▲	▲	▲	▲	▲
SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	< 1		▲	▲			
	> 1		▲	▲			
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	< 1		□	□	□	□	□
	> 1		■				

Wykorzystanie wód mineralnych i suwitych

- □ ▲ w uzdrowiskach istniejących, nad symbolami podano nazwę uzdrowiska  
 ● □ ▲ przewidziane wykorzystanie w uzdrowiskach projektowanych  
 ■ zakład produkcji jodu

Opis możliwości wykorzystania wód

Nisza utworów	Typ chemiczny wody				temperatura
	CL <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> + Siarka	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> + CO <sub>2</sub>	Siarka	
moceńskie					
flis karpacki					
na Nisza w Sudetach					
jura dolna					
trias długi					
karbon					
devon					
kambry					
włocławskie Sudety					++ ++
innymi wsi					++ ++

- Obszary górnictwa wód mineralnych nie mające wykorzystania ze względu na brak dostatecznej ilości wód lub zbyt słaby skład mineralny /powod 400 g/l/ a także obszary kopalni węgla
- Obszary górnictwa wód mineralnych nie użytkowane lub nie są ze względu na przepiętność ujęć
- ▲ Obszary perspektywiczne dla pozostawienia wód termalnych jako źródła energii cieplnej /realizować wykorzystania jako źródła balneologicznego i energetycznego/
- Σ Br K Mg Obszary perspektywiczne do pozostawienia wód mineralnych jako surowca chemicznego; Litery są symbolami chemicznymi pierwiastków, których może być produkowany z wód

Fig. 44. Mapa prognoz wód mineralnych

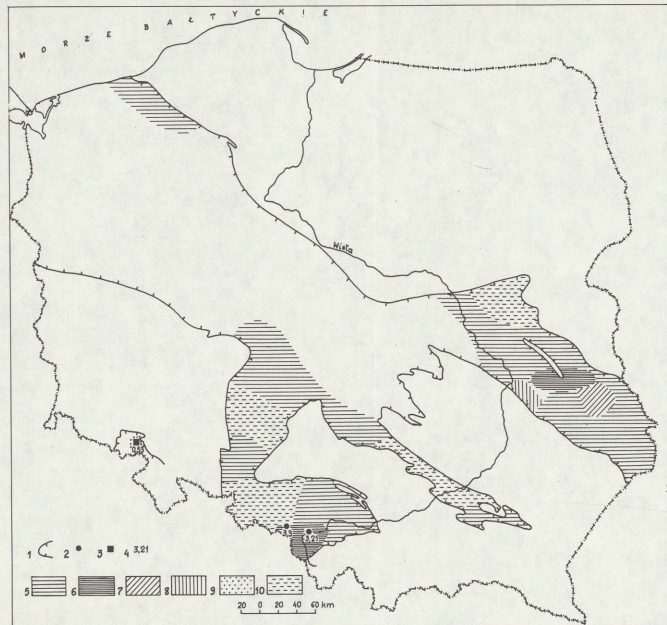


Fig. 42. Zasoby wód mineralnych w utworach karbonu /Z. Płoczniewski/

1 - zasięg występowania wód mineralnych; zasoby eksploatacyjne udokumentowane wód mineralnych: 2 - otwór lub grupa otworów z wodą chlorkową, 3 - ze szczawą, 4 - zasoby wody w  $m^3/h$ ; zasoby prognostyczne  $D_1$  wód chlorkowych w  $m^3/h$ : 5 - do 1, 6 - 1-5, 7 - 5-10, 8 - ponad 20; 9 - zasoby prognostyczne  $D_1$  szczaw do  $1 m^3/h$ ; 10 - zasoby prognostyczne  $D_2$  wód chlorkowych do  $1 m^3/h$

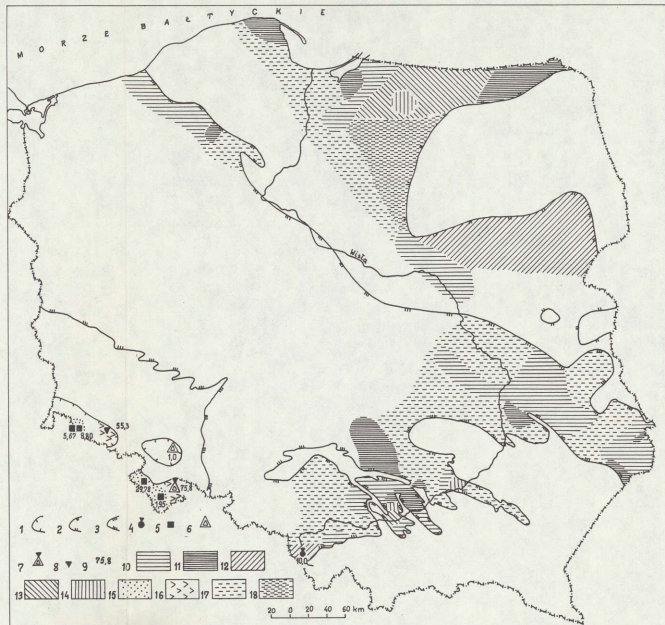


Fig. 43. Zasoby wód mineralnych w utworach dewonu, kambru oraz w utworach krystalicznych Sudetów /Z. Płoczniewski/

Zasięg występowania wód mineralnych lub swoistych w utworach: 1 - krystalicznych Sudetów, 2 - kambru, 3 - dewonu; zasoby eksploatacyjne udokumentowane wód mineralnych i swoistych: 4 - otwór z wodą chlorkową termalną, 5 - ze szczawą, 6 - z wodą swoistą siarkowodorową, 7 - z wodą siarkowodorową termalną, 8 - z wodą swoistą termalną, 9 - zasoby wody w  $m^3/h$ ; zasoby prognostyczne  $D_1$  wód chlorkowych w  $m^3/h$ : 10 - do 1, 11 - 1-5, 12 - 5-10, 13 - 10-20, 14 - ponad 20; 15 - zasoby prognostyczne  $D_1$  szczaw do  $5 m^3/h$ ; 16 - zasoby prognostyczne  $D_1$  swoistych wód termalnych /w tym siarkowodorowe/ ponad  $20 m^3/h$ ; zasoby prognostyczne  $D_2$  wód chlorkowych w  $m^3/h$ : 17 - do 1, 18 - 1-5

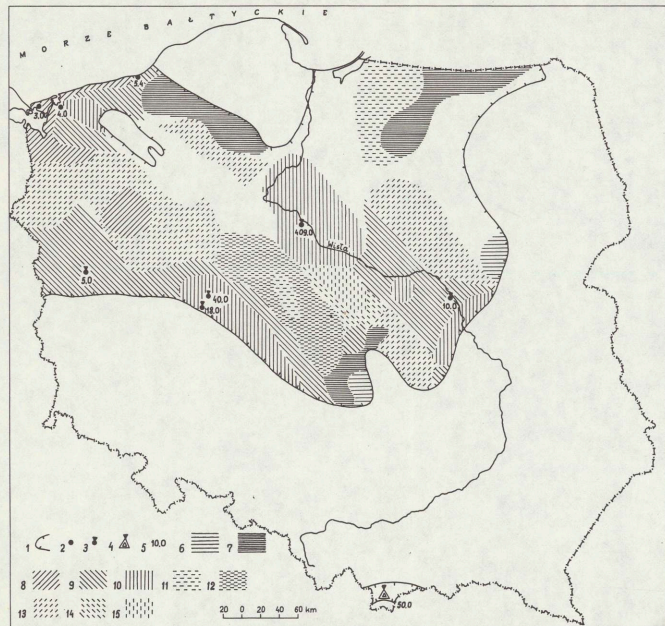


Fig. 40. Zasoby wód mineralnych w utworach jury dolnej /Z. Płochniewski/

1 - zasięg występowania wód mineralnych; zasoby eksploatacyjne udokumentowane wód mineralnych: 2 - otwór lub grupa otworów z wodą chlorkową, 3 - z wodą chlorkową termalną, 4 - z wodą siarkowodorową termalną, 5 - zasoby wody w m<sup>3</sup>/h; zasoby prognostyczne D<sub>1</sub> wód chlorkowych w m<sup>3</sup>/h: 6 - do 1, 7 - 1-5, 8 - 5-10, 9 - 10-20, 10 - ponad 20; zasoby prognostyczne D<sub>2</sub> wód chlorkowych w m<sup>3</sup>/h: 11 - do 1, 12 - 1-5, 13 - 5-10, 14 - 10-20, 15 - ponad 20

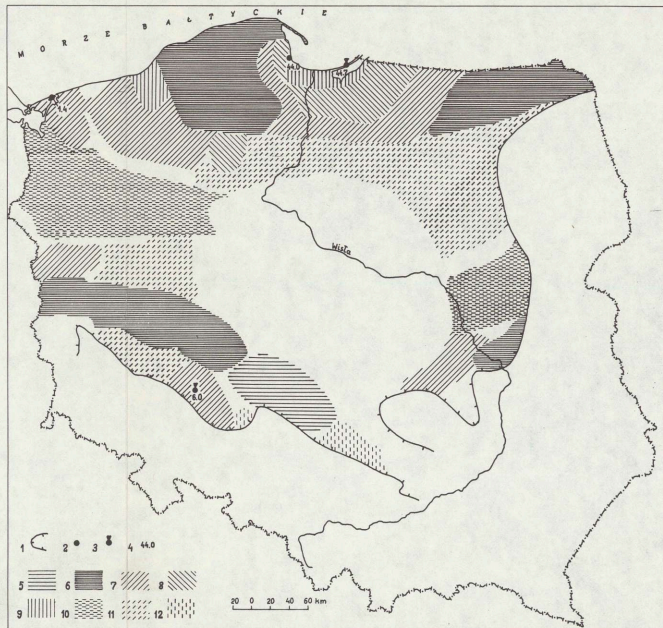


Fig. 41. Zasoby wód mineralnych w utworach triasu dolnego /Z. Płochniewski/

1 - zasięg występowania wód mineralnych; zasoby eksploatacyjne udokumentowane wód mineralnych: 2 - otwór lub grupa otworów z wodą chlorkową, 3 - z wodą chlorkową termalną, 4 - zasoby wody w m<sup>3</sup>/h; zasoby prognostyczne D<sub>1</sub> wód chlorkowych w m<sup>3</sup>/h: 5 - do 1, 6 - 1-5, 7 - 5-10, 8 - 10-20, 9 - ponad 20; zasoby prognostyczne D<sub>2</sub> wód chlorkowych w m<sup>3</sup>/h: 10 - 1-5, 11 - 5-10, 12 - ponad 20



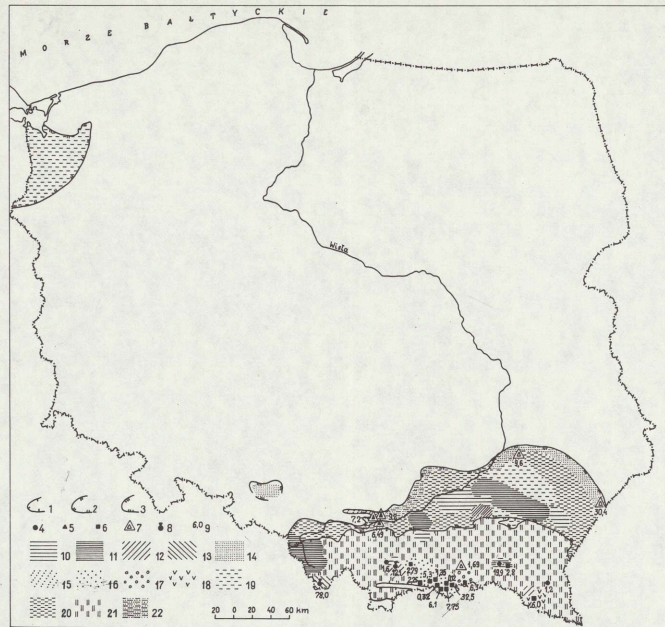


Fig. 38. Zasoby wód mineralnych w utworach miocenu morskiego i oligocenu na Niżu Polskim oraz we fliszu karpackim /Z. Płochniewski/

Zasięg występowania wód mineralnych lub swoistych w utworach: 1 - fliszu karpackiego, 2 - oligocenu na Niżu Polskim, 3 - miocenu morskiego; zasoby eksploatacyjne udokumentowane wód mineralnych: 4 - otwór lub grupa otworów z wodą chlorkową, 5 - z wodą siarczanową, 6 - ze szczawią, 7 - z wodą siarkowodorową, 8 - z wodą chlorkową termalną, 9 - zasoby wody w m<sup>3</sup>/h; zasoby prognostyczne D<sub>1</sub> wód chlorkowych w m<sup>3</sup>/h: 10 - do 1, 11 - 1-5, 12 - 5-10, 13 - 10-20; zasoby prognostyczne D<sub>1</sub> wód siarczanowych w m<sup>3</sup>/h: 14 - 1-5, 15 - 5-10; zasoby prognostyczne D<sub>1</sub> szczawiu w m<sup>3</sup>/h: 16 - do 1, 17 - 1-5; 18 - zasoby prognostyczne D<sub>2</sub> szczawiu do 1 m<sup>3</sup>/h; zasoby prognostyczne D<sub>2</sub> wód chlorkowych w m<sup>3</sup>/h: 19 - do 1, 20 - 1-5, 21 - zmienne na małych odległościach; 22 - zasoby prognostyczne D<sub>2</sub> wód siarczanowych 1-5 m<sup>3</sup>/h

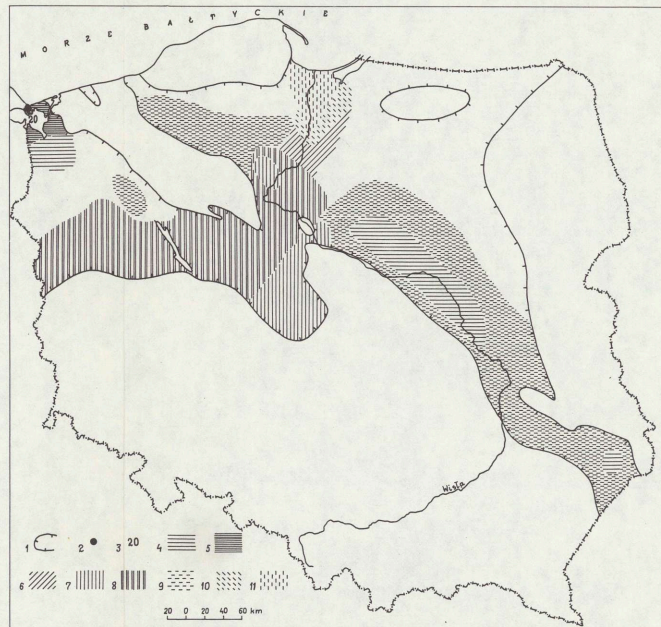


Fig. 39. Zasoby wód mineralnych w utworach kredy dolnej /Z. Płochniewski/

1 - zasięg występowania wód mineralnych; zasoby eksploatacyjne udokumentowane wód mineralnych: 2 - grupa otworów z wodą chlorkową, 3 - zasoby wody w m<sup>3</sup>/h; zasoby prognostyczne D<sub>1</sub> wód chlorkowych w m<sup>3</sup>/h: 4 - do 1, 5 - 1-5, 6 - 5-10, 7 - ponad 20, 8 - bardzo zmienne; zasoby prognostyczne D<sub>2</sub> wód chlorkowych w m<sup>3</sup>/h: 9 - 1-5, 10 - 10-20, 11 - ponad 20



Fig. 36. Obszary prognostyczne kruszywa naturalnego grubego i piasek kwarcowych do produkcji cegły silikatowej i betonów komórkowych /Z. Siliwończuk, M. Gientka, R. Kordaś/

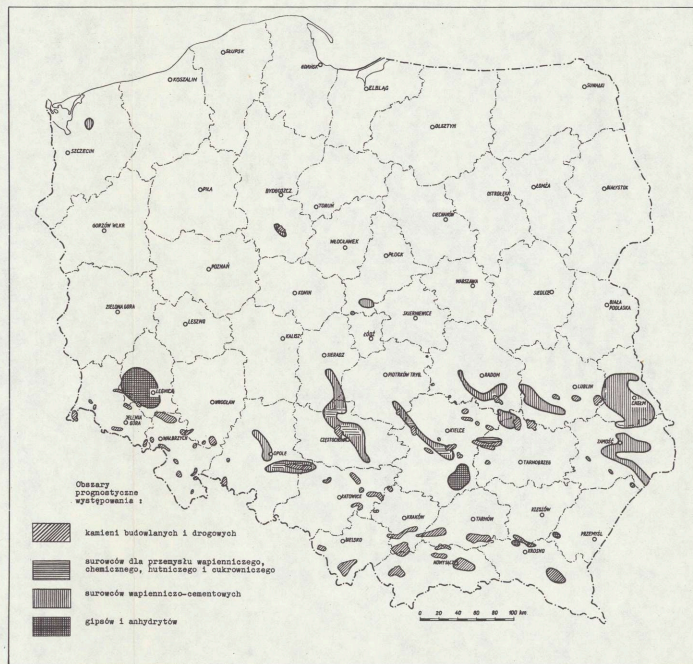


Fig. 37. Obszary prognostyczne kamieni budowlanych i drogowych oraz surowców dla przemysłu materiałów wiążących i wapieni stosowanych w innych przemysłach /Z. Gajewski, S. Kozłowski, H. Leszczyński, R. Podstolski/

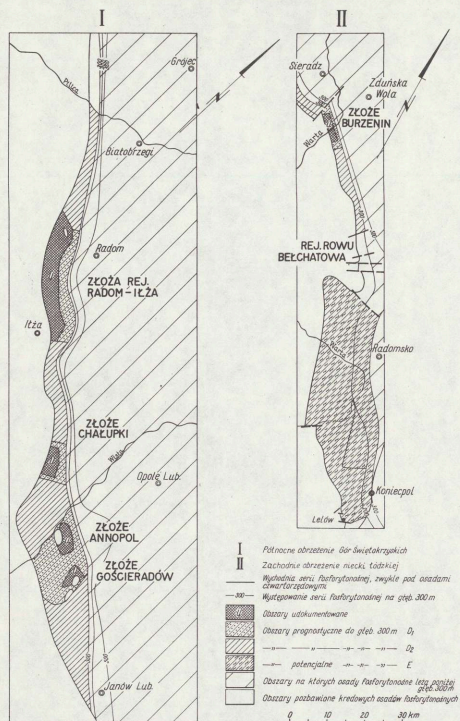


Fig. 31. Obszary perspektywiczne i udokumentowane albekiej formacji fosforytonowej w rejonie Annapola i Bełchatowa /J. Ueberna/

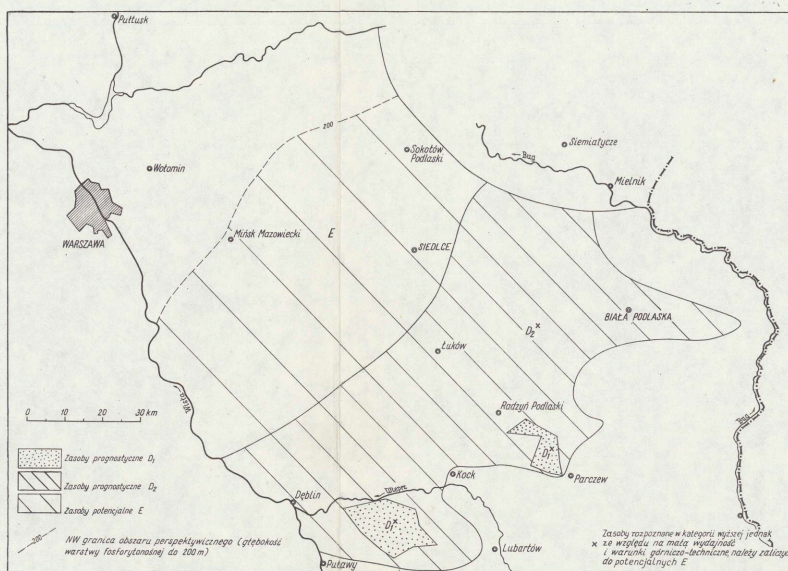


Fig. 32. Obszary perspektywiczne górnoocheńskiej formacji fosforytonowej między Wisłą, Bugiem i Wieprzem /J. Ueberna/



Fig. 34. Obszary prognostyczne skalnych surowców hutniczych oraz kaolinów /R. Podstolski/



Fig. 35. Obszary prognostyczne surowców dla przemysłu ceramiki szlachetnej i budowlanej /M. Błaszak, Z. Kozydra, R. Podstolski/

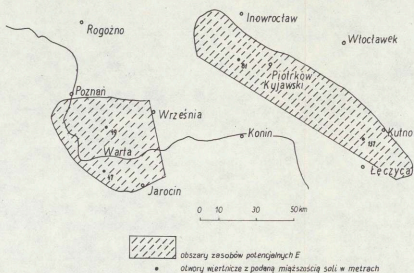


Fig. 28. Obszary o zasobach potencjalnych soli kamiennej w utworach kajpru górnego na Kujawach /B. Makowska/

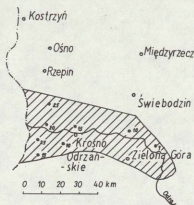


Fig. 29. Obszary prognostyczne soli kamiennej w utworach retu na monoklinie przedśudeckiej /B. Makowska/

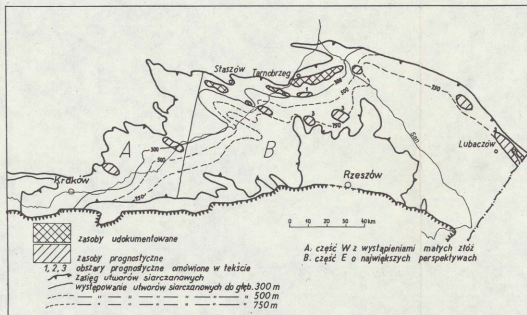


Fig. 30. Obszary perspektywiczne i udokumentowane złóż siarki w zapadliku przedkarpackim /S. Pawłowski, K. Pawłowska, B. Kubica/

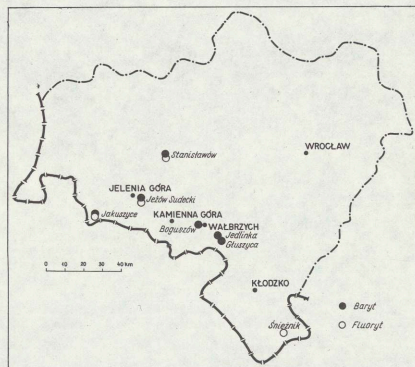


Fig. 33. Baryt i fluoryt w Sudetach /J. Pawłowska, M. Szałamacha/



Fig. 27. Złoże i obszary perspektywiczne cechsztyńskich i miocenskich soli kamiennych i soli potasowo-magnezowych /zestawiała J. Orska według Z. Wernera, M. Podemskiego, A. Garlickiego, J. Orskiej/

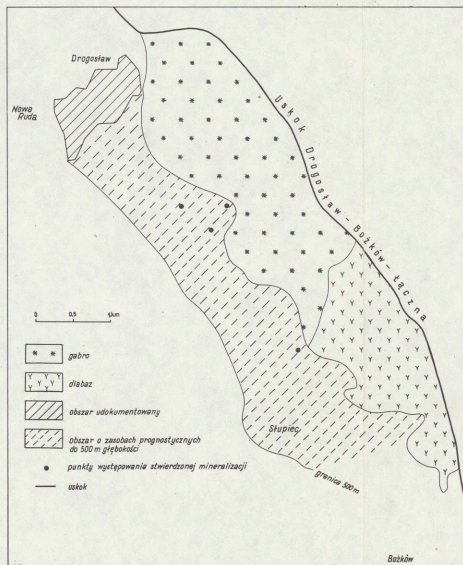


Fig. 24. Obszary prognostyczne i udokumentowane złóż boksytów i argilitów w rejonie Nowa Ruda - Szupiec /Z. Górzyski/

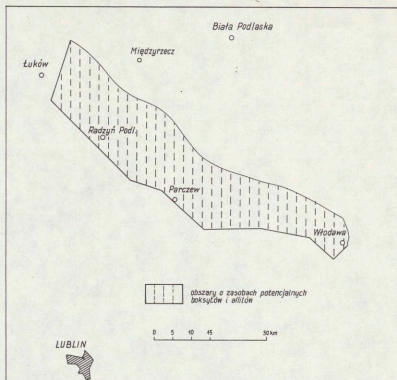


Fig. 25. Obszary o zasobach potencjalnych boksytów i argilitów w rejonie Radzyń i Parczewa /S. Cebulak/

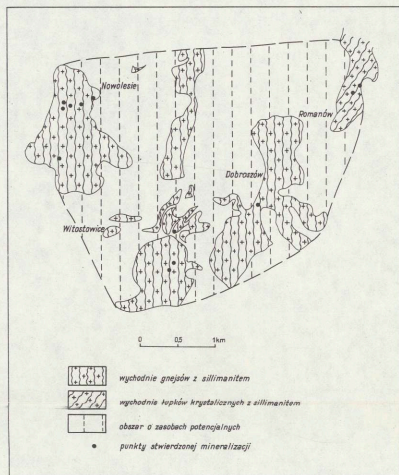


Fig. 26. Obszary o zasobach potencjalnych skał sillimanitowych na Dolnym Śląsku /Z. Górzyski/

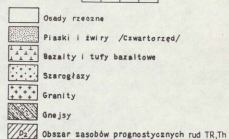


Fig. 22. Obszary prognostyczne rud toru i pierwiastków ziem rzadkich w rejonie Markocice - Bogatynia /J. Mikuszewski/

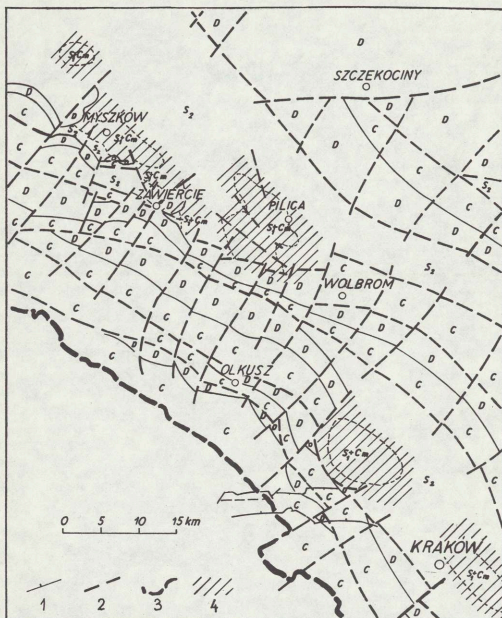


Fig. 23. Perspektywiczne złoża miedzi w utworach staropaleozoicznych północno-wschodniego obrzeżenia GZW /K. Piekarski, H. Kurbiel/ 1 - uskoki wieku alpejskiego, 2 - przypuszczalne uskoki wieku paleozoicznego, 3 - granica Górnośląskiego Zagłębia Węglowego, 4 - obszary perspektywiczne; B+Cm - kambr + sylur dolny, S<sub>2</sub> - sylur górny, D - dewon, C - karbon

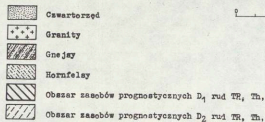
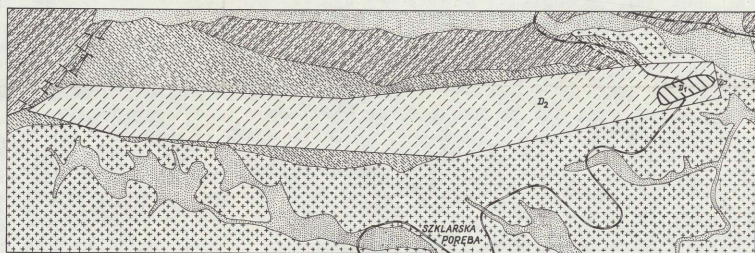


Fig. 21. Obszary prognostyczne rud toru i pierwiastków ziem rzadkich w rejonie Skłarskiej Poręby /J. Kanasiewicz/



Fig. 18. Obszary prognostyczne mineralizacji cynowej wchodniej części osłony Karkonoszy /M. Lindner/

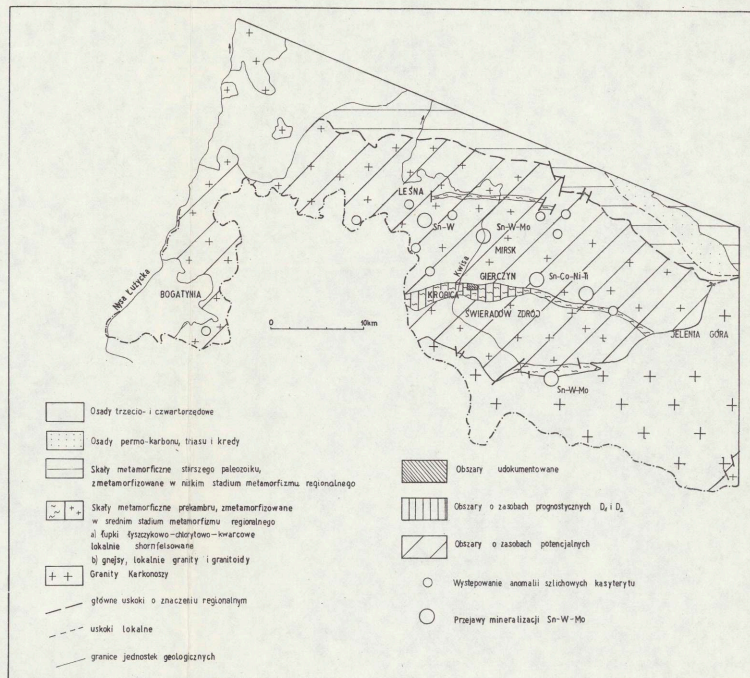


Fig. 19. Obszary perspektywiczne i udokumentowane formacji cynonośnych Gór Iżerskich /M. Szałamacha/

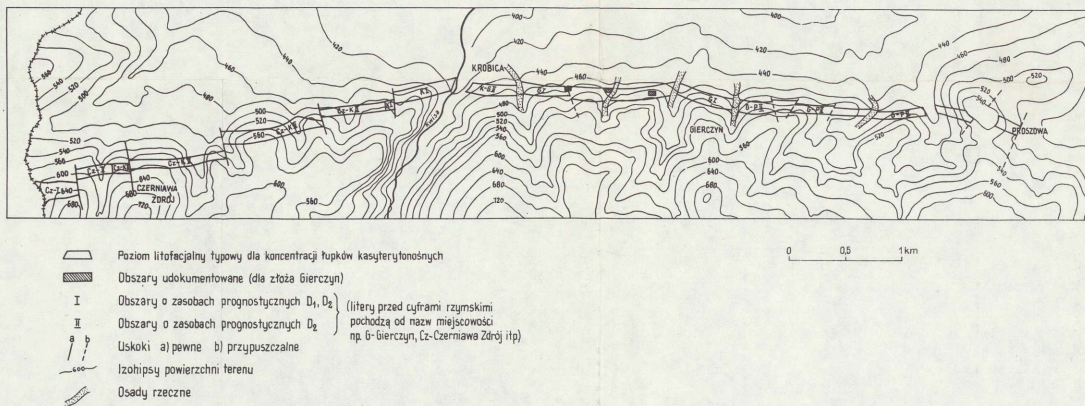


Fig. 20. Obszary prognostyczne i udokumentowane strefy cynonośnej zachodniej części Pasma Kamienieckiego w Sudetach /M. Szałamacha/



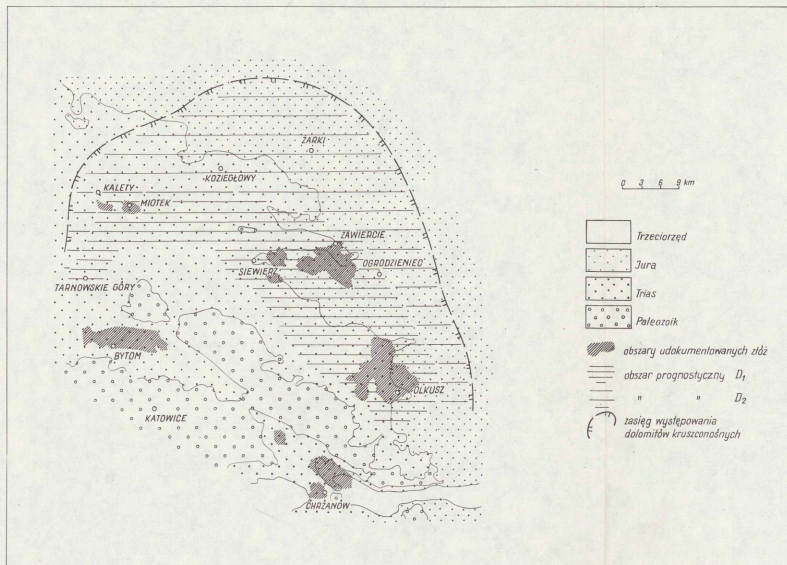


Fig. 17. Obszary prognostyczne i udokumentowane złóż rud cynku i ołowiu w rejonie śląsko-krakowskim /L. Wielgomas, B. Kerber/

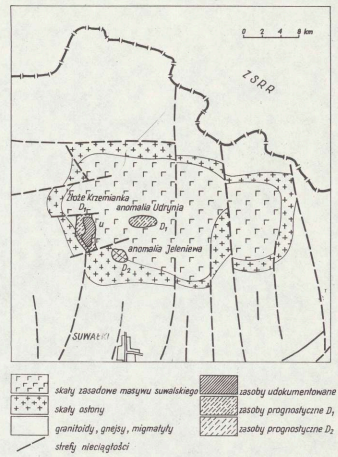


Fig. 15. Obszary prognostyczne i udokumentowane złóż rud tytanomagnetytowych w rejonie Suwałk /S. Kubicki, M. Subieta/

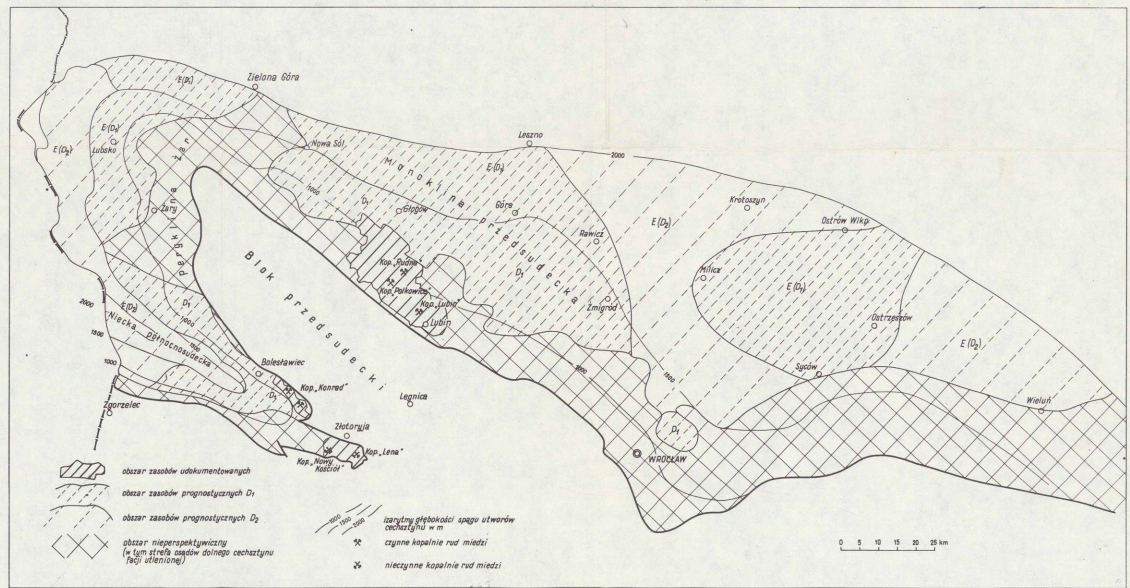


Fig. 16. Obszary perspektywiczne i udokumentowane czechsztyńskich złóż rud miedzi /E. Gospodarczyk, A. Rydzewski/

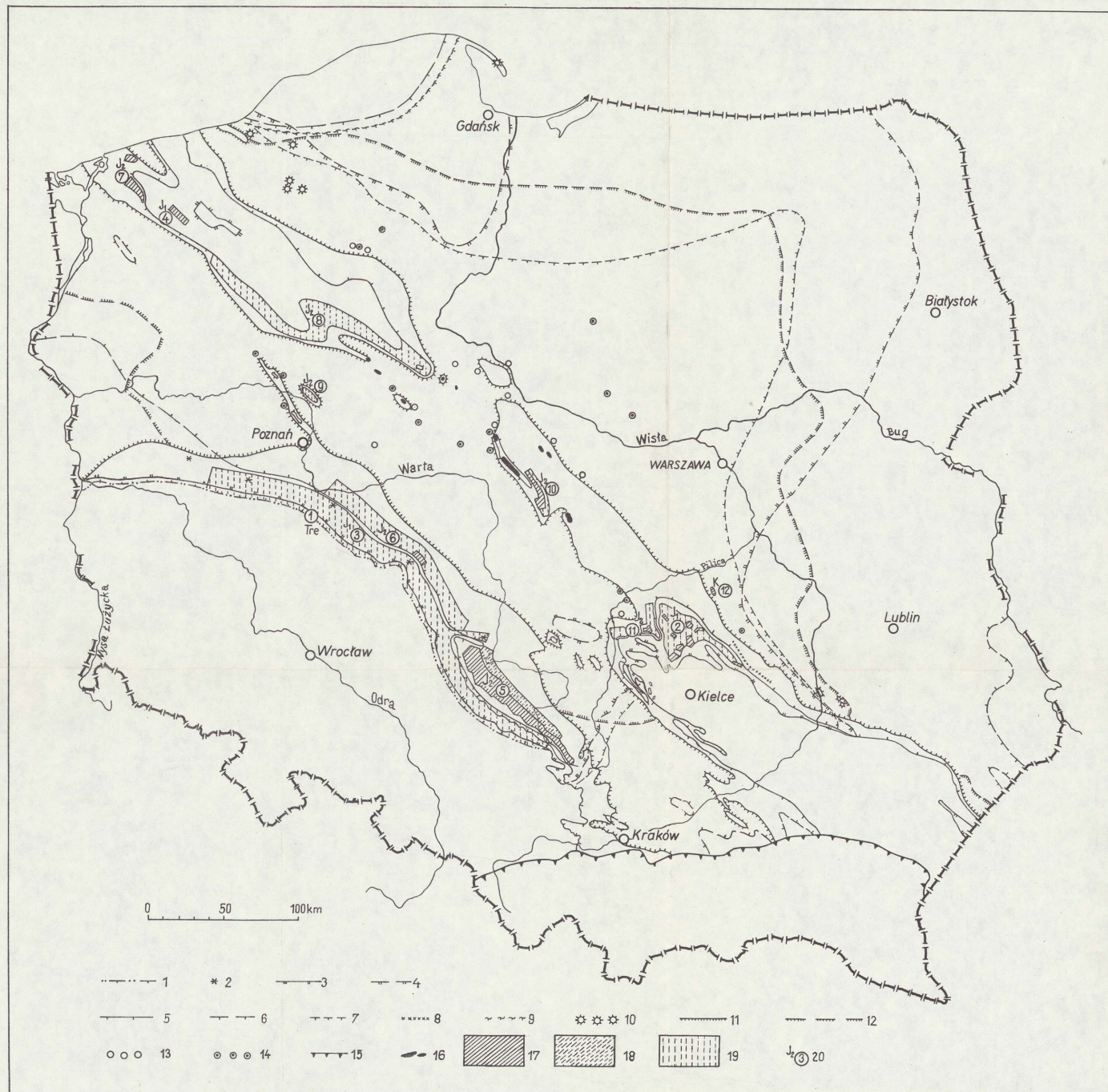


Fig. 14. Rozmieszczenie złóż i obszarów perspektywicznych osadowych rud żelaza /J. Daniec/

1 - zasięg występowania utworów retyku górnego na monoklinie przedsudeckiej i śląsko-krakowskiej, 2 - wystąpienia syderytów sferolitycznych w utworach retyku górnego, 3 - zasięg występowania utworów jury górnej, 4 - zasięg występowania utworów jury dolnej pod jurą środkową lub kredą, 5 - zasięg występowania utworów jury środkowej, 6 - zasięg występowania utworów jury środkowej pod jurą górną lub kredą, 7 - zasięg występowania utworów kujawu pod batonem, 8 - strefa występowania piasków żelazistych, 9 - zasięg występowania utworów oksfordu w otoczeniu wyniesienia Leby, 10 - wystąpienia serii oolitowo-okruchowej w utworach oksfordu, 11 - zasięg występowania utworów kredy, 12 - zasięg występowania utworów kredy dolnej pod kredą górną, 13 - wystąpienia syderytów ilastych w utworach kredy dolnej, 14 - wystąpienia rud oolitowo-okruchowych w utworach kredy, 15 - zasięg nasunięcia karpackiego, 16 - wysady dolne, 17 - obszar udokumentowanych złóż osadowych rud żelaza, 18 - obszar występowania osadowych rud żelaza o zasobach prognostycznych, 19 - obszar występowania osadowych rud żelaza o zasobach potencjalnych; 20 - wiek formacji rudonośnej i obszary: Tre - retyk: ① monoklina przedsudecka i śląsko-krakowska; J<sub>1</sub> - jura dolna: ② świętokrzyski, ③ monoklina przedsudecka i śląsko-krakowska, ④ Łobez; J<sub>2</sub> - jura środkowa: ⑤ częstochowski, ⑥ Środa-Złoczew i Kwiatków-Strzegowa, ⑦ Imno-Unibórz i Niemica, ⑧ Dąwsko-Barcin, ⑨ Rogoźno, ⑩ Jęczycki, ⑪ opoczyński; K - kreda: ⑫ Dęba-Przytyk

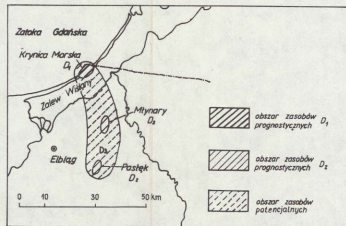


Fig. 12. Obszary prognostyczne uranonośnej formacji pstręgo piaskowca w rejonie Pasma - Krynica Morska /E. Bareja, J. Miecznik, M. Sałdan, R. Strzelecki/

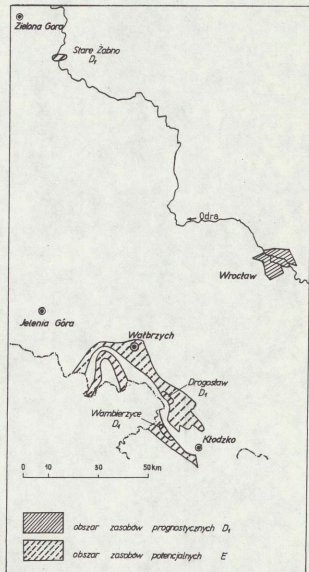


Fig. 13. Obszary perspektywiczne uranonośnych utworów górnego karbonu i dolnego permu w niecce śródsudeckiej oraz pstręgo piaskowca na monoklinie przedsudeckiej /E. Bareja, J. Miecznik, M. Sałdan, R. Strzelecki/

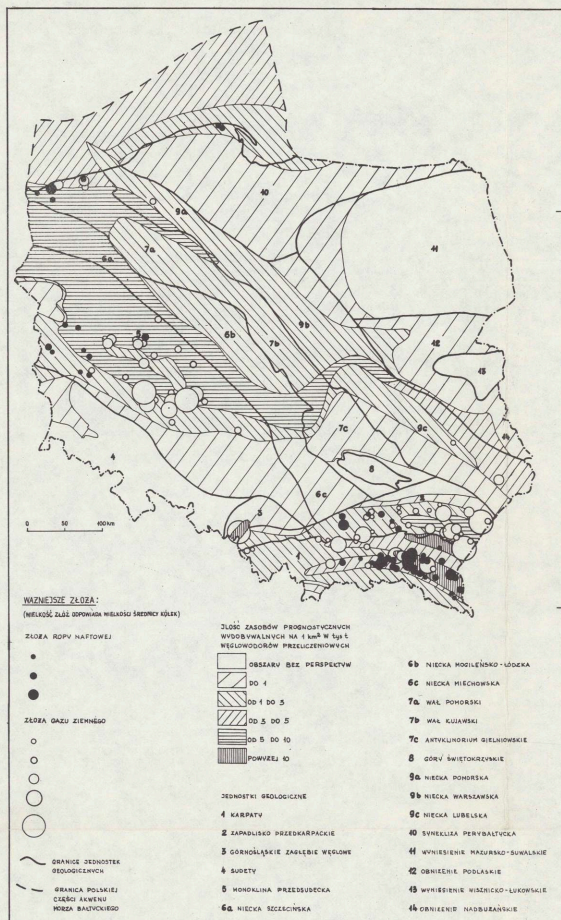


Fig. 10. Rozmieszczenie prognostycznych wydobywalnych zasobów ropy naftowej i gazu ziemnego /S. Depowski, J. Królicka, S. Skarbek, K. Sieciarz/

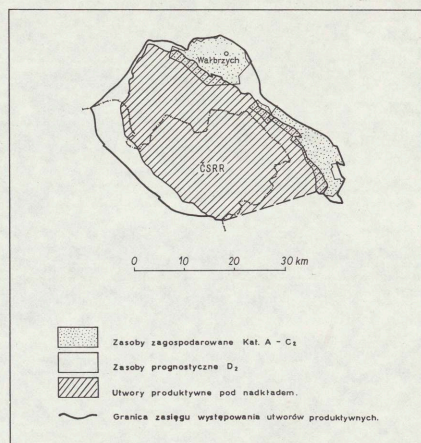


Fig. 9. Dolnośląskie Zagłębie Węglowe. Zasoby węgla do głębokości 1000 m /A. Kořan, J. Porzycki/

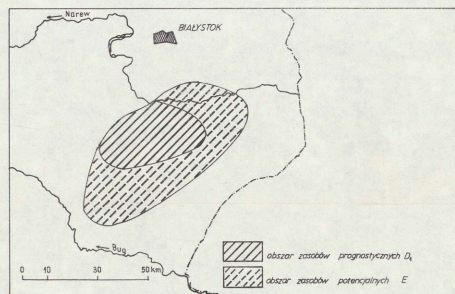


Fig. 11. Obszary perspektywiczne U-V-Mo formacji łupków dictyonemowych w obniżeniu podlaskim /E. Barea, J. Miecznik, M. Sałdan, R. Strzelecki/

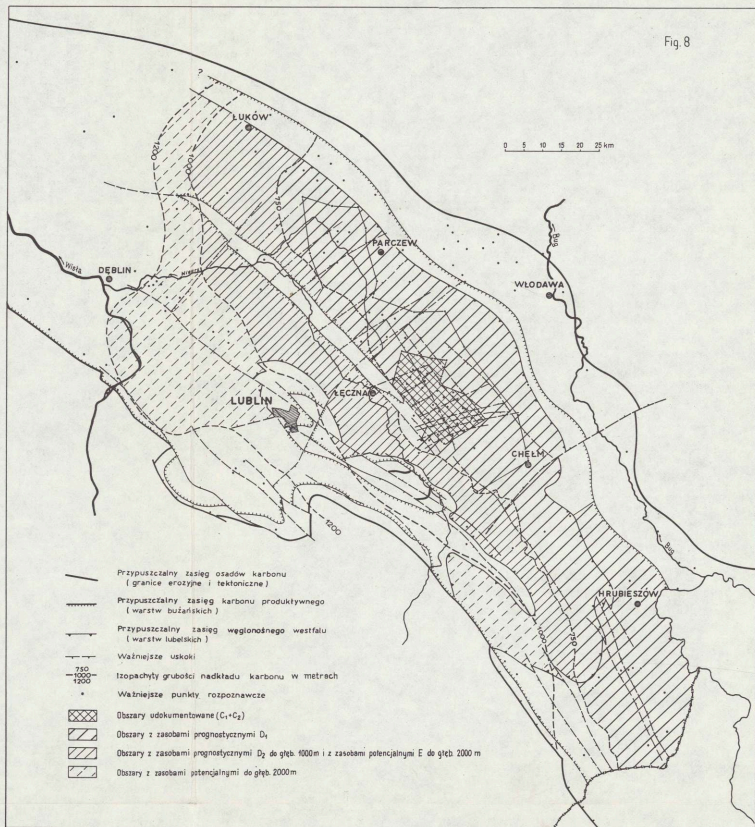


Fig. 8. Lubelskie Zagłębie Węglowe. Zasoby perspektywiczne /A. Kotas, J. Porzycki/

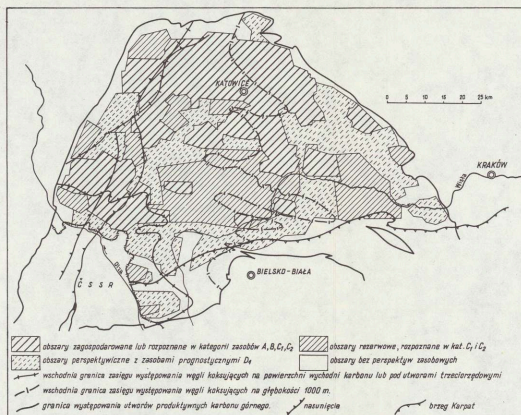


Fig. 5. Górnśląskie Zagłębie Węglowe. Zasoby węgla do głębokości 1000 m  
/A. Kotas, J. Porzycki/

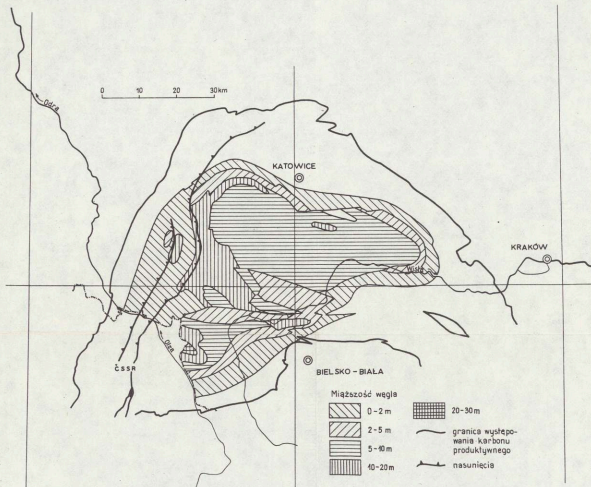


Fig. 6. Górnśląskie Zagłębie Węglowe. Zasoby węgla na głębokości 1000-1250 m  
/A. Kotas, J. Porzycki/

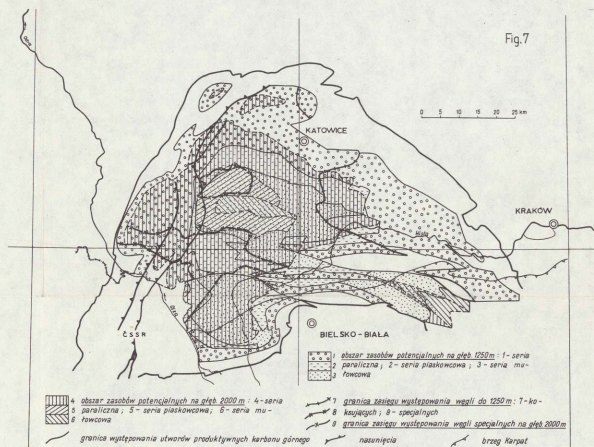


Fig. 7. Górnśląskie Zagłębie Węglowe. Zasoby węgla na głębokości 1250-2000 m  
/A. Kotas, J. Porzycki/

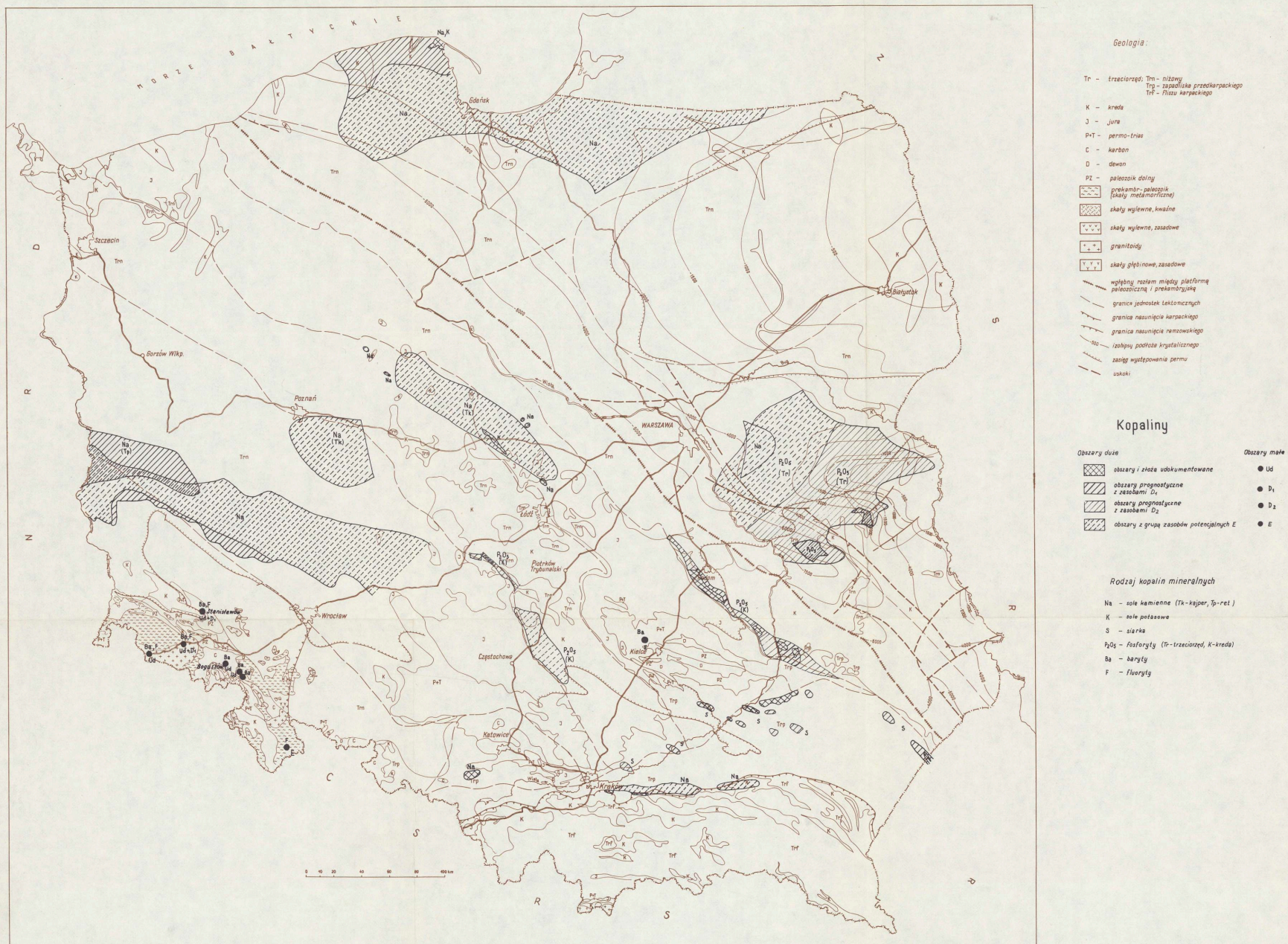
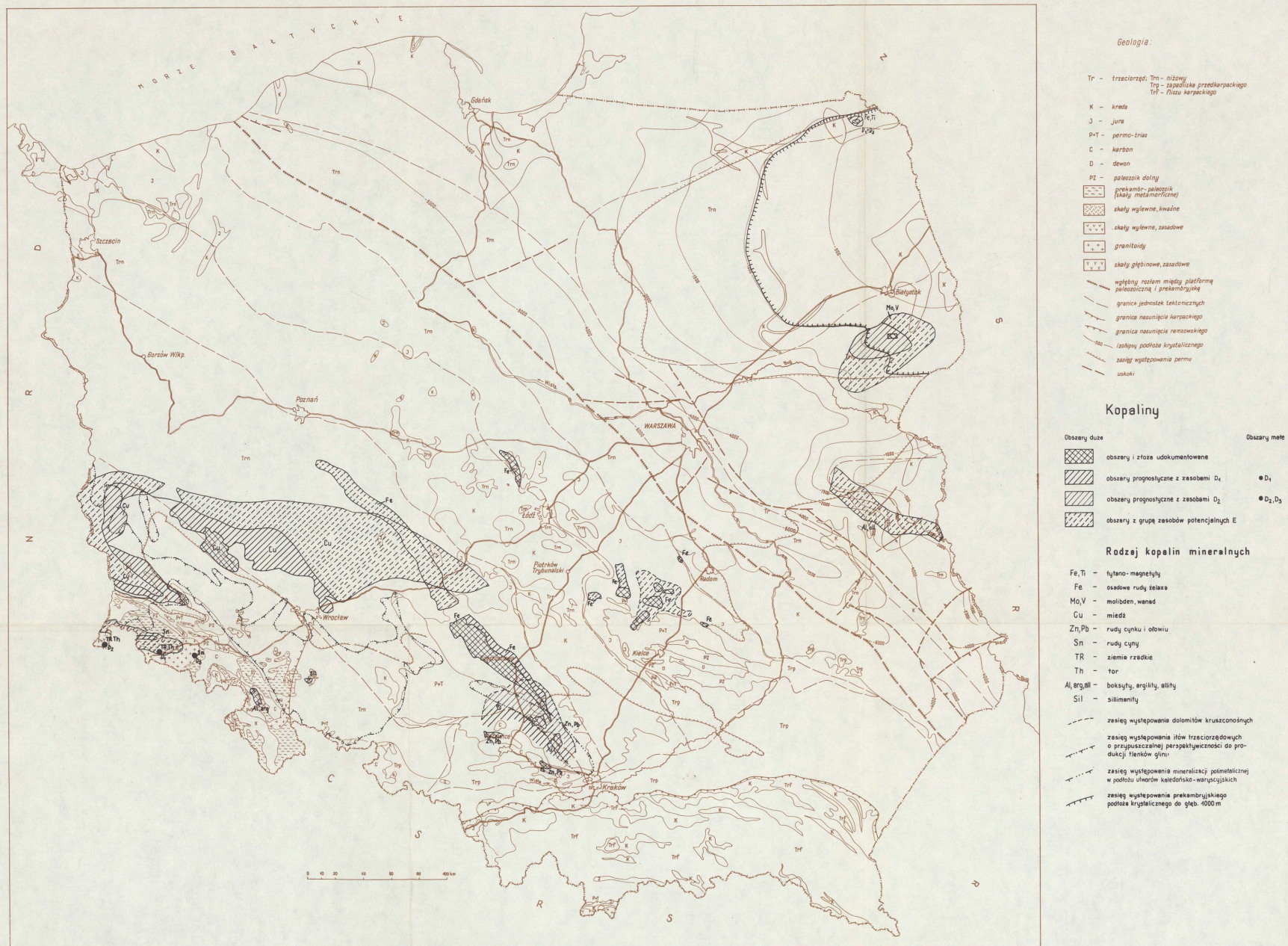


Fig. 4. Mapa prognos kopalin chemicznych

/zestawil R. Osika; autorzy: Z. Werner, J. Orska, B. Makowska /sole/, J. Uberna /fosforyty/, S. Pawłowski /siarka/, J. Pawłow-ska /baryt, fluoryt/; podklad geologiczny i tektoniczny wg E. Röhle, J. Znosko/



## Geologia:

Tr - trzeciegi, Tm - niżowy  
 Trp - zapadliska przedkarpackiego  
 Trf - flisz karpackiego

K - kreda  
 J - jura  
 P-T - permotrias  
 C - karbon  
 D - dewon

PZ - paleozoik dolny  
 prekamb.-paleozoik  
 (skaly metamorficzne)

skaly wylowne, kważne

skaly wylowne, zasadowe

granitoidy

skaly głebiny, zasadowe

wzrost między platformą paleozoiczną i prekambryjską

granica nasunięcia karpackiego

granica nasunięcia rasmowskiego

izohipsy podłoża kryształicznego

zasięg występowania permu

uskoki

## Kopaliny

Obszary duże      Obszary małe

obszary i złoża udokumentowane      ● D<sub>1</sub>

obszary prognostyczne z zasobami D<sub>1</sub>      ● D<sub>2</sub>, D<sub>3</sub>

obszary prognostyczne z zasobami D<sub>2</sub>

obszary z grupy zasobów potencjalnych E

## Rodzaj kopaliny mineralnych

Fe, Ti - tytano-magnezyty

Fe - osadowe rudy żelaza

Mo, V - molibden, wanad

Cu - miedź

Zn, Pb - rudy cynku i ołowiu

Sn - rudy cyny

TR - ziemie rzadkie

Th - tor

Al, argill - boksyty, argilty, ality

Sil - silimenty

zasięg występowania dolomitów kruszonych

zasięg występowania H<sub>2</sub>O trzeciegi o przepuszczalnej przepuszczalności do produkcji Henków glin

zasięg występowania mineralizacji polimetalicznej w podłożu utworów kaledonisko-warszawskich

zasięg występowania prekambryjskiego podłoża kryształicznego do głęb. 4000 m

Fig. 3. Mapa prognoz rud metali

/zestawiał R. Osika; autorzy: S. Kubicki /tytano-magnezyty/, M. Szakdan, E. Boreja, S. Kubicki /metale stalwne/, E. Cieślik, J. Danić /osadowe rudy żelaza/, E. Gospodarczyk /rudy miedzi/, L. Wielgomas /rudy cynku i ołowiu/, M. Lindner, M. Szakłanucha /rudy cyny/, J. Kanasiewicz /ziemie rzadkie/, Z. Górzyński, S. Cebulak /boksyty i skały glinonose/, podkład geologiczny i tektoniczny wg E. Röhle i J. Znosko/



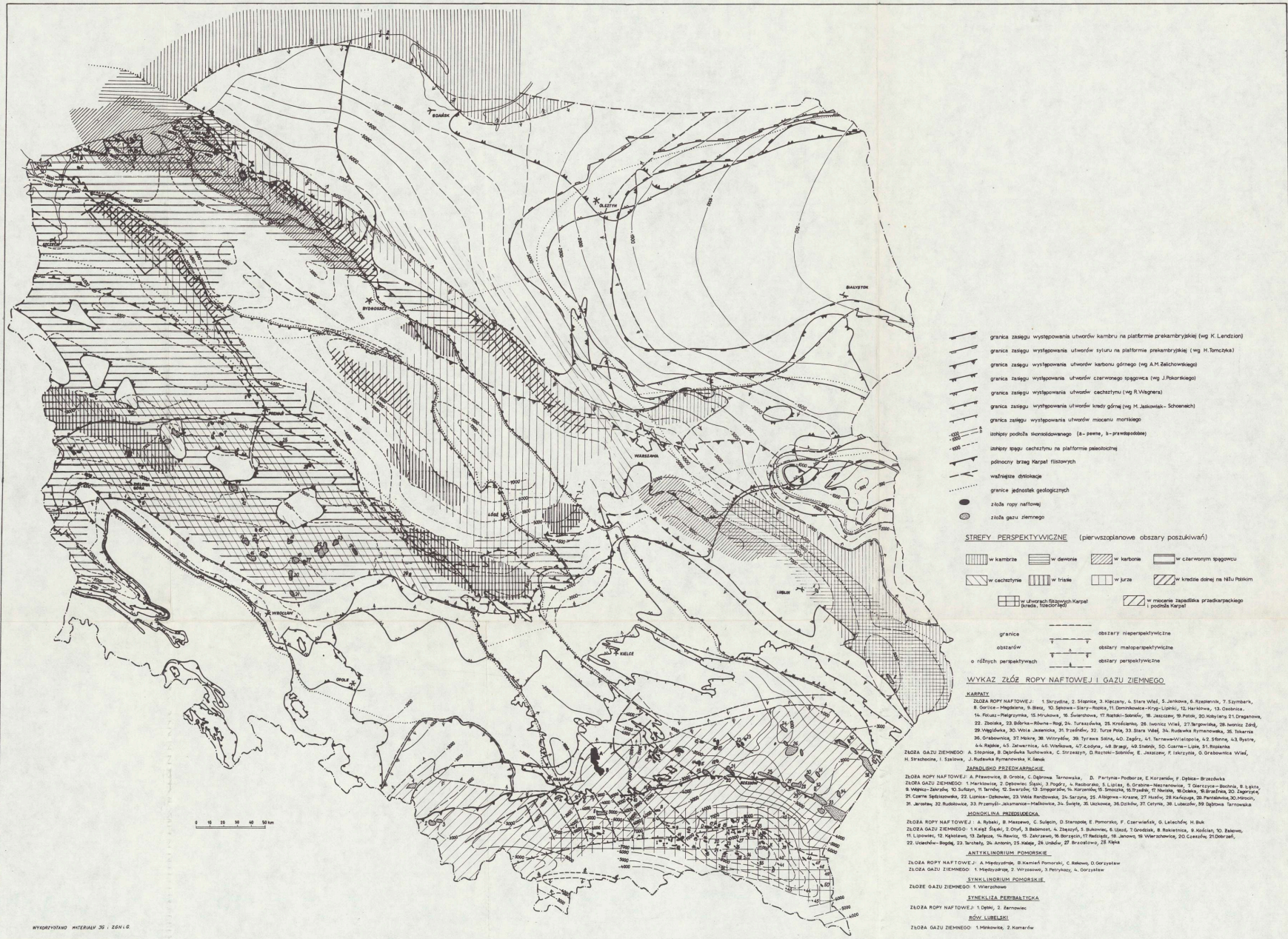


Fig. 2. Mapa prognoz gazo- i ropności

/opracowana pod kierunkiem S. Depowskiego przez zespół: K. Chyła, B. Cisek, R. Dądzek, S. Depowski, Z. Korab, J. Królowska, B. Łuszcz-Pilak, J. Pokorski, E. Słeciarski, K. Słeciarski, W. Słoczka, K. Skarbek, J. Skorupa, S. Tyski, R. Wagner, S. Wdowiarski, K. Zytko/

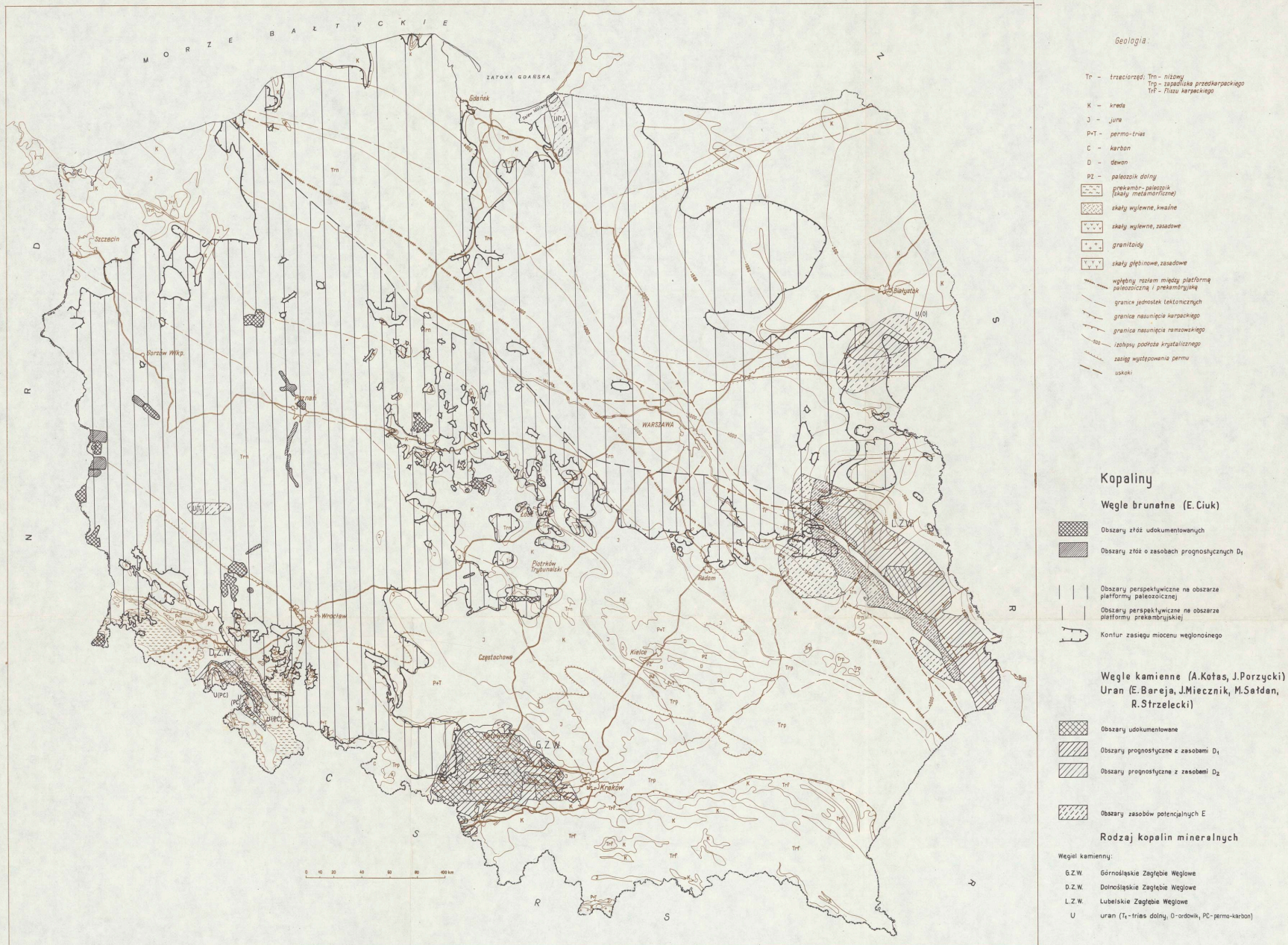


Fig. 1. Mapa prognoz węgla kamiennych, węgla brunatnych i uranu /podkład geologiczny i tektoniczny wg E. Rühle i J. Żnosko/