

MINISTERSTWO ŚRODOWISKA

**BILANS PERSPEKTYWICZNYCH
ZASOBÓW KOPALIN POLSKI**

wg stanu na 31 XII 2009 r.

**PAŃSTWOWY INSTYTUT GEOLOGICZNY
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY**

WARSZAWA 2011

Wykonano w Państwowym Instytucie Geologicznym
– Państwowym Instytucie Badawczym
na zlecenie Departamentu Geologii i Koncesji Geologicznych
Ministerstwa Środowiska

Praca zbiorowa pod redakcją:

Stanisława WOŁKOWICZA, Tadeusza SMAKOWSKIEGO, Stanisława SPECZIKA

Opracowali:

**P. BRAŃSKI, K. BUKOWSKI, G. CZAPOWSKI, K. GALOS, A. GAŚIEWICZ, W. GÓRECKI,
A. IHNATOWICZ, J. JURECZKA, J. KASIŃSKI, R. KRAMARSKA, W. KRIEGER, I. KRZAK,
J. KWARCIŃSKI, E. LEWICKA, M. MARKOWIAK, M. MICHNIEWICZ, S. Z. MIKULSKI,
S. OSZCZEPALSKI, S. PERGÓŁ, B. RADWANEK-BAK, W. RETMAN, L. SKRZYPCZYK,
T. SMAKOWSKI, J. SOKOŁOWSKI, S. SPECZIK, C. SROGA, R. STRZELECKI,
B. STRZELSKA-SMAKOWSKA, K. SZAMAŁEK, E. TOŁKANOWICZ, S. WILK,
A. WOJCIECHOWSKI, K. WOŁKOWICZ, S. WOŁKOWICZ, A. ZDANOWSKI**

Recenzenci:

**Prof. dr hab. inż. Jan BROMOWICZ
Prof. dr hab. Jan DOWGIAŁŁO
Prof. dr hab. inż. Marek NIEĆ
Prof. dr hab. inż. Andrzej PAULO**

ISBN 978-83-7538-695-0

© MINISTERSTWO ŚRODOWISKA, WARSZAWA 2011

Wydanie I. Nakład 150 Format B5
Zatw. do druku: 17.03.2011 r. Druk zak.: 30.03.2011 r.

Skład i łamanie: „Bloor”
Druk: „ARGRAF” Sp. z o.o. Zam.: 4/BW/2010

SPIS TREŚCI

1. WSTĘP <i>Stanisław Wołkowicz, Tadeusz Smakowski, Stanisław Speczik</i>	5
2. BEZPIECZEŃSTWO SUROWCOWE PAŃSTWA <i>Krzysztof Szamalek</i>	7
3. ZASADY OKREŚLANIA ZASOBÓW PERSPEKTYWICZNYCH KOPALIN <i>Tadeusz Smakowski, Krzysztof Szamalek</i>	11
4. OCENA WYSTARCZALNOŚCI KRAJOWYCH ZASOBÓW ZŁÓŻ UDOKUMENTOWANYCH <i>Krzysztof Szamalek</i>	16
5. KOPALINY ENERGETYCZNE	23
5.1. Ropa naftowa i gaz ziemny <i>Wojciech Górecki</i>	23
5.2. Węgiel brunatny <i>Jacek R. Kasiński</i>	46
5.3. Węgiel kamienny <i>Janusz Jureczka, Albin Zdanowski, Adam Ihnatowicz, Włodzimierz Krieger, Sławomir Wilk</i>	51
5.4. Metan z pokładów węgla kamiennego <i>Jan Kwarciński</i>	63
5.5. Uran <i>Ryszard Strzelecki, Stanisław Wołkowicz</i>	71
6. RUDY METALI	76
6.1. Rudy miedzi i srebra <i>Sławomir Oszczepalski, Stanisław Speczik</i>	76
6.2. Rudy cynku i ołowiu <i>Stanisław Z. Mikulski, Bożena Strzelska-Smakowska, Wojciech Retman</i>	94
6.3. Rudy innych metali	105
6.3.1. Rudy cyny <i>Marek Michniewicz</i>	105
6.3.2. Rudy niklu <i>Stanisław Z. Mikulski</i>	107
6.3.3. Rudy złota <i>Stanisław Z. Mikulski, Andrzej Wojciechowski, Sławomir Oszczepalski</i>	110
6.3.4. Rudy molibdenu i wolframu <i>Stanisław Z. Mikulski Sławomir Oszczepalski, Marek Markowiak</i>	117
7. KOPALINY CHEMICZNE	122
7.1. Baryt i fluoryt <i>Cezary Sroga</i>	122
7.2. Siarka rodzima <i>Andrzej Gąsiewicz</i>	128
7.3. Sól kamienna i sole potasowo-magnezowe <i>Grzegorz Czapowski, Krzysztof Bukowski</i>	133
8. KOPALINY BUDOWLANE, DROGOWE I PRZEMYSŁU CEMENTOWEGO	143
8.1. Kopaliny ilaste ceramiki budowlanej <i>Paweł Brański</i>	143
8.2. Kruszywo naturalne, piaskowo-żwirowe <i>Tadeusz J. Smakowski</i>	154
8.3. Wapienie i margle przemysłowe <i>Krzysztof Galos</i>	168
8.4. Kamienie łamane i bloczne <i>Elżbieta Tolkanowicz, Barbara Radwanek-Bąk, Izabela Krzak</i>	176
8.5. Kwarcyty i łupki kwarcytowe <i>Krzysztof Galos</i>	183
8.6. Piaski kwarcowe do produkcji betonów komórkowych, wyrobów wapienno-piaskowych oraz piaski podsadzkowe <i>Krzysztof Galos</i>	187
9. KOPALINY PRZEMYSŁU SZKLARSKIEGO, CERAMICZNEGO I OGNIOTRWAŁEGO	196
9.1. Piaski szklarskie <i>Krzysztof Galos</i>	196
9.2. Piaski formierskie <i>Krzysztof Galos, Ewa Lewicka</i>	200
9.3. Kwarc żyłowy <i>Krzysztof Galos, Ewa Lewicka, Cezary Sroga</i>	205
9.4. Kopaliny skaleniowe <i>Cezary Sroga</i>	209
9.5. Iły białe wypalające się, kamionkowe i ogniotrwałe <i>Krzysztof Galos</i>	214
9.6. Kaoliny <i>Ewa Lewicka</i>	220
9.7. Dolomity przemysłowe <i>Krzysztof Galos, Tadeusz Smakowski</i>	224
9.8. Magnezyty <i>Cezary Sroga</i>	228

10. KOPALINY DLA OCHRONY ŚRODOWISKA	232
10.1. Skała diatomitowa <i>Krystyna Wołkowicz</i>	232
10.2. Ziemia krzemionkowa <i>Krystyna Wołkowicz</i>	235
10.3. Kopaliny bentonitowe i zeolitowo-bentonitowe <i>Paweł Brański</i>	238
10.4. Darniowe rudy żelaza <i>Paweł Brański</i>	241
11. INNE KOPALINY	244
11.1. Bursztyny <i>Elżbieta Tolkanowicz, Jacek R. Kasiński, Regina Kramarska</i>	244
11.2. Torf <i>Jacek R. Kasiński</i>	248
12. SOLANKI, WODY LECZNICZE I TERMALNE	
<i>Lesław Skrzypczyk, Jakub Sokółowski, Sylwiusz Pergół</i>	252

1. WSTĘP

Bilans perspektywicznych zasobów kopalin Polski według stanu na 31.12.2009 r. został wykonany na zlecenie Ministra Środowiska, a sfinansowany ze środków Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej. Jest to kolejna publikacja tego typu, przygotowana po dłuższej, bo aż 17-letniej przerwie od poprzedniego wydania. Pierwsze opracowanie prognoz surowcowych zostało wykonane przez Instytut Geologiczny w 1971 roku, w ramach szerszego projektu pt. „Polska 2000” sporządzonego przez Polską Akademię Nauk. Kolejne opracowanie pt. *Zasady prognozowania i zasoby perspektywiczne kopalin Polski* (wg stanu na 01.01.1981 r.), pod redakcją A. Bolewskiego i H. Gruszczyka, ukazało się w 1986 roku. Ostatnia praca poświęcona tej tematyce – *Zasoby perspektywiczne kopalin Polski wg stanu na 31 XII 1990 r.* – przygotowana przez zespół pod kierunkiem B. Bąka i S. Przeniosły została opublikowana przez Państwowy Instytut Geologiczny w 1993 roku.

Konieczność ciągłej aktualizacji bilansu zasobów perspektywicznych wynika przede wszystkim z postępu w badaniu budowy geologicznej kraju. Celem nadrzędnym wszystkich opracowań prognostycznych jest zapewnienie rządowi państwa możliwie dokładnej informacji o możliwości poszerzenia bazy surowcowej. Należy zauważyć, że w stosunku do poprzednich opracowań zmieniła się rola państwa w rozpoznawaniu bazy surowcowej kraju. Obecnie badania i poszukiwania złóż kopalin w niewielkim stopniu są prowadzone i finansowane na zamówienia państwa ze środków budżetowych czy parabudżetowych, prace te prowadzone są przede wszystkim przez podmioty gospodarcze i/lub osoby fizyczne na zasadach koncesyjnych.

Główne rozdziały niniejszej publikacji, omawiające zasoby perspektywiczne poszczególnych kopalin mają charakter opracowań autorskich, przygotowanych samodzielnie przez specjalistów lub zespoły specjalistów.

Zasoby przewidywane i obszary występowania kopalin podstawowych i niektórych kopalin pospolitych i wydzielono w trzech kategoriach, tj. prognostycznych, perspektywicznych i hipotetycznych. To zróżnicowanie kategorii uwzględnia aktualną wiedzę o typach złóż, jednostkach geostrukturalnych, formacjach skalnych oraz przesłankach i oznakach występowania złóż w odniesieniu do kryteriów geologicznych i bilansowości złóż.

Dla kopalin pospolitych, takich jak kopaliny ilaste ceramiki budowlanej czy kruszywo naturalne piaskowo-żwirowe, podstawowym materiałem do analiz i wydzielenia obszarów perspektywicznych i prognostycznych były informacje zawarte na *Mapie geologiczno-gospodarczej* i *Mapie geośrodowiskowej Polski*, w skali 1:50 000. W stosunku do poprzednich opracowań kopalinom pospolitym poświęcono więcej miejsca, z uwagi na ich rosnące znaczenie dla budownictwa ogólnego i drogowego. Ze względu na powszechność występowania tych kopalin w zbliżonych warunkach geologicznych, na powierzchni ziemi bądź pod niewielkim nakładem, zastosowano dla określenia ich zasobów prognostycznych i perspektywicznych klucz geograficzno-administracyjny, ułatwiający ich lokalizację.

Znaczny odstęp czasowy, jaki upłynął od poprzedniej publikacji *Zasobów perspektywicznych kopalin Polski*, oraz istotne zwiększenie zasobów informacji geologicznej zawartej w bazach cyfrowych spowodowały, że autorzy poszczególnych rozdziałów przygotowali bardzo

obszerny materiał, objętościowo znacznie przekraczający pierwotne założenia. Z uwagi na funkcjonalność, zdecydowano się na zamieszczenie w obrębie poszczególnych rozdziałów swego rodzaju ekstraktów, w których zawarte są najważniejsze informacje o danej kopalinie, jej zasobach udokumentowanych i perspektywicznych, zestawionych najczęściej w formie zagregowanych tabel.

W opracowaniu niniejszym szczególną uwagę zwrócono na problematykę ochrony środowiska. Jest to element bardzo istotny w przypadku niektórych kopalni, których złoża występują na obszarach chronionych, co często wyklucza możliwość prowadzenia eksploatacji.

2. BEZPIECZEŃSTWO SUROWCOWE PAŃSTWA

Termin bezpieczeństwo surowcowe używany w *Bilansie perspektywicznych zasobów...* oznacza bezpieczeństwo w zakresie dostępu do źródeł pierwotnych surowców mineralnych i ich wykorzystania w gospodarce surowcami mineralnymi (GSM). GSM dotyczy bilansu surowcowego gospodarki państwa, gromadzenia, magazynowania i uzupełniania rezerw surowcowych (materiałowych) dla wybranych sektorów gospodarki (przede wszystkim surowców energetycznych i tzw. strategicznych). Łagodzenie napięć w bilansie surowcowym może dokonywać się przez wykorzystywanie surowców pozyskiwanych ze źródeł wtórnych (odpady, złomy) oraz w procesach recyklingu.

Zagadnienie bezpieczeństwa surowcowego tradycyjnie rozpatrywane jest pod kątem wystarczalności surowcowej w określonym horyzoncie czasowym w ujęciu statystycznym lub dynamicznym, przy założeniu nieskrępowanej dostępności do złóż kopalin. Takie rozumienie problemu prowadzi do promowania prac poszukiwawczych i rozpoznawczych. Podstawowe bowiem znaczenie dla oceny stanu bezpieczeństwa surowcowego kraju i ustalenia strategii jego rozwoju ma zasób wiedzy o wielkości potencjalnych zasobów w złożach kopalin, zarówno rozpoznanych i udokumentowanych, jak i prognozowanych, tj. możliwych do odkrycia i zagospodarowania. Krytycznym elementem w tym obszarze staje się właściwe przyjęcie kryteriów, według których przyrodnicze zasoby abiotyczne mogą być uważane za możliwe do zagospodarowania i wykorzystania w przyszłości. Zakres takiej oceny oraz jej metodyka może być kształtowana przez Ministra Środowiska w zależności od zmieniających się wewnętrznych i zewnętrznych uwarunkowań gospodarczych. Polska działa w tym zakresie podobnie do innych krajów świata, w których mimo istnienia w większości gospodarki rynkowej z jej zasadami swobody gospodarczej i konkurencji, podejmowane są działania na szczeblu centralnym zapewniające dostęp do złóż i dostawy surowców mineralnych w wymaganej ilości i jakości. Realizacja tego celu możliwa jest przez rozpoznanie wielkości własnej bazy zasobów kopalin, wydobywanie kopalin i produkcję z nich surowców oraz poprzez zawierane umowy międzynarodowe, kontrakty między producentami i konsumentami, wreszcie nabywanie surowców na giełdach surowców mineralnych. Ocena bezpieczeństwa surowcowego i jego realizacja prowadzona jest zarówno w państwach o bardzo silnie rozwiniętej gospodarce rynkowej, państwach ze współistnieniem silnego sektora państwowego obok sektora prywatnego, a na nielicznych państwach z gospodarką centralnie planowaną i dominującej własności państwowej kończąca.

Przyjęta w 2009 roku przez Sejm RP *Polityka ekologiczna Państwa w latach 2009–2012 z perspektywą do roku 2016* w części 3.5 zawiera zapis, iż *Stan rozpoznania geologicznego w Polsce należy uznać za dobry. Wynikiem (...) rozpoznania budowy geologicznej kraju jest ponad 9 tysięcy udokumentowanych złóż, w tym 3 tysiące złóż zagospodarowanych. Jest to diagnoza trafna. Złóża niezagospodarowane to głównie złoża powszechnie występujących kopalin skalnych. Wobec tego w najbliższych latach należy uznać potrzebę konieczności przesunięcia akcentów w działalności geologicznej na ochronę złóż rozpoznanych, a niezagospodarowanych. Na forum publicznym prezentowane są postulaty o konieczności przyjęcia nowej ustawy o ochronie złóż kopalin. Zgodnie z *Polityką Państwa* z 2009 r. wśród celów średniookresowych do roku*

2016 znajduje się między innymi „wzmocnienie ochrony niezagospodarowanych złóż kopalin (...)”. Działania w tym zakresie muszą dotyczyć zmiany przepisów zarówno w ustawie prawo geologiczne i górnicze, jak i ustaw dotyczących planowania i zagospodarowania przestrzennego, bądź nowych regulacji ustawowych. Aktywność organów państwa na wszystkich szczeblach kompetencji winna koncentrować się na wyprzedzającym i planistycznym działaniu, które pozwoli zapobiegać realizacji zagospodarowania powierzchni ziemi uniemożliwiającej eksploatację złóż kopalin w przyszłości. Takie podejście jest spójne z polityką UE. W przygotowaniach do przyjęcia strategii surowcowej UE z 2008 r. stwierdza się, że należy „uwzględnić długoterminowy dostęp do złóż w planach zagospodarowania przestrzennego. Z tego względu Komisja zaleca większy i aktywniejszy udział krajowych **badaw geologicznych** w planowaniu przestrzennym w państwach członkowskich”.

W strategicznej i długofalowej ocenie perspektyw kraju niezwykle ważnym zagadnieniem jest właściwe rozpoznanie aktualnych i przyszłych potrzeb gospodarki na surowce mineralne zwłaszcza te, które obecnie mają niewielkie zastosowanie bądź są traktowane jako nieużyteczne (gromadzone na zwałowiskach tworząc tzw. złoża antropogeniczne). Rozeznanie ich przydatności wymaga interdyscyplinarnych badań i współpracy ze strony: instytutów resortowych, jednostek Polskiej Akademii Nauk, uczelni czy centrów naukowo-wdrożeniowych. Problematyka bezpieczeństwa surowcowego państwa ujmowana była, lub jest, w szeregu dokumentach i publikacjach rządowych, najważniejsze wśród nich to:

- Bilans zasobów kopalin i wód podziemnych Polski (sporządzany corocznie od 1952 roku),
- Bilans gospodarki surowcami mineralnymi Polski i świata (od 1990 r.),
- Założenia polityki państwa w dziedzinie surowców mineralnych (przyjęte przez Radę Ministrów RP w 1996 r.),
- II polityka ekologiczna państwa,
- Polityka ekologiczna Państwa w latach 2009–2012 z perspektywą do roku 2016,
- Kierunki badań w dziedzinie geologii surowcowej na lata 2009–2015
- Polityka energetyczna Polski do roku 2030.

Czas jaki upłynął od przyjęcia *Założeń polityki państwa w dziedzinie surowców mineralnych* (1996) oraz zmiana międzynarodowych uwarunkowań gospodarczych związanych z wejściem w fazę spadku światowego cyklu koniunkturalnego wymagają ponownego określenia zasad polityki surowcowej celem zapewnienia bezpieczeństwa surowcowego. Bez wątpienia przygotowanie w tym zakresie polityki opiera się na wynikach badań geologii złożowej. Poza tradycyjnym zakresem zainteresowania współcześnie poszerza się je o nowe obszary, uwzględniające problematykę ochrony złóż oraz pozyskiwania informacji geologicznej i jej udostępniania.

Aktualnie obowiązujące *Kierunki badań w dziedzinie geologii surowcowej* (2009) zakładają w zadaniu 42 opracowywanie bilansu zasobów perspektywicznych w okresach co 5 lat. Jest to istotna zmiana w stosunku do przeszłości (opracowania takie miały powstawać bowiem, co 10 lat, chociaż nie dotrzymywano tego terminu). Krótsze cykle przygotowania bilansu zasobów perspektywicznych mogą zaowocować zwiększoną wiedzą, wynikającą z wyników prowadzonych prac i lepszą diagnozą, co do stanu bezpieczeństwa surowcowego kraju i przygotowania nowej doktryny w tym zakresie.

W pracach przygotowawczych nad nową doktryną bezpieczeństwa surowcowego Polski należy wziąć pod uwagę wszystkie doświadczenia i wnioski wypływające z prac koncepcyjnych, jak i realizacji (bądź jej braku) wcześniejszych *Założeń polityki państwa w dziedzinie surowców mineralnych*. W podejmowanych działaniach chodzić powinno również o to, aby

dokonać pełniejszego zintegrowania celów i kierunków działań wszystkich instytucji i agend rządowych oraz realistycznej oceny możliwości i potrzeb wprowadzenia instrumentów stosowanych przez państwo w odniesieniu do samodzielnych podmiotów gospodarczych.

Dokumenty strategiczne dotyczące perspektyw zrównoważonego rozwoju Polski (*II polityka ekologiczna państwa, Polityka ekologiczna państwa w latach 2009–2012 z perspektywą do roku 2016*) uwzględniają zagadnienia surowcowe głównie w zakresie ochrony zasobów złóż kopalin i wód podziemnych, z ciągle aktualnym postulatem ich racjonalnego zagospodarowania oraz zmniejszaniem surowcochłonności i energochłonności gospodarki wraz z ograniczaniem ilości wytwarzanych przez sektor wydobywczy odpadów.

W listopadzie 2008 roku Komisja UE przekazała do Parlamentu Europejskiego i Rady dokument *Inicjatywa na rzecz surowców – zaspokajanie naszych kluczowych potrzeb w celu stymulowania wzrostu i tworzenia miejsc pracy w Europie (Inicjatywa, 2008)*. Już na wstępie stwierdza się w nim, że „dostęp do surowców mineralnych i ich cenowa przystępność są decydujące dla prawidłowego funkcjonowania gospodarki UE”.

Bezpieczny, niezależny i niezawodny dostęp do surowców (w wymaganej ilości i jakości, terminach, godziwej cenie) postrzegany jest jako przesądzający o możliwości utrzymania pozycji konkurencyjnej krajów UE i realizacji strategii lizbońskiej zakładającej wzrost gospodarczy i zwiększenie zatrudnienia. Bezpieczeństwo surowcowe UE bazować ma na trzech filarach (*Inicjatywa, 2008*):

- zapewnienie **dostępu do surowców** na rynkach międzynarodowych na tych samych warunkach, które mają pozostali konkurenci przemysłowi;
- ustalenie właściwych **warunków ramowych** wewnątrz UE w celu wspierania stabilnych dostaw surowców ze źródeł europejskich;
- wspieranie ogólnej efektywności wykorzystania zasobów i promowanie recyklingu w celu **ograniczenia zużycia surowców pierwotnych w UE** oraz zmniejszenia względnej zależności od przywozu.

Istotną rolę w rozwoju badań związanych z poszukiwaniem złóż kopalin ma wielkość nakładów finansowych przeznaczonych na tę działalność. Mimo, iż szczegółowe dokumentowanie złóż jest sferą działania inwestora a nie państwa – to jednak decyzje inwestycyjne jest znacznie łatwiej podjąć w sytuacji dobrego rozpoznania budowy geologicznej i wstępnych przesłanek potwierdzających możliwości występowania nagromadzeń złożowych. Nakłady na poszukiwania złóż kopalin w Europie są znacząco niższe od nakładów w USA, Kanadzie czy Australii. Rozwój technik badawczych i eksploatacyjnych stwarza nowe przesłanki do rozpoznania i zagospodarowania złóż głębokich (do 1000 m i poniżej). W warunkach europejskich (starego górnictwa i wyeksploatowania płycej zalegających złóż) stwarza to nowe impulsy do rozwoju badań surowcowych.

Ważną rezerwą surowcową są zasoby oceanu światowego. Już obecnie ze złóż morskich wydobywane są: ropa naftowa, gaz ziemny, fosforyty, diamenty i inne kamienie szlachetne, złoto, platyna, kruszywo, surowce budowlane. Potencjał surowcowy mórz i oceanów jest wielokrotnie większy niż zasobów lądowych. Dlatego tak ważną z punktu widzenia bezpieczeństwa surowcowego świata oraz poszczególnych państw jest prognostyczna ocena wielkości zasobów, identyfikacja złóż, określenie barier technicznych i ekologicznych ich eksploatacji, technologii przerobu kopalin morskich. Ważna rola w tym zakresie przypada wspólnej organizacji InterOceanMetal i komitetowi prognoz przy prezydium Polskiej Akademii Nauk „Polska 2000 plus”. Wydaje się, że rozwój rozpoznania i warunków przyszłego zagospodarowania

kopalin oceanicznych powinien być bez wątpienia jednym z ważniejszych priorytetów w działaniach geologiczno-surowcowych przeprowadzanych poza granicami kraju.

Zapewnienie bezpieczeństwa surowcowego kraju wymaga racjonalnego określenia celów w długoletniej perspektywie opartych na kierunkowych politycznych dokumentach planistycznych. Niezbędne staje się zatem opracowanie polityki surowcowej państwa uwzględniającej:

- opracowywanie analiz, prowadzenie baz danych i gromadzenie informacji o złożach kopalin, odpadach i surowcach mineralnych,
- ocenę stanu i wielkości bazy zasobowej kraju oraz jej aktywną ochronę,
- określenie możliwości zagospodarowania i eksploatacji złóż oraz produkcji surowców mineralnych,
- pozyskiwanie surowców mineralnych z krajów trzecich,
- określenie rodzaju nowych surowców do wykorzystania w przyszłości w wyniku postępu technicznego,
- przygotowanie do eksploatacji i przetwarzania oceanicznych zasobów mineralnych.

3. ZASADY OKREŚLANIA ZASOBÓW PERSPEKTYWICZNYCH KOPALIN

Oceny perspektywicznych zasobów kopalin wykonywane były już kilkakrotnie na przestrzeni ostatnich 40 lat. Ich znajomość ma podstawowe znaczenie dla bezpieczeństwa surowcowego kraju i przyjęcia planistycznych rozstrzygnięć w zakresie surowcowej strategii gospodarczej państwa. Pojęcia: kopalina, złoża i jego zasoby są jednymi z najważniejszych terminów używanych w geologii złóż i geologii gospodarczej. Są one *zmiennie w czasie i przestrzeni, tak jak zmienna jest myśl ludzka*. Dynamicznie rozwijająca się wiedza i związany z nią postęp naukowo-techniczny pozwalają na rozwój w zakresie geologii złóż i stwarzają nadzieję na zaspokajanie potrzeb ludzkości bez wystąpienia globalnych barier surowcowych. Umożliwiają wskazanie nowych możliwości znalezienia złóż kopalin na obszarach wcześniej uznanych za nierokujących szans na odkrycia. Tworzą się zatem najbardziej ogólne przesłanki do wskazania perspektyw złożowych i wstępnego określenia wielkości potencjalnych zasobów hipotetycznych, perspektywicznych i prognostycznych. Etapy działania w poszukiwawczych pracach geologicznych (penetracja, poszukiwanie, rozpoznawanie, szczegółowe dokumentowanie) kończą się ustaleniami zwiększającymi dokładność poznania jakości i wielkości zasobów. Pojęcia hipotetycznych i perspektywicznych zasobów kopalin nie są formalnie obowiązującymi w polskim systemie prawnym. Nie zawiera bowiem tego terminu prawo geologiczne i górnicze i inne akty związane z zasobami naturalnymi. Jednakże w praktyce geologicznej terminy te są bardzo często używane i wykorzystywane w wielu dokumentach planistycznych, programach rozwoju regionalnego, ocenach oddziaływania na środowisko, materiałach informacyjnych mających określić potencjał złożowy kraju czy regionu.

Na podstawie *Zasad dokumentowania złóż kopalin stałych* wydanych przez Ministerstwo Środowiska w 2002 r. wyróżnia się złoża o najbardziej wstępnym zakresie poznania:

- hipotetyczne kategorii E,
- perspektywiczne kategorii D₂,
- prognostyczne kategorii D₁.

Podział ten zaadaptowano dla potrzeb prezentowanego opracowania, pomijając oznaczenia literowe kategorii D₁, D₂, E, bowiem same nazwy dobrze definiują stopień poznania przypuszczalnych obiektów złożowych. Wspólnym terminem obejmującym 3 wydzielone kategorie złóż/obszarów jest termin złoża/obszary przewidywane. Złoża/obszary hipotetyczne określa się wyłącznie na podstawie przesłanek geologicznych, pośrednich i bezpośrednich, np. dla różnych typów złóż rud metali w wydzielonych jednostkach geostrukturalnych lub formacjach skalnych. Złoża/obszary perspektywiczne typuje się na podstawie oznak występowania złóż, anomalii geochemicznych i geofizycznych bądź petrograficznych lub mineralogicznych wskaźników występowania kopalin. Dla wielu rodzajów kopalin i wyróżnianych dla nich typów złóż nie można oszacować wielkości zasobów perspektywicznych, bowiem stwierdzone oznaki nie definiują dobrze podstawowych parametrów geologiczno-górniczych, jak

miąższość, powierzchnia etc., np. dla kruszyw piaskowo-żwirowych, kopalin ilastych ceramiki budowlanej, piasków kwarcowych, wapieni dla przemysłu cementowego czy wapienniczego. Natomiast złoża/obszary prognostyczne są najbardziej przewidywane i określa się je na podstawie nielicznych, rzadkich wyrobisk lub odsłoneń naturalnych oraz danych geofizycznych pozwalających określić w przybliżeniu możliwy obszar występowania złoża oraz rodzaj i jakość kopaliny. Prawdopodobne granice złoża określa się metodą interpolacji lub ekstrapolacji. Prawdopodobny błąd szacowania zasobów może wynosić ponad 40%.

Identyfikacja zasobów kopalin mających potencjalne znaczenie gospodarcze powinna bazować na dokładnym rozpoznaniu warunków geologicznych ich występowania. Parametry służące do identyfikacji złoża kopaliny nazywane są kryteriami geologicznymi, zaś wyodrębnienie części złoża, które nadają się do eksploatacji wydziela się na podstawie kryteriów bilansowości złoża, które stanowią „*graniczne (brzeżne) wartości parametrów złoża, przy których jego eksploatacja jest technicznie możliwa i złożo może być przedmiotem zainteresowania przemysłu a także warunki występowania złoża, jakie musi ono spełnić, by mogło być przedmiotem zagospodarowania, stosowane do wyznaczania granic złoża dla jego udokumentowania geologicznego i ustalane na podstawie analogii i doświadczeń górnictwa*”.

Każdy kraj może stworzyć własny system kryteriów bilansowości (bądź inny system identyfikacji i klasyfikacji zasobów), jest to jego suwerenna decyzja. W szeregu państw świata stosowane są tylko kryteria przyjmowane przez koncerny surowcowe (bez uregulowań państwowych), które określają według własnych systemów analiz i ocen, co jest złożem spełniającym ich oczekiwania ilościowe i jakościowe. We wczesnych latach 50-tych XX wieku w Polsce wprowadzono kryteria bilansowości oraz kategorie rozpoznania złoża (stopień dokładności zależał od ilości i zagęszczenia wykonanych prac geologicznych – w gospodarce centralnie planowanej wymagano dla decyzji inwestycyjnej o budowie kopalni rozpoznania złoża w kategorii C₁). Polska klasyfikacja wyróżnia kategorie poznania złoża A, B, C – z dwiema podkategoriami C₁ i C₂ (stopień dokładności rozpoznania w kategorii C₂ był najniższy).

Od szeregu lat prowadzona jest dyskusja i prace nad przyjęciem zunifikowanej międzynarodowej klasyfikacji zasobów złóż. Szczególną rolę w tym zadaniu spełnia Organizacja Narodów Zjednoczonych. Przygotowana w ramach dyskusji na forum ONZ międzynarodowa klasyfikacja (fig. 3.1) *United Nations Framework Classification of Resources/Reserves of Solid Fuels and Mineral Commodities* (Ramowa Klasyfikacja ONZ Zasobów Surowców Mineralnych i Paliw Stałych) dzieli zasoby według trzech kryteriów:

- atrakcyjności technicznej i ekonomicznej złoża (*economic axis*),
- dokładności oceny warunków technicznych i ekonomicznych zagospodarowania złoża (*feasibility axis*),
- stopnia geologicznego poznania złoża (*geological axis*).

Wprowadzenie na szeroką skalę nowej klasyfikacji UNFCR wymagać będzie w ciągu najbliższych lat porównywania tej klasyfikacji ze stosowaną w innych krajach (tab. 3.1), a pierwsze prace w tym zakresie w Polsce wskazują na łatwość kompatybilnego jej stosowania, choć nie w pełni zgodną z polską klasyfikacją i terminologią.

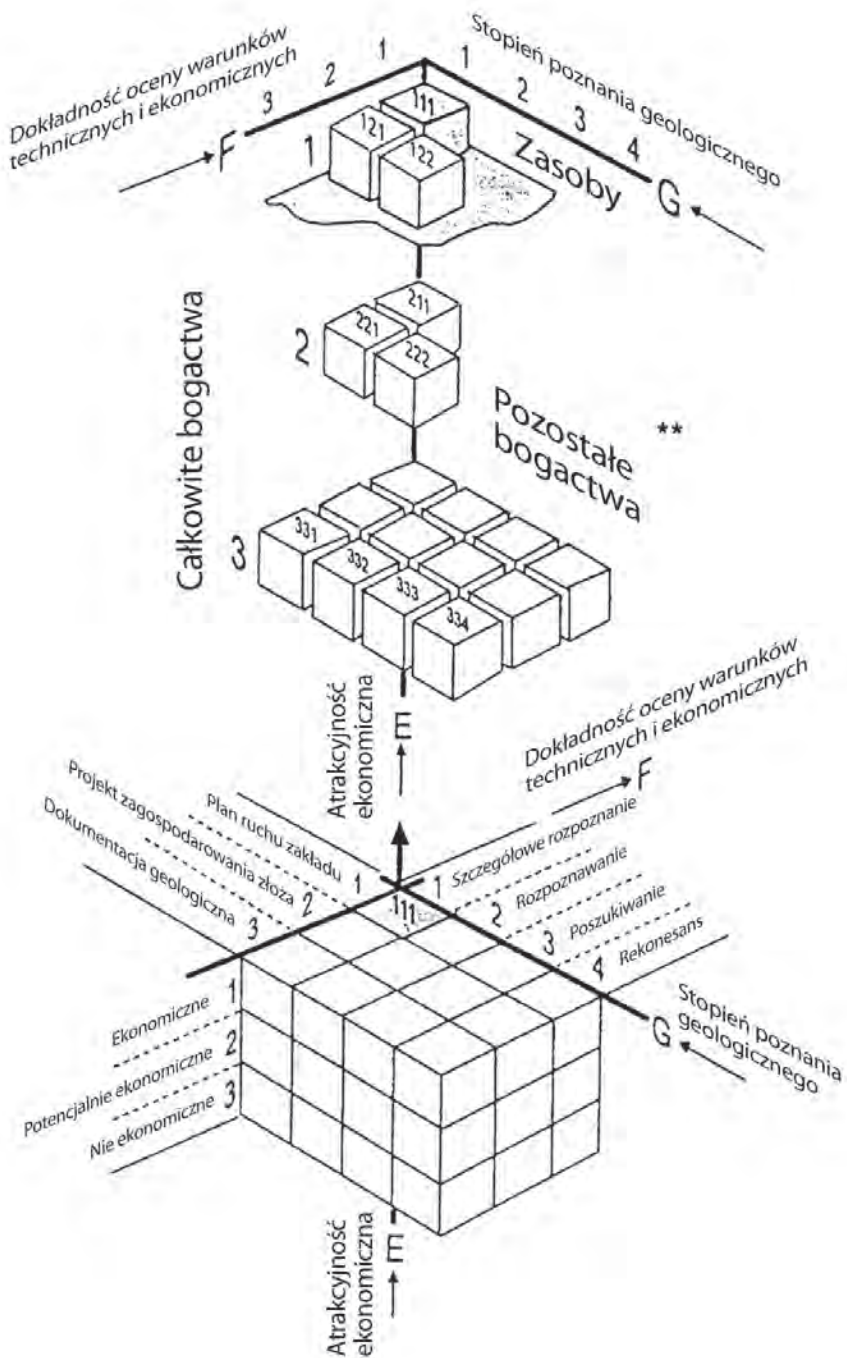


Figura 3.1. Międzynarodowa ramowa klasyfikacja zasobów (UNFCR)

Tab. 3.1. Porównanie polskiej klasyfikacji zasobów z klasyfikacjami międzynarodowymi

Klasyfikacja polska	UNFCR (2009)	
	Dokumentacja geologiczna	Projekt zagospodarowania złoża
Zasoby prognostyczne, perspektywiczne (Prognostic and perspective resources)	Resources 3 3 4, 3 4 4	
Zasoby bilansowe (anticipated economic resources) D (D ₁), C ₂ , C ₂ , C ₁ , A+B	Resources * ** 2 2 3, 2 3 3 2 2 2, 2 3 2 2 2 1, 2 3 1	
Zasoby pozabilansowe (anticipated, subeconomic resources) D (D ₁), C ₂ , C ₂ , C ₁ , A+B	Resources 3 2 3, 3 3 3 3 2 2, 3 3 2 3 2 1, 3 3 1	Resources 3 1 3 3 1 2 3 1 1
Zasoby nieprzemysłowe („nonindustrial” subeconomic resources) C ₂ C ₁ A+B		Resources 3 1 3 3 1 2 3 1 1
Zasoby przemysłowe („industrial” economic resources) C ₂ C ₁ A+B		Resources 2 1 3 2 1 2 2 1 1
Zasoby operatywne (extractable resources) C ₂ C ₁ A+B		Resources („economic”) 1 1 3 1 1 2 1 1 1
Zasoby eksploatacyjne (reserves) C ₁ A+B		Reserves

* złoża zagospodarowane, ** złoża niezagospodarowane

Kryteria bilansowości mogą ulec zmianie nie tylko z powodów górniczych czy ekonomicznych, ale także z powodu wymagań ochrony środowiska, skomplikowanej budowy geologicznej czy wykorzystania kopaliny na potrzeby lokalne. Złoże kopaliny może zatem się „pojawiać i znikać” mimo, iż fizycznie nie będą w nim dokonywały się żadne zmiany. Zjawisko to występuje wówczas, gdy na rynku surowcowym następuje istotny wzrost/spadek cen – w pierwszym rzędzie wpływa to na rentowność wydobycia. Skala aktywności podmiotów górniczych w poszukiwaniach i dokumentowaniu złóż kopalin jest silnie uzależniona od fazy światowego cyklu koniunkturalnego rynku surowcowego, a także istotnych zjawisk gospodarczych, np. ostatni kryzys finansowy w świecie.

W przypadku złóż przewidywanych kryteria jakie zostają przyjęte do ich wyznaczenia zależą od wiedzy i doświadczenia badacza–geologa. Złoża te mają przecież najbardziej speku-

latywny charakter i dane, którymi dysponujemy są obarczone bardzo poważnym błędem (duże przybliżenie zasobów, zazwyczaj niepotwierdzone, co do wielkości w trakcie szczegółowych badań). Wiedza oraz intuicja badacza pozwala w wielu przypadkach stosować nowe metody badawcze dla poszukiwania złoża lub adaptować metody znane do specyficznych warunków określonego górotworu czy kopaliny. Podążanie taką ścieżką pozwala na reinterpretacje wcześniej uzyskiwanych rezultatów badawczych i wskazanie nowych perspektyw złożowych na obszarach, które zostały ocenione negatywnie co do potencjału złożowego.

Ponieważ przyjęcie właściwej metodyki określania zasobów perspektywicznych zależy głównie od wiedzy geologa – podejście takie ma więc charakter ekspercki i jest zbliżone do znanej i szeroko wykorzystywanej w badaniach „metody delfickiej”.

Wydzielanie przewidywanych obszarów złożowych kopalin generalnie bazuje na kryteriach geologicznych wyróżniania złóż, zwanych powszechnie kryteriami bilansowości, wprowadzonymi Rozporządzeniem Ministra Środowiska z 2001 r. wraz z późniejszymi zmianami. Dla niektórych kopalin kryteria te zostały zmodyfikowane lub korygowane przez poszczególnych autorów. Przy wyznaczaniu przewidywanych obszarów złóż dla kopalin podstawowych i szeregu kopalin pospolitych wykorzystywano wiedzę o zidentyfikowanych i znanych typach złóż, m.in. dla złóż rud metali, formacjach geologicznych sprzyjających koncentrowaniu się niektórych kopalin, np. ropy naftowej, gazu ziemnego, gazu łupkowego oraz zamkniętego, soli kamiennej i soli potasowo-magnezowych, uprzywilejowanych jednostkach geostrukturalnych, np. węgla kamiennych lub jednostkach litostratygraficznych, np. wapieni, dolomitów, kopalin skałeniowych etc. Niekiedy stosowano mieszane podejście, np. dla stratoidalnych złóż rud Zn-Pb perspektywicznym jest metalotekt dolomitów kruszczońskich triasu. Dla kopalin podstawowych i niektórych pospolitych dla przewidywanych obszarów wydzielono zasoby prognostyczne, perspektywiczne i hipotetyczne wedle zasad wspomnianych na wstępie.

Natomiast dla kopalin pospolitych, ze względu na ich powszechność i mało zróżnicowane warunki geologiczne występowania wydzielano jedynie zasoby prognostyczne i perspektywiczne na podstawie wiedzy o tych złożach, obowiązujących kryteriach bilansowości oraz ogromnej bazy danych zawartej w *Mapie geologiczno-gospodarczej* i *Mapie geośrodowiskowej Polski* w skali 1:50 000 w układzie geograficzno-administracyjnym.

Przyjęcie wspomnianych zasad wydzielania obszarów i zasobów przewidywanych dla poszczególnych kopalin sprawiło, że każda z nich została przedstawiona wedle jednolitego schematu, a mianowicie:

- krótki opis kopaliny i pozyskiwanych z niej surowców,
- kryteria przyjęte do oceny zasobów,
- zwięzła informacja o stanie zasobów udokumentowanych,
- ocena jakościowo-ilościowa zasobów przewidywanych z podziałem na prognostyczne (ocena jakościowo-ilościowa), perspektywiczne (ocena jakościowa, niekoniecznie ilościowa) i hipotetyczne (bez oceny jakościowej i ilościowej),
- rekomendacje dalszych prac i badań, m.in. poszukiwawczych, badawczych, formalno-prawnych, środowiskowych,
- bariery i ograniczenia w wykorzystaniu bazy zasobowej rozpoznanej, jak i przewidywanej.

Określenia zasobów przewidywanych dokonano także na obszarach Natura 2000, w parkach krajobrazowych etc., bowiem są one jednym z szeregu równoważnych elementów środowiska naturalnego i obecnie trudno rozstrzygać czy w przyszłości będą występowały takie same ograniczenia w możliwości ich wykorzystania.

4. OCENA WYSTARCZALNOŚCI KRAJOWYCH ZASOBÓW ZŁÓŻ UDOKUMENTOWANYCH

Wzrastająca dynamicznie liczba ludności świata i towarzyszący temu proces wzmożonej konsumpcji surowców, w tym surowców mineralnych, wyzwała zasadne pytania o perspektywę czasową, w której popyt świata czy poszczególnego kraju na surowce zaspokojony zostanie podażą kopalin wydobytych przez sektor górniczy. Wedle międzynarodowych doniesień i statystyk ludzkość tylko w okresie po II wojnie światowej zużyła tyle surowców, ile wcześniej przez cały czas istnienia cywilizacji ludzkiej. Informacja ta w najbardziej syntetyczny sposób uzmysławia o jak znaczącą część zasobów kopalin uszczuplona została ogólnosiwiatowa baza surowcowa. Jednocześnie należy wspomnieć, że w środowisku naukowym toczona jest dyskusja o przyszłości świata w zakresie dostępu do surowców. Z jednej strony prezentowane były poglądy o zbliżaniu się do granicy dostępności surowców i tym samym powstawaniem granic uniemożliwiających dalszy rozwój świata (raporty Klubu Rzymskiego, zwłaszcza raport I). Z drugiej strony wygłaszane są nie pozbawione racjonalnych podstaw poglądy, które reprezentował między innymi szejk Zaki Yamani (były minister ds. ropy w Arabii Saudyjskiej i przewodniczący OPEC) trafnie podkreślający, że *„era kamienia łupanego nie skończyła się z powodu wyczerpania zasobów kamienia i era ropy naftowej nie skończy się z powodu wyczerpania jej zasobów”*. Uwzględnienie tych różniących się zasadniczo nurtów i poglądów w teorii zasobów naturalnych prowadzi do potrzeby uwzględnienia w badaniach zasobów mineralnych dwóch podejść:

- statycznego,
- dynamicznego.

Zgodnie ze statyczną teorią zasobów, zasoby mineralne występujące w złożach kopalin są wyczerpywalne, nieodnawialne i zniszczalne, a co najistotniejsze, ograniczone. W podejściu dynamicznym podkreśla się, iż ograniczoność zasobów może dotyczyć jedynie określonego regionu geograficznego (na poziomie regionów lub pojedynczych krajów) oraz określonego przedziału czasu. Postęp naukowo-techniczny, rozwój badań geologicznych, substytucja, recykling i odzysk surowców stwarzają możliwości ciągłego wzrostu bazy zasobowej, kompensującego ubytki wynikające z bieżącej konsumpcji. Historia rozwoju ludzkości dowodzi, że niektórych surowców brakowało i brakować może w określonym miejscu i czasie. Zjawisko to ma jednak charakter metastabilny i dzięki uruchamianiu istniejących rezerw bądź pomyślnych wyników prowadzonych badań naukowych i prac wdrożeniowych stosunkowo szybko dostrzegalny brak surowca ulega skompensowaniu odpowiednią podażą. Ludzkość wynajdowała zastosowanie dla określonych minerałów i skał, a następnie je porzucała na rzecz zastosowania nowych surowców odpowiadających poziomowi rozwoju cywilizacji naukowo-technicznej.

W szeregu publikacjach używa się syntetycznego wskaźnika opisującego wystarczalność zasobów, jest nim stosunek R/P (R – udokumentowane zasoby, P – wielkość wydobycia). W Polsce wykorzystuje się dwa wskaźniki dla określenia wystarczalności zasobów złóż.

Przyjmując statyczną teorię zasobów można określić czas na jaki dostępne zasoby złóż zaspokoją popyt – dokonać można tego za pomocą wskaźnika zwanego wystarczalnością statyczną W_s , według następującego wzoru:

$$W_s = \frac{Z_p}{E}$$

gdzie:

W_s – statyczna wystarczalność zasobów określona w latach dostępności,

Z_p – zasoby możliwe do wydobycia [Mg],

E – łączne roczne wydobycie kopaliny [Mg].

Wskaźnik wystarczalności statycznej W_s może być wyliczony dla określonego kraju, całego świata, określonej kopaliny lub wszystkich wydobywanych kopaliny. Najczęściej jest on jednak wyliczany jako wartość charakteryzująca czas dostępu do określonej kopaliny, aż do jej fizycznego wyczerpania.

Jeśli uwzględnimy, że w ciągu określonego czasu następują zmiany zarówno w wielkości wydobycia, jak i dokonywane są nowe odkrycia złóż – to uwzględnienie tych zmiennych pozwala na wyliczanie wskaźnika zwanego wystarczalnością dynamiczną W_d :

$$W_d = \frac{\lg \frac{Z_p - 1}{E_p \cdot q} + 1}{\lg q}$$

gdzie:

W_d – wystarczalność dynamiczna [lata],

Z_p – zasoby możliwe do wydobycia [Mg],

E_p – przeciętne roczne tempo zmian wydobycia [Mg],

q – przeciętny roczny przyrost wydobycia w określonym czasie [Mg].

Na korzystną zmianę wartości wskaźników W_s i W_d wpływać mogą nowe technologie odzysku składników użytecznych i wykorzystania rud o niższej zawartości metali, odkrycia złóż kopaliny, zwiększony recykling, postęp naukowy wskazujący na możliwość wykorzystania powszechnie występujących a nie zagospodarowanych wcześniej minerałów i skał.

Ponieważ zmiany wielkości wydobycia, nowe odkrycia złóż, nowe technologie – są zjawiskami możliwymi do wiarygodnej i pewnej analizy w zasadzie wyłącznie w podejściu *ex post*, dalsze rozważania dotyczyć będą wystarczalności statycznej wyliczonej na bazie danych z *Bilansu zasobów kopaliny i wód podziemnych w Polsce wg stanu na 31.12.2009*.

Zmiana stanu zasobów może być także rozpatrywana w innym kontekście, a zwłaszcza w związku między wielkością wydobycia a ubytkiem zasobów powodowanym przez wydobycie. Taki kontrowersyjny w środowisku geologów złożowych wskaźnik proponuje Probiez (2008) przez przypisanie procentowego wskaźnika ubytku zasobów W_u , oznaczającego ubytek zasobów w tonach, związany z wydobyciem 1 tony kopaliny (lub w przypadku gazu ziemnego 1 mld m³). Wydobycie każdej kopaliny użytecznej związane jest zawsze z powstawaniem strat

czy ubytków i pomimo dążenia administracji geologicznej do ich minimalizacji i racjonalizacji, nie są jednak one możliwe do uniknięcia.

Naturalny ruch w stanie zasobów związanych z wydobyciem (–) czy udokumentowaniem nowych złóż (+) wpływa zasadniczo na zmianę ich wystarczalności. Dzieje się tak we wszystkich kategoriach zasobów (geologiczne, bilansowe, przemysłowe), jednak szczególnie ważne są zmiany w obrębie zasobów przemysłowych. W tej grupie zasobów złóż kopalin Polski dominuje ich ubytek, choć prowadzone w ostatnich latach prace poszukiwawcze doprowadziły do znaczącego wzrostu zasobów przemysłowych ropy naftowej w okresie 1989–2006 (blisko 300%) oraz gazu ziemnego (około 10%), jednocześnie imponujący jest wzrost stanu zasobów przemysłowych soli kamiennej o ponad 2500%!

Od lat niepokojące są zwłaszcza dane o ubytku zasobów przemysłowych węgla kamiennego, choć przyczyny tego spadku są różne. Nastąpiło ich znaczące zmniejszenie wskutek weryfikacji i skreślenia z zasobów szeregu złóż lub ich części, przy jednoczesnym zmniejszeniu wydobycia z 102,4 mln t w 2002 roku do 70,5 mln t w 2009. Mimo utraty części zasobów kopalin połączenie tego procesu z jednoczesnym istotnym spadkiem wydobycia może prowadzić paradoksalnie do wzrostu wskaźnika wystarczalności statycznej W_s .

O bezpieczeństwie surowcowym decyduje przede wszystkim wystarczalność zasobów operatywnych złóż (tab. 4.1) oraz stopień zagospodarowania złóż (tab. 4.2). W niektórych grupach kopalin (rudzie Zn-Pb, kopaliny skaleniowe, ility białe wypalające się) wystarczalność nie przekracza dziesięciu lat!

W bardzo znacznym stopniu decydują też rezerwy związane z istnieniem lub brakiem złóż udokumentowanych, a niezagospodarowanych. Złóż niezagospodarowane są rezerwą możliwą do uruchomienia w sytuacjach wymagających takiego działania. W Polsce stopień zagospodarowania udokumentowanych złóż najważniejszych kopalin (ropy naftowej, gazu ziemnego, rud miedzi) zmienia się od wyjątkowo wysokiego (>90%), przez bardzo wysoki (80–90%) do wysokiego (60–80%). W zasadzie z istotnych kopalin tylko węgiel brunatny, sól kamienna, siarka, wybrane grupy kopaliny ilastej posiadają znaczące niezagospodarowane jeszcze złoża (tab. 4.2).

W ocenie wystarczalności zasobów kopaliny istotną także informacją jest określenie udziału zasobów bilansowych złóż kopaliny zagospodarowanych w stosunku do całości udokumentowanych zasobów bilansowych wedle następującego wzoru:

$$W = \frac{Q_{zg}}{Q_b} 100\%$$

Uzyskanie wskaźnika W dla określonego rodzaju kopaliny w wysokości ponad 50% powinno się stawać bardzo ważnym sygnałem ostrzegawczym, skłaniającym do podejmowania wzmożonych wysiłków poszukiwawczych, głównie w zakresie finansowania prac. Bowiem mimo braku prostej zależności między wielkością nakładów na prace poszukiwawcze a sukcesami w odkryciu nowych złóż, to jednak związek taki istnieje.

Tabela 4.1. Wystarczalność zasobów złóż eksploatowanych

Kopaliny	Złoże zagospodarowane		Wydobycie roczne tys. t.	Wystarczalność zasobów operatywnych w latach	Zasoby bilansowe w złożach niezagospodarowanych 22(1,2,3) 23(1,2,3) tys. t
	Zasoby operatywne (szacowane) 11(1,2,3) tys. t	Pozostałe zasoby 31(1,2,3) tys. t			
Węgiel kamienny	291 640	11 915 800	77 989	37,4	26 493 000 +3 923 337
Węgiel brunatny	1 097 032	372 440	59 501	18,4	11 809 980
Ropa naftowa	13 510	7 075	740	18,3	2 732
Gaz ziemny (mln m ³)	61 302	48 049	5 096	12,0	31 010
Rudy Zn-Pb	11 795	7 190	4 065	2,9	70 320
Rudy Cu	836 311	273 850	22 745	36,7	290 200 +59 870
Siarka	17 538	390	783	22,9	256 690 +229 190
Sól kamienna	206 888	12 079 019	3 026	68	72 640 510
Gips, anhydryt	77 884	16 260	1 482	52,3	128 220
Dolomit	52 185	80 630	3 292	15,8	164 280
Wapienie (wapiennicze)	672 077	817 400	16 110	41,7	3 563 050
Margle, wapienie (cementowe)	1 564 877	1 965 550	22 301	70,1	8 325 070
Kreda	5 537	5 920	126	44,2	130 280
Kopaliny skaleniowe	2 051	7 790	206	9,9	26 500
Piaski szklarskie	105 756	60 450	2 207	47,9	426 970
Kruszywo żwirowo-piaskowe	1 592 370	1 808 530	150 034	10,6	10 567 480
Kamienie łamane i bloczne	1 996 498	1 477 910	50 915	39,2	4 223 980
Iły ceramiki budowlanej	102 802	111 940	3 267	31,4	1 440 490
Iły kamionkowe	6 769	1 580	225	30,0	63 050
Iły białe wypalające się	791	1 570	122	6,5	56 460
Iły ogniotrwałe	2 156	2 050	149	14,5	48 620

Tabela 4.2. Stopień zagospodarowania udokumentowanych złóż kopalin w Polsce na 31.12.2003 r.

Stopień zagospodarowania złóż W							
wyjatkowo wysoki > 90%	bardzo wysoki 80–90%	wysoki 60–80%	przeciętny 40–60%	mały 20–40%	bardzo mały 10–20%	znikomo mały < 10%	brak
Ropa naftowa Hel Łupki (tylitowe, luszczkowe, kwarcytowe)	Gaz ziemny Kwarc żyłowy	Azotowy gaz ziemny Rudy miedzi	Dolomity Gips i anhydryt Kamienie budowlane i drogowe Kwarcyty ogniotwale Kopaliny do prac inżynierskich Torfy	Węgiel kamienny Rudy Zn-Pb Kruszywo naturalne Magnezyty Piaszki formierskie Piaszki do cegły wapienno-piaskowej Piaszki podsadzkowe Kopaliny kaolinowe Kopaliny szklarskie	Metan pokładów węgla Węgiel brunatny Sól kamienna Sole K-Mg Bentonity Gliny ceramiczne (biało wypalające się i kamionkowe) Gliny ogniotwale Kreda Piaszki do betonów komórkowych Kopaliny ilaste ceramiki budowlanej Kopaliny ilaste do cementu Kopaliny skaleniowe	Siarka Skala diatomitowa Ziemia krzemionkowa Kopaliny ilaste do kruszywa lekkiego	Rudy niklu, cyny, As-Au (rudy V-Ti-Fe, Sn, uranu) Baryt i fluoryt Fosforyty Farby mineralne Kalcyt Krzemienie Żwirki filtracyjne

Pozycję kraju w zakresie wystarczalności surowcowej można także oszacować na podstawie wskaźnika potencjału rezerw zasobowych złóż niezagospodarowanych ξ (tab. 4.3) zgodnie ze wzorem:

$$\xi = \frac{a}{100} \left(1 - \frac{W}{100}\right) 100\%$$

gdzie:

- ξ – wskaźnik potencjału rezerw zasobowych złóż niezagospodarowanych,
- a – udział zasobów przemysłowych w zasobach bilansowych złóż zagospodarowanych,
- W – udział zasobów złóż zagospodarowanych w zasobach bilansowych [%],

Tabela 4.3. Wskaźnik potencjału rezerw zasobowych ξ w Polsce na 31.12.2007 r.

Wskaźnik potencjału					
Bardzo wysoki >90%	Wysoki 60–80%	Przeciętny 40–60%	Mały 20–40%	Bardzo mały 10–20%	Znikomy <10%
Siarka	Węgiel brunatny	Gips i anhydryt	Skąła diatomitowa	Gaz ziemny	Ropa naftowa
Bentonity i ity bentonitowe	Rudy Zn–Pb	Gliny ogniotrwałe Kreda	Sól kamienna	Metan pokładów węgla	Kwarcyty ogniotrwałe
	Gliny ceramiczne	Piaski i żwiry	Dolomity hutnicze	Węgiel kamienny	
		Piaski d/p betonów komórkowych i cegły wapienno-piaskowej	Kamienie łamane i bloczne	Rudy miedzi	
		Kopaliny ilaste ceramiki budowlanej	Piaski formierskie	Magnezyt	
		Kopaliny kaolinowe	Piaski podsadzkowe	Kopaliny ilaste d/p kruszywa lekkiego	
		Kopaliny wapienne	Kopaliny skaleniowe	Kwarc żyłowy	
		Kopaliny szklarskie	Wapień i margle cementowe	Torfy	
			Wapień wapiennicze		

W niektórych przypadkach wskaźnik ξ może nieco wprowadzać w błąd, bowiem jego wysoka wartość nie może oznaczać automatycznie swobodnego dostępu do złóż. Część złóż niezagospodarowanych może zostać trwale wykluczona z możliwości dostępu i wydobycia przez ograniczenia wynikające z zapisów związanych z ochroną środowiska (zwłaszcza sieci Natura 2000), bądź sprzeciwów lokalnych społeczności czy organizacji ekologicznych, jak i braku stosownych zapisów w miejscowym planie zagospodarowania przestrzennego. Na te ograniczenia zwraca uwagę przygotowywany przez grupę roboczą Raw Materials Supply Group UE raport, mający stać się podstawą rozstrzygnięć Unii Europejskiej w zakresie polityki surowcowej usuwających przeszkody i zapewniających dostęp do złóż odkrytych a niezagospodarowanych.

Wystarczalność zasobów złóż w Europie utrzymuje się w większości przypadków na stosunkowo niskim poziomie, co odbija się także na wielkości udziału wydobycia określonych kopalin w światowej produkcji. Dla rud metali udział ten nie przekracza 10%, a w grupie minerałów przemysłowych (*industrial minerals*) tylko produkcja bentonitu, skaleni, perlitu czy soli przekracza 10% udziału w światowej produkcji.

Jednym z elementów zabezpieczających możliwości zagospodarowania złóż udokumentowanych w Europie jest potrzeba stworzenia unijnej bazy danych o złożach (zwłaszcza w grupie kruszyw, których perspektywa niedoboru zaczyna być coraz bliższa). Polski system bazy danych o zasobach MIDAS, wraz z wiedzą o jego możliwościach i brakach, może być wykorzystany w tym procesie tworzenia bazy danych Unii Europejskiej.

5. KOPALINY ENERGETYCZNE

5.1. ROPA NAFTOWA I GAZ ZIEMNY

5.1.1. Wstęp

Gas ziemny jest najważniejszym paliwem w gospodarce światowej. Głównym jego składnikiem jest metan CH_4 , któremu towarzyszą wyższe węglowodory gazowe (etan, propan, butan) i ciekłe oraz inne składniki gazowe: tlenek i dwutlenek węgla, siarkowodór, azot, wodór, hel i argon. Z samodzielnych złóż gazu pozyskuje się gaz ziemny suchy, natomiast ze złóż ropy naftowej i gazu ziemnego oraz ze złóż kondensatowych pozyskuje się gaz ziemny mokry. Równoważnie z gazem ziemnym traktowane są gazy metanowe towarzyszące złożom węgla kamiennego (MPW).

Ropa naftowa jest naturalną mieszaniną ciekłych węglowodorów, zawierającą rozpuszczone węglowodory stałe i gazowe oraz domieszki związków siarki, azotu i tlenu, a złoża są jedynym jej źródłem. Surowa ropa naftowa wymaga odpiaszczenia, odsalania i demulgacji w celu obniżenia zawartości chlorków, wody i innych zanieczyszczeń. Niektóre odmiany ropy wymagają dalszej stabilizacji poprzez oddzielenie węglowodorów lotnych – metanu, propanu, etanu i butanu, wykorzystywanych jako cenne surowce chemiczne. Wstępnie oczyszczona ropa jest pierwszym produktem handlowym, przerabianym następnie w rafineriach na szereg produktów naftowych. Ze względu na gęstość ropy naftowe dzieli się na lekkie (do $0,87 \text{ t/m}^3$), średnie ($0,87\text{--}0,92 \text{ t/m}^3$), ciężkie ($0,92\text{--}1,00 \text{ t/m}^3$ i superciężkie (ponad $1,00 \text{ t/m}^3$). W skali gęstości API odpowiadają odpowiednio: $31,1^\circ \text{ API}$, $22,1\text{--}31,1^\circ \text{ API}$, $10,0\text{--}22,1^\circ \text{ API}$ i poniżej 10° API . Najcenniejsze spośród nich są ropy lekkie, na które przypada ponad 60% światowego wydobycia, i średnie – około 30% wydobycia.

W obszarze lądowym Polski rozpoznano 279 złóż gazu ziemnego, w większości małych, z wyjątkiem kilkunastu złóż o zasobach ponad 1 mld m^3 . Zlokalizowane są przede wszystkim na Niziu Polskim (gazy niskometanowe, zaazotowane) w obrębie dwóch wielkich jednostek geologicznych: platformy wschodnioeuropejskiej i platformy paleozoicznej oraz w Karpatach i zapadlisku przedkarpackim – gazy wysokometanowe. Podobnie jest ze złożami ropy naftowej, których udokumentowano łącznie 84, głównie małych, przede wszystkim na Niziu Polskim.

W Polskiej strefie ekonomicznej Morza Bałtyckiego, obejmującej powierzchnię $26\,700 \text{ km}^2$, poszukiwania za ropą naftową i gazem ziemnym prowadzone są w utworach kambru w obrębie platformy prekambryjskiej, gdzie dotychczas rozpoznano 4 niewielkie złoża gazu ziemnego oraz 2 małe złoża ropy naftowej.

Wymienione podstawowe obszary występowania złóż ropy naftowej i gazu ziemnego w Polsce oraz mniejsze jednostki geostukturalne jak Pomorze Zachodnie, synekliza perybałtycka, niecka lubelska oraz obrzeżenie Gór Świętokrzyskich objęte są licznymi koncesjami poszukiwawczymi konwencjonalnych i niekonwencjonalnych złóż węglowodorów. Określenie dla nich zasobów prognostycznych i perspektywicznych ma kluczowe znaczenie dla strategii poszukiwań i determinuje długoterminowe planowanie w tym zakresie.

5.1.2 Kryteria bilansowości

Dla złóż węglowodorów kryteria bilansowości, a w zasadzie kryteria geologiczne wydzielania złóż, wprowadzono Rozporządzeniem Ministra Środowiska w sprawie kryteriów bilansowości złóż kopalin (Dz. U. z 2001 r., nr 153, poz. 1774, z późn. zm.) (tab. 5.1.1 – 5.1.3).

Tabela 5.1.1. Kryteria bilansowości dla złóż ropy naftowej

Parametr	Jednostka	Wartość brzeźna
Minimalne pierwotne zasoby geologiczne	t	50000 (<50000)*
Minimalna średnia wydajność z otworu w konturze złoża	–	2
Minimalny stosunek początkowego ciśnienia złożowego do ciśnienia hydrostatycznego	t/d	0,6
Maksymalna gęstość ropy naftowej	g/cm ³	0,9

*dotyczy zasobów pozabilansowych

Tabela 5.1.2. Kryteria bilansowości dla złóż gazu ziemnego

Parametr	Jednostka	Wartość brzeźna
Minimalne pierwotne zasoby geologiczne	mln m ³	60 (<60)*
Minimalna średnia wydajność z otworu w konturze złoża	m ³ /d	3000
Minimalna zawartość węglowodorów	% obj.	30
Maksymalna zawartość rtęci	µg/cm ³	40

*dotyczy zasobów pozabilansowych

Tabela 5.1.3. Kryteria bilansowości dla złóż gazu ziemnego towarzyszącego ropie naftowej

Za bilansowe uznaje się wszystkie zasoby gazu rozpuszczonego w ropie naftowej występujące w czapie gazowej, jeżeli jakość gazu ziemnego spełnia wymagania bilansowości.

5.1.3. Stan rozpoznania złóż udokumentowanych

Na koniec 2009 r. udokumentowanych było 279 złóż gazu ziemnego, z tego 275 na lądzie i 4 w strefie ekonomicznej Bałtyku. Stan bilansowych zasobów wydobywalnych wynosił 149 mld m³, a zasobów przemysłowych 64,9 mld m³. W porównaniu z rokiem poprzednim nastąpił przyrost zasobów wydobywalnych o 6,2 mld m³. Zagospodarowanych było 189 złóż gazu ziemnego i kondensatu. Złoża lądowe gazu ziemnego w Polsce występują na Niżu Polskim (69,6% zasobów), w zapadlisku przekarpaccim (29,5%) i w Karpatach (0,9%). Gazy ze złóż na Niżu są słabej jakości (20–85% metanu), przy czym dominują gazy wysokoazotowe (od kilkunastu do 80% azotu). W złożach Karpat i zapadliska przedkarpacciego obecne są gazy wysokometanowe (70–99% metanu), niskoazotowe.

Dla ropy naftowej i kondensatu na koniec 2009 roku zaewidencjonowano 84 złoża, z czego 68 to złoża zagospodarowane, 9 niezagospodarowane, a 7 to złoża, których eksploatacji zaniechano. Spośród nich 82 złoża występują na lądzie, a 2 w strefie ekonomicznej Bałtyku i są to w większości złoża o małych zasobach, z których tylko 6 ma zasoby ponad 1 mln ton. Stan ich bilansowych zasobów wydobywalnych wynosił 26,29 mln ton i w porównaniu do roku poprzedniego zwiększył się o 2,44 mln ton. Zasoby przemysłowe wyniosły 17,54 mln ton.

5.1.4. Obszary oraz zasoby prognostyczne i perspektywiczne

Dla oceny prognoz i perspektyw przyjęto międzynarodową klasyfikację zasobów złóż ropy naftowej i gazu ziemnego, prezentowaną przez SPE, WPC, AAPG i SPEE*, z modyfikacjami uwzględniającymi powszechnie stosowaną terminologię w polskim przemyśle naftowym. Kategorie i definicje zasobów są następujące:

Zasoby prognostyczne (nieodkryty potencjał naftowy) – jest terminem powszechnie używanym w Polsce od kilkadziesiątu lat. Przy ocenie zasobów prognostycznych dla określonego basenu sedymentacyjno-naftowego i formacji geologicznej możemy z pewnym przybliżeniem określić strefy i rejony, w których perspektywy odkryć złóż są większe aniżeli w innych obszarach. Poszukiwania naftowe prowadzą do przekształcenia potencjalnych zasobów prognostycznych w zasoby geologiczne ropy naftowej i gazu ziemnego zlokalizowane w pułapkach.

Zasoby geologiczne, według definicji zespołu KZK jest to całkowita ilość ropy naftowej lub gazu ziemnego zawarta w złożu. W klasyfikacji SPE, WPC, AAPG, SPEE i innych międzynarodowych organizacji definicja zasobów geologicznych odpowiada tzw. zasobom „oil in place”.

Zasoby wydobywalne jest to część zasobów geologicznych technicznie możliwych do wydobycia w procesie eksploatacji, przy założeniu maksymalnego stopnia szczypania zasobów.

W przeszłości stosowano powszechnie w poszukiwaniach naftowych metody analogii, w których baseny niezbadane lub słabo rozpoznane oceniano poprzez analogię do basenów rozpoznanych, w których odkryto złoża węglowodorów. Inna metoda związana z intensywnością procesu poszukiwawczego zakładała, że udokumentowanie zasobów geologicznych zależy od nakładów na prace poszukiwawcze oraz od metrażu wierceń i może być oceniana w tonach i m³ na 1 m wiercenia. Metoda ta w początkowym etapie poszukiwań węglowodorów sprawdzała się na Niżu Polskim i w zapadliku przedkarpaccim. W Polsce do roku 1991 zasoby prognostyczne szacowane były metodą objętościową. Jedną z pierwszych analiz zasobów prognostycznych tą metodą wykonano w 1985 r. dla formacji czerwonego spągowca, a zasoby gazu ziemnego oszacowano na 317 mld m³. W Państwowym Instytucie Geologicznym, w 1984 r. metodą objętościową obliczono zasoby prognostyczne dla Polski – 107 mln ton ropy naftowej i 665 mld m³ gazu ziemnego.

Od 1991 roku zespoły z Instytutu Górnictwa Naftowego i Gazownictwa oraz Akademii Górniczo-Hutniczej podjęły kilkuletnie badania nad oceną zasobów prognostycznych przy wykorzystaniu metody genetycznej, obejmującej analizę systemu naftowego, uwzględniającej procesy i elementy geologiczne, które są zasadnicze dla powstania złoża ropy naftowej i gazu ziemnego w przestrzeni geologicznej. Podstawowe elementy to skała macierzysta, skała

* SPE – Society of Petroleum Engineers, WPC – World Petroleum Council, AAPG – American Association of Petroleum Geologists, SPEE – Society of Petroleum Evaluation Engineers

zbiornikowa i uszczelniająca oraz pułapka, które powinny być tak umiejscowione w przestrzeni i w czasie, aby substancja organiczna zawarta w skałe macierzystej mogła przy pomocy procesów geologicznych przekształcić się w ropę naftową lub gaz ziemny, a kolejne procesy migracji pierwotnej i wtórnej doprowadzić węglowodory do pułapki, tworząc złożę. Oceniono wielkość potencjału akumulacyjnego (Φ_A basenu naftowego) wychodząc z równania bilansu węglowodorowego, wiążącego parametry genetyczne generowania, ekspulsji i akumulacji węglowodorów z geodynamicznymi parametrami formowania jednostki strukturalnej, spełniającej warunki basenu naftowego.

$$\Phi_A = \text{TOC} \cdot \rho_{s.m.} \cdot h_{s.m.} \cdot W_{wg} \cdot W_{E(R,G)} \cdot W_{A(R,G)}$$

gdzie:

- TOC – zawartość węgla organicznego w skałe, w % lub ułamku jednostki;
- $\rho_{s.m.}$ – gęstość skały macierzystej, w g x cm³;
- $h_{s.m.}$ – miąższość skały macierzystej, w m;
- W_{wg} – współczynnik wygenerowania – potencjał generacyjny, w mg HC x g⁻¹ TOC, lub ułamku jednostki;
- $W_{E(R,G)}$ – współczynnik ekspulsji, w ułamku jednościz z ilorazu masy wciśniętych HC do masy wygenerowanych HC;
- $W_{A(R,G)}$ – współczynnik akumulacji, w ułamku jednościz z ilorazu masy akumulowanych do masy wciśniętych HC; HC – węglowodory (hydrocarbons).

Wszystkie parametry równania są otrzymywane z analizy geochemicznej skał metodą Rock-Eval i modelowania procesu generacyjnego metodą Mat-Oil, z wyjątkiem współczynnika akumulacji, który jest oceniany z analizy szczelności basenu dla struktur z otwartym poziomem macierzystym dla basenów szczelnych.

Zasoby prognostyczne obliczono z zastosowaniem współczynnika ekspulsji $W_{E(R)} = 0,3$ dla ropy naftowej i $W_{E(G)} = 0,65-0,80$ dla gazu ziemnego, w zależności od stopnia katagenezy formacji naftowej i typu substancji organicznej skał macierzystych. Ważący w rachunku zasobów współczynnik akumulacji $W_{A(R,G)}$, dostosowano do oceny stopnia szczelności analizowanych basenów w przedziale od 0,001 do 0,055 dla gazu i 0,01–0,03 dla ropy. Dla poszczególnych basenów zastosowano następujące wielkości $W_{A(R,G)}$:

- dla basenów nieszczelnych: kambru, ordowiku, dewonu i mezozoiku przyjęto $W_{A(G)} = 0,005$ i $W_{A(R)} = 0,01$;
- dla basenów półszczelnych: karbonu przyjęto $W_{A(G)} = 0,01$ i $W_{A(R)} = 0,01$;
- dla obszarów podwyższonej szczelności w obrębie pola efektywnego generowania HC mezozoiku przyjęto $W_{A(G)} = 0,015$ i $W_{A(R)} = 0,03$;
- w szczelnym poziomie dolomitu głównego nie wprowadzono współczynnika akumulacji, a tylko współczynnik ekspulsji $W_E = 0,30$, ze względu na krótkie drogi migracji do śródformacyjnych pułapek akumulacyjnych, które mogły przechwycić całą masę HC ekspulsowanych ze skał macierzystych;
- dla szczelnego basenu czerwonego spągowca wielkość zasobów prognostycznych gazu obliczono z wprowadzonego do jego przestrzeni zbiornikowej potencjału generacyjnego karbonu orogenicznego, pomniejszonego o sumę strat gazu adsorbowanego na powierzchni właściwej skał i rozpuszczonego w wodach wglębnych.

Przy wspomnianych założeniach obliczeniowych oszacowano zasoby prognostyczne poziomów stratygraficznych paleozoicznego i mezozoicznego kompleksu strukturalnego (tab. 5.1.4).

Tabela 5.1.4. Zasoby udokumentowane oraz prognostyczne ropy naftowej i gazu ziemnego w Polsce, według stanu na 31.12.1994 r.

Regjony	Pierwotny genetyczny potencjał naftowy		Zasoby udokumentowane wydobywalne		Nieodkryty potencjał naftowy Zasoby prognostyczne			
					prawdopodobne		hipotetyczne	
	ropa naftowa (mln t)	gaz ziemny (mld m ³)	ropa naftowa (mln t)	gaz ziemny (mld m ³)	ropa naftowa (mln t)	gaz ziemny (mld m ³)	ropa naftowa (mln t)	gaz ziemny (mld m ³)
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Niż Polski	113,01	555,75	4,9093	142,17722	49,96	327,16	58,06	109,94
Kambr – rejon przybałtycki	1,20	1,30	0,10	0,00012	1,10	~1,30	–	–
Ordowik – rejon przybałtycko-warszawski	7,62	6,34	–	–	–	–	7,62	6,34
Dewon – rejon lubelski	15,80	24,87	0,0003	0,0658	~15,80	~24,80	–	–
– rejon pomorski	6,03	10,20	–	–	6,03	10,20	–	–
– rejon przedgórze Karpat	0,53	0,91	–	–	0,53	0,91	–	–
Karbon – rejon lubelski	3,57	13,80	0,028	0,0013	3,56	~13,80	–	–
– rejon pomorski	2,37	11,93	–	4,51	2,27	7,42	–	–
– rejon przedgórze Karpat	0,17	0,59	–	–	0,17	0,59	–	–
Perm dolny – czerwony spagowiec	–	332,00	–	122,82	–	233,30	–	–
Perm górny – wapień cechsztyński	13,95	24,12	–	–	–	–	13,95	24,12
Dolomit główny cechsztynu – rejon pomorski	10,23	17,06	2,83	–	7,40	17,06	–	–
Dolomit główny cechsztynu – rejon podlasko-świętokrzyski	12,72	24,26	0,041	–	–	–	~12,68	24,26
Dolomit główny cechsztynu – rejon śląsko-przedsudecki	10,02	21,90	1,91	14,78	8,11	7,12	–	–

Tabela 5.1.4. (cd.)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Trias – rejon środkowopolski	8,39	24,07	–	–	0,64	1,89	7,75	22,18
Jura – rejon środkowopolski	20,41	42,40	–	–	4,35	9,36	16,06	33,04
Kreda – rejon środkowopolski	–	–	–	–	–	–	–	–
Zapadlisko przedkarpackie – miocen	–	196,92	–	140,9	–	56,02	–	–
Karpaty fliszowe	137,25	45,75	~81	~27	56,25	18,75	–	–
Razem	250,26	798,42	85,91	310,08	106,21	401,93	58,06	109,94

Dla Karpat fliszowych wyliczone wielkości zasobów prognostycznych wyniosły 56,25 mln ton ropy naftowej oraz 18,75 mld m³ gazu ziemnego. W zapadlisku przedkarpackim zasoby prognostyczne formacji miocenińskiej i utworów podłoża dla gazu ziemnego wyniosły sumarycznie 56,02 mld m³. Dla Niżu Polskiego zasoby prognostyczne dla poszczególnych formacji wskazują, że największe zasoby gazu ziemnego występują w formacji dolnego permu (233,3 mld m³), a ropy naftowej w poziomie dolomitu głównego – 28,19 mln ton. Wykonana w 1996 roku ocena zasobów prognostycznych, oparta na nowych i uzupełniających materiałach geologicznych, geofizycznych oraz danych z wierceń, przyniosła nową, zweryfikowaną wielkość zasobów (tab. 5.1.5.).

Tabela 5.1.5. Zasoby udokumentowane oraz prognostyczne, według stanu na 31.12.1996 r.

Pierwotny genetyczny potencjał naftowy	Pierwotne zasoby prognostyczne		Zasoby udokumentowane i wydobyte od początku		Nieodkryty potencjał – zasoby prognostyczne	
	ropa naftowa (mln t)	gaz ziemny (mld m ³)	ropa naftowa (mln t)	gaz ziemny (mld m ³)	ropa naftowa (mln t)	gaz ziemny (mld m ³)
Niż Polski	153,5	1 723,5	25,7	214,2	127,8	1 509,3
Karpaty fliszowe + podłoże	137,3	45,8	13,2	15,1	124,1	30,7
Zapadlisko przedkar- packie – miocen	–	196,9	1,1	141,8	–	55,1
Ogółem – Polska	290,8	1 966,2	40,0	371,1	251,9	1 595,1
Zasoby prognostyczne ze współczynnikiem ufności ±50%	145,4/436,2	983,1/2 706,6			125,9/377,8	797,5/2 392,6

Biorąc pod uwagę różny i niejednorodny stopień rozpoznania regionów geologicznych Polski oraz zróżnicowany stopień posiadanych informacji geologicznych, geofizycznych,

petrochemicznych i geochemicznych oraz niedokładność odwzorowań kartograficznych oceniono zasoby z przyjętym przedziałem ufności $\pm 50\%$.

Formacja ropogazonośna kambru na platformie wschodnioeuropejskiej

Utwory kambryjskie stanowią jedną z ważnych formacji roponośnych, a w mniejszym stopniu gazonośnych, w basenach naftowych świata. Przykładem jest gigantyczne złożo ropy naftowej Hassi Messaoud w Algierii o zasobach wydobywalnych 800 mln ton. Złoża ropy naftowej i gazu ziemnego w Polsce odkryto w piaskowcach środkowego kambru w północnej części syneklizy perybałtyckiej (wyniesienie Łeby) oraz w obrębie strefy ekonomicznej na Bałtyku. Na obszarze wschodniego Bałtyku odkryto w utworach środkowego kambru 4 złoża gazowo-kondensatowe i 2 złoża ropy naftowej. Szacunkowe, łączne zasoby geologiczne oceniono na około 10 mld m³ gazu ziemnego i około 30 mln ton ropy naftowej. Większość odkrytych struktur perspektywicznych i udokumentowanych złóż związana jest z systemem regionalnych stref dyslokacyjnych. W składzie gazu ziemnego dominują metan (od 70 do 90%) i ciężkie węglowodory (od 6 do 25%), a także azot (poniżej 5%), dwutlenek węgla (do 2%) oraz śladowe ilości helu i argonu. Zawartość kondensatu w gazie ziemnym jest zmienna: od 100 g/m³ w gazach wysokometanowych do ponad 250 g/m³ w gazach o mniejszej zawartości metanu. Ropa naftowa ze złóż bałtyckich jest ropą lekką z bardzo niską zawartością siarki i asfaltenów. Jest bogata w węglowodory frakcji benzynowej. Ropa naftowa z kilku otworów wykazuje cechy pośrednie między gazolinitami a najlżejszymi ropami, co pozwala zaliczyć ją do kondensatów węglowodorowych.

W polskiej strefie ekonomicznej Morza Bałtyckiego nie szacowano zasobów prognostycznych dla formacji kambryjskiej. Dla części lądowej tej formacji zasoby prognostyczne obliczone w 1994 r. wynosiły dla ropy naftowej 1,1 mln ton i dla gazu ziemnego 1,3 mld m³. Ich wielkość jest zaniżona i konieczna jest ich nowa ocena.

Poza obszarem Bałtyku w utworach kambru praktycznie zaniechano poszukiwań, aczkolwiek jest to dalej jedna z ważnych i perspektywicznych formacji dla poszukiwań złóż węglowodorów w Polsce. Dalsze poszukiwania w północnej, pomorskiej części lądowej formacji kambryjskiej należałoby prowadzić z nastawieniem na penetrację równoleżnikowych wałów paleomorfologiczno-zrębowych, szczególnie po stronie zachodniej, tj. po stronie ich osiowego zanurzenia w kierunku centrum basenu kambryjskiego. We wschodniej części obszaru przeważają równoleżnikowe kierunki tektoniki dysjunktywnej, ku zachodowi, w miarę zbliżania się do linii Teisseyre'a–Tornquista (T–T), przechodzą one w kierunki NW–SE. Jednocześnie, w tę samą stronę, tektonika blokowo-zrębowa ustępuje zapewne miejsca tektonice uskokowo-przesuwczej. Licząc się z takimi zmianami, należy penetrować struktury przyuskokowe w skrzydłach leżących po stronie centrum basenu sedymentacyjnego. Zarówno w SE części starej platformy, jak i w syneklizie perybałtyckiej objawy roponośności nasilają się przy przejściu ze wschodu na zachód, mimo pogarszających się właściwości zbiornikowych. Wiąże się to z faktem, iż po przekroczeniu głębokości 2000 m następuje zdecydowana zmiana charakteru skały zbiornikowej z intergranularnej na diagenetyczno-szczelinową. Problem odkrycia pułapek złożowych sprowadza się do poszukiwań paleostruktur staropaleozoicznych, rozwijających się jako struktury odziedziczone od syluru i dewonu. Szczególne nadzieje należy wiązać ze strefą T–T, w obrębie której mogło dojść do ekranowania wzdłuż linii uskoków nie tylko utworów kambru, ale również utworów dewonu i karbonu po zachodniej i wschodniej części strefy T–T. W obszarze tym piaskowce kambryjskie mogą mieć znacząco lepsze właściwości

zbiornikowe, efektywnie ekranowane utworami syluru i możliwość zasilania kambryjskich pułapek złożowych węglowodorami migrującymi z utworów macierzystych od kambru górnego po sylur i karbon. Kluczem poszukiwawczym jest odwzorowanie sejsmiczne morfologii podłoża krystalicznego i wyższych horyzontów sejsmicznych, co umożliwi analizę paleostruktur i lokalizację pułapek złożowych, które mogą zawierać znaczące zasoby węglowodorów. W strefie tej są także perspektywy odkrycia złóż w utworach od dolnego do górnego dewonu i w karbonie, zarówno w pułapkach typu strukturalnego, jak i stratygraficznego.

Formacja ropogazonośna dewońsko-karbońska na Niżu Polskim

Obszarami perspektywicznymi do poszukiwań złóż węglowodorów w utworach dewonu jest region lubelski i podniesienie radomsko-kraśnickie oraz Pomorze Zachodnie. Z utworami karbonu duże perspektywy na odkrycie złóż typu strukturalnego i stratygraficznego należy wiązać ze strefą krawędziową od Pomorza Zachodniego i synklinorium pomorskiego po obszar lubelski. Złoża gazu ziemnego w utworach karbonu mogą być zlokalizowane na monoklinie przedsudeckiej i praktycznie w całym basenie karbońskim, tam gdzie efektywne pułapki złożowe osiągają optymalne głębokości.

Perspektywną formacją do poszukiwań są płytkomorskie, rafowe utwory węglanowe franu, w których wykryto sejsmiczne ciągi odosobnionych, potencjalnie zbiornikowych struktur rafowych i rafopodobnych, udrapowane kryjącymi je „antyklinami” kompakcyjnymi Zwolenia, a także w południowej części rowu lubelskiego oraz wzdłuż wyniesionej krawędzi starej platformy. Są to izolowane struktury rafowe (przeważnie franu, ale także żywetu) tworzące ciągi łańcuchowe wzdłuż paleoskarp naddyslokacyjnych i na skrzydłach wyniesionych uskoków synsedymencyjnych. Ich naftowy potencjał nie został jak dotąd potwierdzony wiertniczo. Jednak rozwój węglanowych struktur biogenicznych (raf, bioherm, biostromów) we franie z jednoczesną sedymentacją potencjalnie macierzystych utworów ilasto-węglanowych w warunkach redukcyjnych w paleoobniżeniu zbiornika stwarza wybitnie korzystny układ w basenie naftowym.

W dolomitach kawernistych franu na głębokości poniżej 3500 m w SW części antykliny Świdnika odkryto w 1984 roku złożo gazu Ciecierzyn, a w 1992 roku na przedłużeniu struktury Ciecierzyna – złożo gazu Mełgiew. Węglanowe skały zbiornikowe przeważające w dewonie środkowym i górnym wykazują korzystne właściwości zbiornikowe. Decydującą rolę odgrywa tu porowatość wtórna i przepuszczalność szczelinowa. Toteż rafowe wapienie koralowe i dolomity kawerniste franu oraz węglanowe utwory famenu mogą się okazać dobrymi skałami zbiornikowymi. Efektywną pokrywą uszczelniającą stanowią dla nich wapienie i margle dewonu górnego.

Objawy ropy i gazu w rdzeniach wiertniczych, płynach złożowych uzyskanych w trakcie opróbowań horyzontów zbiornikowych, a także w płucce wiertniczej, stwierdzono we wszystkich kompleksach litostratygraficznych dewonu i karbonu.

Obszar lubelski to dalej jeden z najbardziej perspektywicznych obszarów do odkrycia nowych złóż w utworach karbonu zarówno typu strukturalnego, jak i stratygraficznego, w tym pułapek „sznurkowych”. Karbońskie, piaszczyste serie zbiornikowe charakteryzują się z reguły dobrymi właściwościami zbiornikowymi. Największe perspektywy należy wiązać w obszarze lubelskim ze strefą północno-zachodnią.

Pomorze Zachodnie wraz z obszarem szelfowym stanowi perspektywiczną strefę poszukiwań złóż ropy naftowej i gazu ziemnego. Obszar przylegający od wschodu do linii T–T stanowi klasyczną krawędziową strefę platformową, charakteryzującą się znaczną zmiennością litofacyjną oraz dużą ilością wzajemnie przecinających się powierzchni niezgodności. Wzajemny układ paleowychodni skał zbiornikowych dewonu i karbonu oraz wyżej leżących morskich serii cechsztynu determinuje istnienie pułapek stratygraficznych, które odgrywają decydującą rolę w akumulacji węglowodorów migrujących z osiowych stref środkowopaleozoicznych basenów sedimentacyjnych synklinorium pomorskiego. Przykładem pułapki stratygraficznej jest odkryte złożo gazu ziemnego Wierzchowo w utworach karbonu.

Interesująca do penetracji poszukiwawczej jest północno-wschodnia krawędź zasięgu synklinorium pomorskiego, która stanowi jednocześnie strefę podziału pomiędzy platformą prekambryjską a platformą paleozoiczną. W strefie tej serie kaledońskie mogą odgrywać rolę ekranów uszczelniających ewentualne pułapki złożowe typu tektonicznego w miejscach, gdzie ilaste utwory ordowiku–syluru kontaktują z utworami dewonu i karbonu wzdłuż walnych linii dyslokacyjnych, przebiegających równolegle do osi synklinorium pomorskiego.

Obliczone w 1994 r. zasoby prognostyczne w utworach dewonu obszaru lubelskiego wyniosły dla ropy naftowej 15,80 mln ton i dla gazu ziemnego 24,80 mld m³, a dla karbonu odpowiednio 3,56 mln ton i 13,80 mld m³. Zasoby dla Pomorza Zachodniego są relatywnie niższe i wynoszą dla utworów dewonu 6,03 mln ton (ropa) i 10,20 mld m³ (gaz) oraz dla utworów karbonu odpowiednio 2,27 mln ton i 7,42 mld m³.

Gazonośna formacja czerwonego spągowca Niżu Polskiego

Basen czerwonego spągowca jest obszarem bardzo atrakcyjnym dla poszukiwań złóż gazu ziemnego. Warunki geologiczne i termodynamiczne były sprzyjające dla generowania i akumulacji dużych ilości węglowodorów gazowych, genetycznie związanych z karbońskimi skałami macierzystymi. Europejski basen czerwonego spągowca rozciąga się od wschodnich wybrzeży Anglii, poprzez północne Niemcy i Holandię, do Polski zachodniej i centralnej (fig. 5.1.1). Na tym obszarze odkryto znaczące złoża gazu ziemnego o łącznych zasobach wydobywalnych około 4,5 bln m³.

Największe złożo Groningen odkryto w Holandii, a jego zasoby wydobywalne wynoszą 2,77 bln m³. Poszukiwania przyniosły także sukces w strefie brytyjskiej, gdzie rozpoznano zasoby gazu ziemnego w ilości 1,2 bln m³. Złoża gazu ziemnego w czerwonym spągowcu występują w piaskowcach facji eolicznej, fluwialnej (wadi), a w sektorze brytyjskim w ciałach piaszczystych o genezie jeziornej. Cały szereg złóż w Niemczech i Holandii, w tym w znacznej mierze złożo Groningen, są zlokalizowane z facjach fluwialnych. Zakres głębokościowy występowania złóż gazu ziemnego na obszarze Morza Północnego mieści się w przedziałach 3000–4000 m w części północnej i 2000–3000 m w części południowej, natomiast w Holandii od 2000 do 4000 m.

Podobnych modeli złożowych związanych z dobrymi właściwościami zbiornikowymi na dużych głębokościach (5000–6500 m) oraz ekranowaniem śródformacyjnym w profilu można oczekiwać w całym basenie „czerwonego spągowca” w Polsce, również w jego części centralnej. Znacząco zwiększa to możliwości poszukiwawcze i perspektywy odkrycia złóż o zasobach od kilkunastu do kilkuset mld m³ gazu. Przykładem może być struktura Kutna, w obrębie

której na głębokości poniżej 6100 m zasoby geologiczne zakumulowane w pułapce oceniane są, w zależności od przyjętych parametrów zbiornikowych, na około 350–500 mld m³ gazu ziemnego.

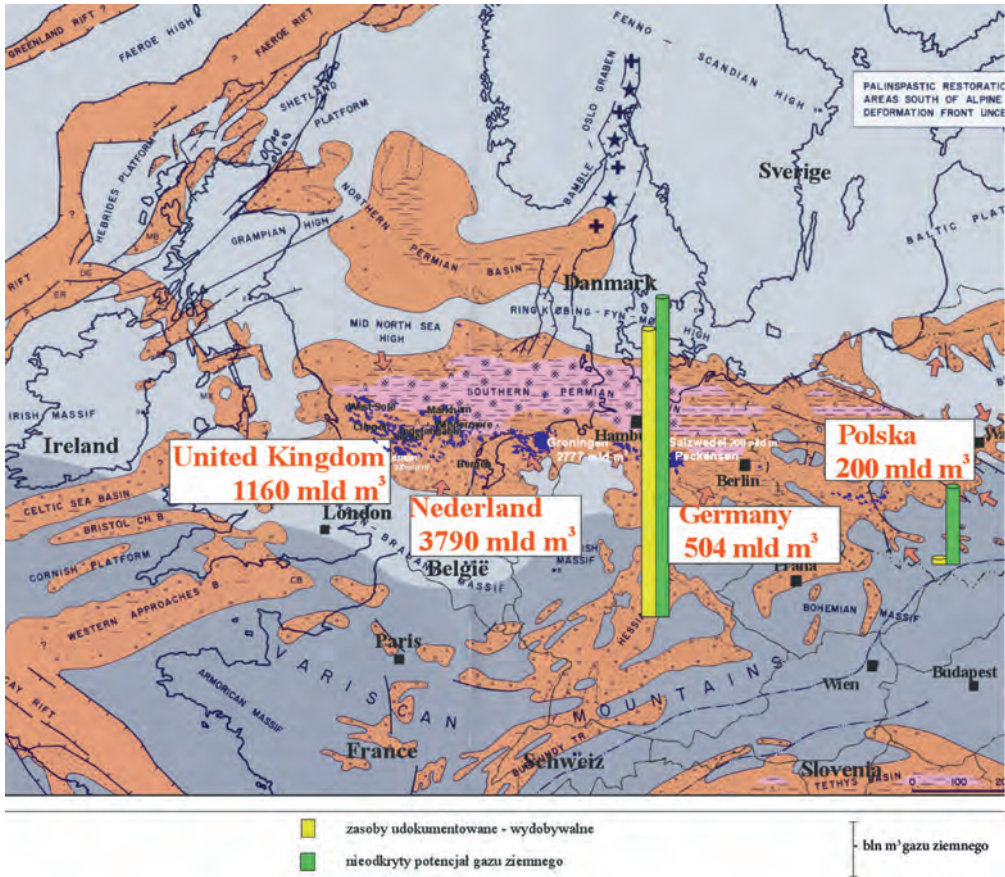


Figura 5.1.1. Zasoby prognostyczne i zasoby wydobywalne gazu ziemnego w europejskim basenie czerwonego spągowca

Utwory zbiornikowe czerwonego spągowca to priorytetowy kierunek poszukiwań, praktycznie w całej polskiej strefie jego występowania na głębokościach od 3500 do 6000–6500 m. Z pułapkami strukturalnymi i stratygraficznymi mogą być związane złoża gazu ziemnego o wielkości od kilku, kilkunastu do kilkuset mld m³. Utwory czerwonego spągowca zostały rozpoznane w Polsce do głębokości 3000–3500 m w obrębie monokliny przedsudeckiej i Pomorza Zachodniego. Cała centralna część basenu i wschodnie jego skrzydło spenetrowane zostały pojedynczymi otworami i z reguły sejsmiką wykonaną kilkadziesiąt lat temu. Również odkryte złoża gazu ziemnego zamknięte są izohipsą 3000–3500 m. Dla osiągnięcia sukcesu poszuki-

wawczego konieczny jest reprocessing i nowe zdjęcia sejsmiczne obejmujące najbardziej perspektywiczne strefy formacji czerwonego spągowca. Drogą prowadzącą do odkryć złożowych są głębokie otwory wiertnicze od 3500–6500 m.

Dla formacji czerwonego spągowca wykonano w latach 1978–2006 oceny zasobów prognostycznych, a w 2008 r. przedstawiono nową ich ocenę dla utworów czerwonego spągowca i wapienia cechsztyńskiego (tab. 5.1.6).

Według tej oceny zasoby prognostyczne w polskiej części basenu czerwonego spągowca, obliczone metodą różnicowego bilansu masy, wynoszą 1,61 bln m³. W analizie generacyjnej modelowań jedno- i dwuwymiarowych wykazano, że cały proces generowania i migracji węglowodorów zachodził w mezozoiku – od późnego triasu do późnej jury w depresji zielonogórskiej i poznańskiej oraz sukcesywnie od wczesnego triasu do późnej jury w obszarze głębokiego pograżenia profilu generacyjnego karbonu w granicach bruzdy śródpolskiej.

Analizą zasobów gazu ziemnego w czerwonym spągowcu objęto cały obszar konsolidacji waryscyjskiej Polski zachodniej, od zachodniej granicy państwa do granicy cechsztyńskiego uszczelnienia basenu czerwonego spągowca, od Górnego Śląska do NW otoczenia Gór Świętokrzyskich oraz strefę mazowiecką do Pomorza Zachodniego. Z analizy gazotwórczości wykluczono jedynie strefę przegrzania waryscyjskiego w południowo-zachodniej części monokliny przedsudeckiej. Jest to więc cały obszar polskiej części basenu czerwonego spągowca, który w takim zakresie terytorialnym nie był dotychczas objęty analizami oceny zasobów węglowodorowych. Możliwość przyjęcia tak wysokiego wskaźnika akumulacji wynika z regionalnej analizy rozwoju geologicznego obszaru i wyników analiz nasyceniowych. Wykazały one, że:

- basen akumulacyjny czerwonego spągowca jest dobrze uszczelniony w skali regionalnej;
- system dyslokacyjny basenu nie rozprasza masy węglowodorowej do pokrywy mezozoicznej, z wyjątkiem stref brzeżnych w otoczeniu Gór Świętokrzyskich, wału wolsztyńskiego i dyslokacyjnego systemu Odry;
- rezydualne nasycenie gazowe skał zbiornikowych po przejściu wolnej strugi gazowej jest minimalne, z wyjątkiem przystropowych partii czerwonego spągowca w strefach zbioru akumulacyjnego.

Profil filtracyjny czerwonego spągowca jest praktycznie bezrezydualny, w wyniku czego cały potencjał migracji przyporządkowano warunkom akumulacji przy wysokim współczynniku $W_A = 0,1$. Na tej zasadzie przyjęto, że obliczona wielkość potencjału akumulacyjnego, w ilości **1,61 bln m³** gazu w przeliczeniu na warunki normalne, ma wystarczający stopień ufności, uzasadniającej programy poszukiwawcze. Stąd, po odjęciu zasobów udokumentowanych oraz ilości gazu wydobytego w ujęciu historycznym o sumarycznej wielkości rzędu 0,2 bln m³, nieodkryty potencjał węglowodorowy dla utworów czerwonego spągowca wynosi **1,41 bln m³ gazu**.

Zasoby prognostyczne i wydobywalne dla obszaru północno-zachodniego i centralnego obejmującego gazonośne regiony Anglii, Holandii i Niemiec wynoszą odpowiednio około 6,3 bln m³ i 5,5 bln m³, natomiast dla polskiej części 1,41 bln m³ i 0,2 bln m³. Przyjmując za udowodnione, że takie same mechanizmy warunkowały powstanie, migrację i akumulację węglowodorów gazowych w pułapki oraz że w polskiej strefie basenu występują podobne skały zbiornikowe, podścielone macierzystymi utworami karbonu i ekranowane od góry formacją ewaporatową cechsztynu, przedstawione wielkości zasobów prognostycznych są całkowicie realne.

Tabela 5.1.6. Zasoby prognostyczne gazu w polskiej strefie basenu czerwonego spagowca

Rok oceny	Tytuł opracowania	Autorzy Instytucja	Właściciel opracowania – Archiwum	Metodyka obliczenia zasobów	Wielkość obliczonych zasobów prognostycznych gazu	Rodzaj zasobów
1978	Badania budowy geologicznej i opracowanie najefektywniejszej metodyki rozpoznania złóż ropy i gazu w czerwonym spagowcu Niżu Polskiego	Ancupow P. Korab Z. PGNiG Warszawa	PGNiG Warszawa	genetyczno-objętościowa	kalkulacyjnie wysoka	
1985	Zasoby węglowodorów basenu czerwonego spagowca	Żołnierczuk T. et al. PGNiG Zielona Góra	PGNiG Warszawa	strukturalno-objętościowa	317 mld m ³	
1992	Analiza zasobności gazo- i ropośnośnych obszarów Polski	Depowski S. et al. PIG Warszawa	PIG Warszawa	genetyczno-objętościowa	295 mld m ³	
1993	Ocena zasobów prognostycznych basenu czerwonego spagowca i cechstylnu	Strzetelski J. Burzewski W. IGNiG Kraków AGH Kraków	PGNiG „GEONAFTA” Warszawa	bilans genetyczno-różnicowy	332-117 mld m ³ 215 mld m³	nieodkryty potencjał węglowodorowy
1996	Ocena zasobów prognostycznych gazu naturalnego w megazbiorniku kompleksu czerwonego spagowca pomiędzy Górami Świętokrzyskimi a wschodnią granicą monokliny przedsudeckiej	Strzetelski J. Burzewski W. IGNiG Kraków AGH Kraków	PGNiG Warszawa	różnicowy bilans masy HC w kryteriach genetycznych	546-117 mld m ³ = 429 mld m³	nieodkryty potencjał węglowodorowy
2006	Prognoza zasobności czerwonego spagowca w basenie permskim Niżu Polskiego	Wolnowski T. PGNiG „GEONAFTA” Biuro Ter. Płńa	PGNiG Warszawa	objętościowa	372 mld m ³ <i>bez strefy zapadliska orogenicznego</i>	określenie pierwotnych zasobów wydobywalnych
2008	Zasoby prognostyczne, nieodkryty potencjał gazu ziemnego w utworach czerwonego spagowca i wapienia cechstyńskiego w Polsce	Katedra Surowców Energetycznych AGH pod kierunkiem W. Góreckiego	Ministerstwo Środowiska	1) SPI	basen naładowany	zasoby prognostyczne
				2) Schmokera	1,70 bln m ³	
				3) różnicowego bilansu masy	1,61 bln m ³	

Oceniając potencjał produktywny formacji czerwonego spągowca należy przyjąć, że znaczna część zasobów prognostycznych występuje na obszarze relatywnie niezbadanym na dużych głębokościach, rzędu 3500–6500 m, z którym możemy wiązać długookresowe perspektywy poszukiwawcze. Nie można wykluczyć, że znacząca ilość zasobów prognostycznych jest skoncentrowana w kilkunastu obiektach (pułapkach), o wielkości zasobów geologicznych od kilkunastu, kilkudziesięciu do kilkuset mld m³.

Formacja ropogazonośna dolomitu głównego cechsztynu na Niżu Polskim

Dolomit główny jest poziomem skał węglanowych, w którym występują jednocześnie skały macierzyste i zbiornikowe dla węglowodorów. Liczne złoża ropy naftowej i gazu ziemnego odkryte w dolomicie głównym czynią z niego jeden z głównych obiektów poszukiwań złóż węglowodorów na Niżu Polskim. Tworzy on zamknięty system hydrodynamiczny, izolowany od góry i dołu seriami ewaporatów, i stanowi klasyczny przykład rozwoju ewaporatowej formacji ropo-gazonośnej. Odkryto w nim dwa największe złoża ropy naftowej w Polsce (Barnówko–Mostno–Buszewo i Lubiatów–Międzychód–Grotów) o łącznych zasobach wydobywalnych około 20 mln ton. Utwory te zawierają również złoża gazu ziemnego występujące samodzielnie lub tworzące czapę gazową w złożach ropy naftowej.

Ze skał macierzystych dolomitu głównego basenu permskiego Polski mogło się wygenerować i zakumulować w pułapkach poziomu dolomitu głównego 251,8 mln ton (w przeliczeniu na ropę naftową i gaz ziemny). Nieodkryty potencjał akumulacyjny dla poszczególnych regionów, wedle stanu na 2000 r., przedstawia się następująco:

- przedsudecko-śląski – 172,1 mln ton;
- centralnej strefy basenowej (rejon podlasko-świętokrzyski) – 57,1 mln ton;
- pomorski – 17 mln ton;
- pozostałych – kaszubski i łódzki – 5,6 mln ton.

Przy założonym przedziale ufności $\pm 50\%$ zasoby potencjału akumulacyjnego węglowodorów w poziomie dolomitu głównego osiągają wielkość od 125,9 do 377,7 mln ton.

Basen dolomitu głównego podzielono na strefy perspektywiczne o dobrym lub słabym rozpoznaniu geologiczno-geofizycznym (fig. 5.1.2.), na podstawie parametrów zinwentaryzowanych obiektów strukturalnych wraz z ich powierzchnią, zamknięciem i amplitudą struktur. Na bazie materiałów z najbliższego złoża lub otworu określono parametry zbiornikowe, spodziewane ciśnienie, poprawki na temperaturę, współczynnik nasycenia. Na obszarach o słabym rozpoznaniu geologiczno-geofizycznym, zasoby oszacowano przez porównanie zasobności przypadającej na 1 km² powierzchni w obrębie strefy perspektywicznej. Dla części wschodniej platformy północnej wzorcem była zachodnia część platformy północnej, a dla części wschodniej platformy południowej – zachodnia część platformy południowej, przy zastosowaniu współczynników korygujących. Problemy w tej metodzie związane są z lokalizacją struktur złożowych, przyjętym współczynnikiem trafności wierceń i wielkością zasobów w potencjalnych złożach. Pomijając współczynnik trafności wierceń, zredukowano wyliczone zasoby o połowę, biorąc pod uwagę stopień rozpoznania geologicznego oraz zmienność parametrów zbiornikowych i zróżnicowanie litofacjalne (tab. 5.1.7).

Tabela 5.1.7. Obszary i zasoby prognostyczne dla złóż ropy naftowej i gazu ziemnego w utworach dolomitu głównego

Region	Zasoby prognostyczne	
	ropy naftowej (mln t)	gazu ziemnego (mld m ³)
I. Pomorze: platforma północna, część zachodnia (od granicy do Bydgoszczy)	54	11
II. Monoklina przedsudecka + południowa część synklinorium szczecińskiego (od granicy do Kalisza)	110	195
III. Platforma północna, część wschodnia (od Gdańska przez Bydgoszcz do Radomia)	52	4
IV. Platforma południowa, część wschodnia (od Kalisza po Góry Świętokrzyskie)	19	9
Razem	235	219

Łączne zasoby geologiczne ropy naftowej w ww. strefach poszukiwawczych ocenia się na 235 mln ton oraz gazu rozpuszczonego w ropie i gazu wolnego na 219 mld m³ (tab. 5.1.7), co w przeliczeniu na gaz wysokometanowy daje wielkość około 71 mld m³.

Nowe oceny prognostycznych zasobów węglowodorów, obliczonych według kryteriów genetycznych z wykorzystaniem rezultatów badań geologicznych i geochemicznych mikrobiałno-algowych skał macierzystych w utworach dolomitu głównego, tylko w obszarze Gorzów Wielkopolski – Międzychód – Lubiatów wskazują na zasoby 228 milionów ton.

Formacje ropogazonośne mezozoiku na Nizinie Polskiej

Perspektywy odkrycia złóż gazu ziemnego i ropy naftowej związane są z utworami mezozoicznymi na Nizinie Polskiej, który stanowi część basenu północno-zachodniej Europy. W utworach tych na Morzu Północnym stwierdzono zasoby wydobywalne ropy naftowej rzędu 5 mld ton i gazu ziemnego do 2,5 bilionów m³. Budowa geologiczna obszaru Morza Północnego posiada pewne podobieństwo do Niziny Polskiej. Równocześnie z punktu widzenia naftowego zarysowują się różnice pomiędzy basenami Morza Północnego i Niziny Polskiej. Badania geochemiczne wskazują, że mezozoiczne skały macierzyste na Nizinie Polskiej osiągnęły stopień dojrzałości do generowania węglowodorów tylko w wybranych, najgłębszych strefach pograżenia. Istotnym negatywnym elementem do potencjalnych akumulacji jest brak lub niska jakość regionalnego uszczelnienia, co obniża potencjał naftowy kompleksu mezozoicznego i wraz z silnie wyrażoną inwersją i erozją części basenu oraz hydrodynamicznym otworzeniem zbiornika rzutuje zasadniczo na możliwość akumulacji złożowych. Z kolei w obrębie basenu Morza Północnego rolę uszczelniającą spełnia regionalny ekran utworów paleogeńsko-neogeńskich. Analiza potencjału naftowego mezozoicznego kompleksu Niziny Polskiej pozwala stwierdzić, że w kilku obszarach są realne perspektywy na odkrycie złóż. Dotyczy to w szczególności niecki mogileńsko-łódzkiej oraz w mniejszym stopniu zachodniej części niecki warszawskiej, wału kujawskiego i niecki szczecińskiej.

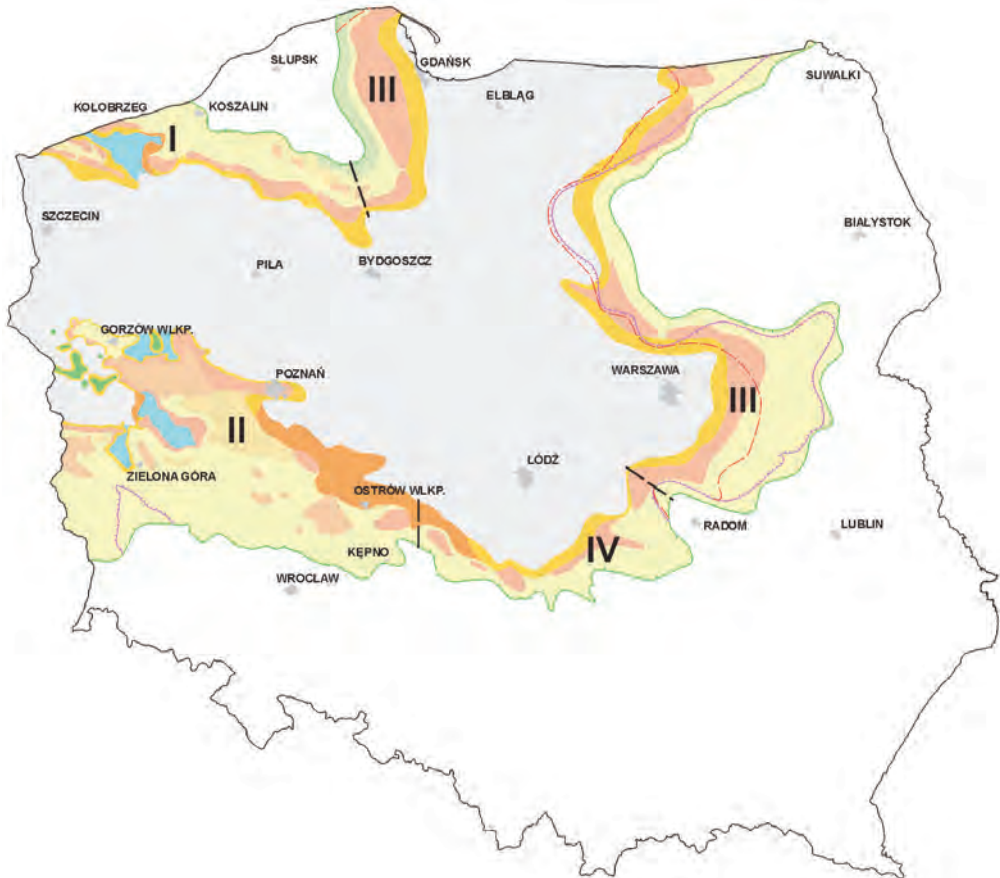


Figura 5.1.2. Strefy perspektywiczne dolomitu głównego

I – Pomorze: platforma północna, część zachodnia (od granicy do Bydgoszczy), II – monoklina przedsudecka + południowa część synklinorium szczecińskiego (od granicy do Kalisza), III – platforma północna, część wschodnia (od Gdańska przez Bydgoszcz do Radomia), IV – platforma południowa, część wschodnia (od Kalisza po Góry Świętokrzyskie)

W niecce mogileńsko-łódzkiej pułapki naftowe związane mogą być z paleowyniesieniami jurajskimi oraz wysadami solnymi. Jest też to optymalny obszar dla ewentualnego wykształcenia się systemu naftowego gazu ziemnego, reemigrującego spod cechsztynu przez system spękań i uskoków w pułapki strukturalne w strefach przywysadowych. W obrębie wału kujawskiego migracja węglowodorów mogła nastąpić w trakcie inwersji, co spowodowało uaktywnienie rozłamów i dyslokacji, migrację węglowodorów z podłoża cechsztynu i akumulację w triasowych skałach zbiornikowych i pułapkach zlokalizowanych wokół wysadów i w nieckach międzywysadowych.

Zasoby prognostyczne w utworach triasu i jury obszaru środkowopolskiego, obliczone na stan 1994 r., wynosiły dla ropy naftowej 4,99 mln ton, a dla gazu ziemnego 11,25 mld m³. Natomiast zasoby hipotetyczne dla utworów triasu i jury w obszarze środkowej Polski szacuje się dla ropy naftowej 23,81 mln ton oraz dla gazu ziemnego na 55,22 mld m³ (tab. 5.1.4).

Gazonośna formacja miocenu i perspektywiczny kompleks mezozoiczno-paleozoiczny w zapadlisku przedkarpackim

Utwory miocenu w zapadlisku przedkarpackim, z największym polskim złożem gazu ziemnego Przemyśl, o pierwotnych zasobach wydobywalnych około 85 mld m³, oraz utwory podłoża mezozoiczno-paleozoicznego są dalej wysoce perspektywicznymi formacjami. W utworach miocenu odkryto i udokumentowano 104 złoża, z których dotychczas wydobyto około 98 mld m³ gazu ziemnego.

Perspektywicznym do poszukiwań złóż węglowodorów jest kompleks mezozoiczno-paleozoiczny, a w szczególności utwory cenomanu, jury górnej, karbonu i dewonu, w których udokumentowano niewielkie złoża gazu ziemnego i ropy naftowej. Wysoki stopień trafności w odkrywaniu złóż w miocenie związany jest na tym obszarze z dużym postępowaniem w technice i jakości interpretacji zjawisk geologicznych i kompleksową analizą geologiczno-geofizyczną. Szczególną rolę odgrywa analiza obrazu falowego na przekrojach sejsmicznych w strefach zarejestrowanych anomalii sejsmicznych. Opracowanie nowych modeli prędkościowych, doskonalenie metod przetwarzania sejsmicznego i zróżnicowanych procedur interpretacyjnych doprowadziło do odkryć wielohoryzontalnych złóż gazu ziemnego: Biszczka, Wola Obszańska, Księżpol, Łukowa, Wola Różaniecka, Stobierna i Terliczka. Odkryto także nowe poziomy gazonośne w obrębie wcześniej rozpoznanych złóż: Kuryłówka, Dzików i Rudki.

Obszarem perspektywicznym do poszukiwań złóż gazu w miocenie oraz ropy naftowej i gazu ziemnego w podłożu mezopaleozoicznym jest strefa wzdłuż i pod nasunięciem fliszu karpackiego na przedpole. Jest tu zlokalizowane m.in. niewielkie powierzchniowo złożo Jodłówka (3,5 km²) z 28 poziomami zbiornikowymi nasyconymi gazem ziemnym o zasobach około 7 mld m³. We wschodniej części zapadliska po granicę państwa istnieją możliwości odkrycia złóż wzdłuż brzegu i pod nasunięciem o zasobach rzędu kilkunastu – kilkudziesięciu miliardów m³ gazu ziemnego w utworach miocenu, a także zasobów ropy naftowej i gazu ziemnego w podłożu mezopaleozoicznym. Perspektywiczna dla poszukiwań jest także zachodnia część zapadliska i strefa pod nasunięciem zachodnich Karpat fliszowych.

Podjęcie racjonalnych i efektywnych poszukiwań w strefie nasunięcia karpackiego wymaga nowych technik pomiarów sejsmicznych i technologii interpretacyjnych w celu lepszego odwzorowania układu przestrzennego warstw pod nasunięciem. Mogą tutaj występować złoża ropy naftowej i gazu ziemnego o zasobach znacznie przekraczających dotychczasowe odkrycia w Karpatach i zapadlisku przedkarpackim.

Wielkości zasobów prognostycznych obliczone dla utworów miocenijskich przez różne zespoły autorów są bardzo zróżnicowane. Zespół Z. Borysa ocenił zasoby prognostyczne we wschodniej części zapadliska na 52 do 65 mld m³. Zasoby gazu ziemnego pozostałe do odkrycia w zapadlisku przedkarpackim wg Sasa-Korczyńskiego wynoszą 51,7 ± 14,7 mld m³, obliczone metodą dynamiczną z zastosowaniem funkcji Arpsa-Roberts'a. Z kolei St. Jucha i K. Nitkiewicz ocenili zasoby gazu ziemnego w utworach miocenu pod nasunięciem karpackim, metodą zweryfikowanych statystycznie wskaźników, na co najmniej 400 mld m³, a dla podłoża mezopaleozoicznego zasoby węglowodorów w przeliczeniu na gaz ziemny oszacowali na 250 mld m³.

Zasoby prognostyczne zapadliska przedkarpackiego wraz z niecką miechowską wynoszą 100 mld m³ gazu ziemnego w utworach miocenu oraz 41 mln ton tzw. węglowodorów przeli-

zeniowych w utworach podłoża mezozoiczno-paleozoicznego. Zakłada się, że w miarę intensyfikacji rozpoznania geologicznego, zwłaszcza pod nasunięciem Karpat, ilość zasobów prognostycznych może ulec zwiększeniu.

Formacje ropogazonośne Karpat fliszowych

W Karpatach fliszowych, pomimo występowania potencjalnych skał macierzystych i skał zbiornikowych o dobrych parametrach, dotychczas odkrywano z reguły małe złoża węglowodorów. Przewartościowaniu powinna ulec polityka poszukiwawcza w tym regionie, który „oczekuje” nowego impulsu metodycznego, nowych technik i technologii sejsmicznych oraz nowych koncepcji poszukiwawczych. Realizowany w Karpatach niewielki zakres prac poszukiwawczych związany był lub jest ze znanymi strefami naftowymi, przede wszystkim fałdami Osobnicy i Potoka. Wysokie koszty wiercenia otworów w skomplikowanych warunkach geologicznych, małe zasoby węglowodorów w odkrytych złożach oraz duże koszty udokumentowania jednej tony węglowodorów spowodowały konsekwentne zmniejszenie nakładów na poszukiwania. W ostatnich kilku latach w strefach koncesyjnych Karpat Wschodnich wykonano nowe badania sejsmiczne. Realizowane są pojedyncze otwory rozpoznające niższe piętro strukturalne, z którym mogą być związane szerokopromienne pułapki złożowe, a więc istnieje prawdopodobieństwo odkrycia złóż węglowodorów. Przesłanki potwierdzające taką możliwość stwierdzono w otworze Kuźmina 1, gdzie na głębokości 4300 m stwierdzono występowanie gazu z solanką w serii piaskowców spaskich o bardzo dobrych właściwościach zbiornikowych.

Akademia Górniczo-Hutnicza realizowała w latach 2006–2009 wspólnie z Państwowym Uniwersytetem Technicznym w Iwano-Frankowsku (Ukraina) program badawczy pt. „*Badania transgraniczne wgłębnych struktur geologicznych brzeżnej strefy Karpat w aspekcie odkryć i udostępnienia nowych złóż ropy naftowej i gazu ziemnego*”. Koncepcja projektu opierała się na wykorzystaniu doświadczeń prospekcyjnych, szczególnie z obszaru Karpat ukraińskich, gdzie odkryto kilkadziesiąt pól ropno-gazowych w jednostce borysławsko-pokuckiej, a z drugiej strony na olbrzymim postępie rozwoju technik analitycznych i interpretacyjnych. Zastosowano wielopoziomą integrację stanu dotychczasowego rozpoznania geologiczno-naftowego z wynikami nowych badań, w tym modelowań wydzielonych podsystemów naftowych w oparciu o ich zrekonstruowane parametry paleostrukturalne, geotermiczne, geochemiczne i petrofizyczne.

Obszar badań skoncentrowany był w międzyrzeczu Sanu i Stryja i obejmował wschodnią część Karpat polskich i zachodnią część Karpat ukraińskich. Obiektem prospekcji były perykarpackie jednostki strukturalno-facjalne: stebnicka (samborska), borysławsko-pokucka, skolska (skibowa) i zewnętrzna część płaszczowiny śląskiej po osiową strefę centralnej depresji karpackiej. Wyniki badań, w tym modelowań geologiczno-naftowych, dokumentują bardzo zróżnicowany węglowodorowy potencjał akumulacyjny poszczególnych serii fliszowych i jednostek strukturalno-facjalnych w transgranicznej strefie Karpat polsko-ukraińskich, w tym obszary o relatywnie najlepszych perspektywach dla odkrycia nowych nagromadzeń węglowodorów w odziedziczonych depresjach strukturalnych, przede wszystkim płaszczowiny śląskiej i częściowo skolskiej i w ich obrzeżeniach, w odróżnieniu od zachodniej części antyklinorium skolskiego jako obszaru mało perspektywicznego. Wyniki modelowań wskazują, że najbardziej perspektywiczny jest ciąg antyklin uformowanych w warstwach menilitowych pomiędzy

fałdem Lutowisk a fałdem Ustrzyk Dolnych, co dokumentują powierzchniowe wycieki ropy naftowej na wychodniach utworów oligocenu.

Zasoby prognostyczne wydobywalne, możliwe do udokumentowania w Karpatach fliszowych, są rzędu 83–124 mln ton tzw. węglowodorów przeliczeniowych w zależności od metody obliczeń. Ocena zasobów obejmuje interwał głębokościowy do 5000 m, przy czym obserwuje się wyraźny trend wzrostu zasobności odkrytych złóż wraz z głębokością ich zalegania.

Nadal brak odpowiedzi na pytanie dotyczące perspektywiczności Karpat Zachodnich. Liczne objawy węglowodorów i odkryte pojedyncze, małe złoża stwarzają przesłanki do podjęcia badań podstawowych dotyczących rekonstrukcji strukturalnych, paleostrukturalnych i litofacyjnych, a także oceny potencjału naftowego zarówno w utworach fliszowych, jak i w podłożu mezopaleozoicznym. Prace poszukiwawcze w Karpatach Zachodnich powinny być prowadzone w dwóch zakresach głębokości: do około 3000 m w celu rozpoznania płytkich i tektonicznie skomplikowanych struktur, m.in. Słopnic, Limanowej i Kłęczan, oraz w głębszym planie strukturalnym od 4500 do 6000 m, gdzie pułapki strukturalne są mniej zaburzone, a przewidywane zasoby węglowodorów znacznie większe. Do stref perspektywicznych zalicza się utwory fliszowe przylegające do pienińskiego pasa skałkowego. Efektywne poszukiwania w tej strefie wymagają dobrego jakościowo zdjęcia sejsmicznego i głębokich wierceń od 5000 do 6500 m.

Perspektywy wszystkich wydzielonych dla Polski formacji ropo- i gazonośnych w 3 głównych jednostkach geostrukturalnych są znaczne. Dla ropy naftowej zasoby prognostyczne – nieodkryty potencjał naftowy niemal 10-krotnie przewyższają zasoby udokumentowane wraz z wydobyciem od początku, natomiast dla gazu ziemnego są odpowiednio niemal 6-krotnie większe (tab. 5.1.8). Szacunki wielkości zasobów prognostycznych najbardziej aktualne są dla Nizy Polskiego, uwzględniają bowiem dane z opracowań z lat 2006–2008 dla dwóch najbardziej perspektywicznych formacji, tj. czerwonego spągowca (gaz ziemny) i cechsztyńskiego dolomitu głównego (ropa naftowa i gaz ziemny). Szacunki zasobów prognostycznych dla zapadliska przedkarpackiego oraz Karpat pochodzą z lat 1994–1996 i są prawdopodobnie zaniżone, podobnie jak dla innych formacji Nizy Polskiego, poza czerwonym spągowcem oraz dolomitem głównym cechsztynu.

Tabela 5.1.8. Zasoby udokumentowane i prognostyczne – nieodkryty potencjał naftowy według stanu na 31.12.2009 r.

Główne obszary poszukiwań	Pierwotny genetyczny potencjał naftowy		Zasoby udokumentowane i wydobyte od początku		Nieodkryty potencjał naftowy – zasoby prognostyczne	
	Ropa naftowa (mln t)	Gaz ziemny (mld m ³)	Ropa naftowa (mln t)	Gaz ziemny (mld m ³)	Ropa naftowa (mln t)	Gaz ziemny (mld m ³)
Niż Polski	294,4	1 912,0	37,9	275,0	256,5	1 637,0
Karpaty fliszowe + podłoże	137,3	45,8	12,9	15,0	124,4	30,8
Zapadlisko przedkarpackie – miocen+podłoże	2,0	198,4	1,3	139,3	0,7	59,1
Ogółem – Polska	433,7	2 156,2	52,1	429,3	381,6	1 726,9
Zasoby prognostyczne ze współczynnikiem ufności ±50%	216,8/650,5	1 078,1/3 234,3			190,8/572,4	863,4/2 590,4

5.1.5. Niekonwencjonalne złoża gazu ziemnego – gaz w łupkach i gaz zamknięty

Niekonwencjonalne złoża gazu ziemnego występują w skałach ilastych (*shale gas*), w zbitych, słabo przepuszczalnych piaskowcach i w skałach węglanowych (*tight gas*) oraz w pokładach węgla kamiennego (MPW *coal-bed methane*) – fig. 5.1.3.



Figura 5.1.3. Konwencjonalne i niekonwencjonalne zasoby węglowodorów

Jedną z najważniejszych cech odróżniających gaz ziemny w łupkach i gaz zamknięty w słabo przepuszczalnych piaskowcach od złóż konwencjonalnych jest brak samoistnego przyływu gazu do otworu w ilościach uzasadniających eksploatację. Powoduje to konieczność stosowania kosztownych technik stymulowania przyływu oraz gęstej siatki wierceń eksploatacyjnych. Konieczne jest wiercenie otworów kierunkowych i poziomych, co umożliwia przewiercenie większej ilości naturalnych szczelin i mikroszczelin oraz wszechstronne rozszczelnienie górotworu metodami stymulacji hydraulicznej.

Każda z wymienionych form złóż niekonwencjonalnych występuje w różnych regionach geologicznych Polski i w różnych wiekowo formacjach skalnych (fig. 5.1.4). Poszukiwanie i rozpoznanie złóż gazu w skałach ilastych (łupkach), ale również w słabo przepuszczalnych piaskowcach (*tight gas*) w Polsce jest na wstępnym etapie poszukiwań. Wykonywane są pierwsze wiercenia.

Gaz w łupkach ilastych

Zasoby krajów zachodnich Europy w łupkach ocenia się na około 15 bilionów m^3 i nie obejmują one Polski, Węgier, Bułgarii i Rumunii. Według wielu specjalistów *shale gas* w Europie nie będzie miał takiego znaczenia jak w USA, ale może odgrywać ważną rolę w skali regionalnej. Ekspertsi uważają, że najlepsze warunki do rozpoznania stref z *shale gas* są związane z basenami sedymentacyjnymi Polski. Dostrzega się, w niektórych strefach, analogie geologiczne i geochemiczne do basenów USA, a szczególnie podobną dojrzałość termiczną, zawartość TOC (Total Organic Carbon) i porowatość łupków.



Figura 5.1.4. Baseny o największym potencjale występowania gazu łupkowego

A – basen dolnopaleozoiczny na kratonie wschodnioeuropejskim, B – karbon w południowej części monokliny przedsudeckiej oraz gazu zamkniętego, C – czerwony spągowiec basenu polskiego w północno-wschodniej części monokliny przedsudeckiej oraz niecce mogileńsko-lódzkiej

Od 1997 roku, wraz z wzrastającymi cenami gazu ziemnego rośnie produkcja gazu ze skał ilastych (*shale gas*) w USA. W 1997 roku udział gazu łupkowego w USA stanowił zaledwie 1,6% całkowitej produkcji krajowej, w 2006 roku wzrósł do 5,9% i do 10% w 2009 roku. Zasoby wydobywalne gazu w skałach ilastych w USA i Kanadzie szacuje się, według US Federal Energy Regulatory Commission, na 20 bilionów m³.

W wyniku najnowszych badań, wykonanych w latach 2009–2010, wskazano formacje geologiczne, z którymi potencjalnie może być związane występowanie złóż gazu typu łupkowego. Za najbardziej perspektywiczne uznano formacje łupków graptolitowych górnego ordowiku i dolnego syluru na platformie wschodnioeuropejskiej (fig. 5.1.4). Decyduje o tym przede wszystkim wysoka zawartość TOC w interwałach o odpowiednio dużej miąższości, niekiedy wysoka dojrzałość termiczna, głębokość zalegania nieprzekraczająca progu ekonomicznie uzasadnionej eksploatacji oraz mało skomplikowana tektonika. Strefa o podwyższonym potencjale dla występowania gazu łupkowego rozciąga się w kierunku NW–SE, wzdłuż zachodniego skłonu platformy wschodnioeuropejskiej. Złoża te mogą występować na głębokości od

2500–3000 m we wschodniej części tego pasa, do 4000–4500 m w jego części zachodniej. Stratygraficzne odpowiedniki tych utworów na bloku małopolskim, występujące w formie erozyjnych płatów, mają gorszą charakterystykę pod względem zawartości TOC i dojrzałości termicznej. Na wymienionych obszarach do tej pory udzielono 78 koncesji poszukiwawczych (stan na 1.12. 2010 r.).

Firma Wood MacKenzie ocenia zasoby wydobywalne gazu ziemnego dla dolnopaleozoicznego basenu w Polsce na 1 bilion 400 miliardów m³, a Advanced Rest Int. na około 3 biliony m³. Nie podano jednak metodyki, według której obliczono zasoby, a do oceny wzięto niewielką ilość danych. Jak dotąd, nie odkryto w Polsce złóż w skałach ilastych.

Parametry geologiczne i geochemiczne kompleksów łupkowych w Polsce są z reguły gorsze niż tych samych formacji w basenach USA, np. łupki Burnett w basenie Fort Worth w Teksasie. Formacja dolnokarbońska łupków Burnett, o średniej ilości TOC w skale macierzystej około 4% wag., zawiera największe akumulacje gazowe w obszarze lądowym USA. Jak podaje P. Poprawa, *wysoka pierwotna zawartość TOC warunkuje dobre własności zbiornikowe łupków. W wyniku przemiany substancji organicznej powstaje wtórna porowatość skały zawierająca pierwotnie 7% wag. TOC, tj. około 15% objętościowych TOC, po wygenerowaniu gazu uzyskuje wzrost wtórnej porowatości sięgającej 5%*. Jednak kluczem do optymalnego wydobycia jest przepuszczalność, która jest minimalna i wynosi tysięczne i dziesięciotysięczne części mD. Według B. Fostera z firmy Devon, tylko 16% gazu ziemnego z łupków Burnett jest wydobywalne, pozostałe 84% gazu zostaje w łupkach, co związane jest z niedoskonałością metod stymulacji górotworu wokół otworów wiertniczych.

Z eksploatacją gazu ziemnego z łupków związane są problemy środowiskowe, nie tylko z samym procesem wiercenia, ale przede wszystkim z utylizacją dużych ilości wody, transportem samochodowym i emisją hałasu. Poważne problemy mogą być związane z wydobyciem w obszarach zurbanizowanych. Niewątpliwie wiercenia otworów horyzontalnych zmniejszają zagrożenia dla środowiska.

Przewidywanie i potwierdzenie możliwości eksploatacji gazu ziemnego z łupków ilastych otrzymamy po odwierceniu i uzyskaniu wyników badań z otworów poszukiwawczo-rozpoznawczych, które rozstrzygną o możliwości występowania gazu, lecz niekoniecznie jeszcze o zasobach i uzasadnionej ekonomicznie eksploatacji.

Rozwiercenie i udostępnienie do produkcji złoża gazu ziemnego w łupkach jest bardziej złożone i czasochłonne niż złoża konwencjonalnego. Doprowadzenie do docelowej, w pełni rozwiniętej produkcji takiego gazu z basenu może nastąpić za kilkanaście lat. Jeśli potwierdzimy zasoby wydobywalne gazu ziemnego w łupkach, to koniecznym będzie odwiercenie setek, a przy dużych zasobach – tysiący otworów eksploatacyjnych.

Budowanie przyszłości gazowej Polski na podstawie analizowanych zasobów gazu w łupkach ilastych byłoby na najbliższe lata ryzykowne. Możemy mieć wiarę, a za kilka lat wiedzę, że łupki ilaste mogą zawierać znaczące zasoby gazu ziemnego.

Gaz zamknięty

Zbiorniki gazu zamkniętego (*tight gas*) związane ze skałami piaszczystymi, niekiedy węglanowymi, mają niską porowatość, rzędu kilku procent, i przepuszczalność z reguły poniżej 0,1 mD. Gaz występujący w słabo przepuszczalnych, zbitych skałach zbiornikowych, pomimo wyższych kosztów jego pozyskiwania w porównaniu ze złożami konwencjonalnymi, może być bardzo atrakcyjnym celem poszukiwań i późniejszej eksploatacji. Eksploatacja takich złóż

może być ekonomicznie opłacalna z powodu wysokich cen gazu na rynkach i małej liczby odwiertów negatywnych.

Przewiduje się, że światowe zasoby gazu zamkniętego (*tight gas*) wynoszą ponad 140 bilionów m³. Nie jest natomiast określona ilość zasobów wydobywalnych. W USA zasoby gazu zamkniętego w porach zbitych piaskowców wynoszą ponad 11 bilionów m³, z czego zasoby wydobywalne stanowią według specjalistów – 4 biliony m³.

W Polsce piaszczyste skały zbiornikowe o niskiej przepuszczalności mogą akumulować znaczące zasoby gazu ziemnego w basenie czerwonego spągowca (fig. 5.1.4). Przykładem jest odkryte otworem Trzek 1 przez firmę Aurelian Oil nad Gas – złożę gazu w słabo przepuszczalnych piaskowcach w obrębie bloku koncesyjnego 207 na strukturze Siekierki–Pławce. Trend złoża *tight* gazu rozciąga się na przestrzeni 25 km. Miąższość strefy gazonośnej wynosi 89 m. Szczelinowanie hydrauliczne piaskowców w trakcie testów wykazało możliwość produkcji około 60 mln m³/rok.

Można przypuszczać, że gaz ziemny w słabo przepuszczalnych piaskowcach czerwonego spągowca występuje na głębokości od 4000 do 6500 m. Obszar zalegania piaskowców eolicznych o słabych cechach zbiornikowych (*z tight gazem*) obejmuje basen centralny czerwonego spągowca w trzech strefach:

- piaskowce w strefie Poznań–Konin–Kalisz (północno-wschodnia część ergu wschodniego);
- piaskowce eoliczne przykryte utworami plai (strefa na NW i N od Poznania);
- piaskowce fluwialne i podrzędnie eoliczne w strefie pomiędzy Koninem, Kutnem i Łodzią.

Potwierdzeniem koncepcji występowania złóż gazu ziemnego w utworach o małej przepuszczalności są wyniki poszukiwawcze w obrębie niemieckiej części basenu czerwonego spągowca, w którym odkryto kilka złóż gazu ziemnego. Warunki dla występowania gazu zamkniętego spełniają lokalnie również piaszczyste kompleksy w obrębie utworów karbońskich w podłożu permsko-mezozoicznego basenu polskiego, przede wszystkim w strefie wielkopolskiej (rejon monokliny przedsudeckiej). Istnieją również przesłanki geologiczne, by brać pod uwagę możliwość występowania gazu ziemnego zamkniętego w utworach fliszowych polskiej części Karpat zewnętrznych.

5.1.6. Rekomendacja dalszych prac

Rekomenduje się prowadzenie dalszych badań i prac geofizycznych i geologicznych dla wszystkich wydzielonych perspektywicznych formacji ropo-gazonośnych we wszystkich jednostkach geostrukturalnych Polski. Dla tych potrzeb wymagana jest dalsza, promocyjna polityka koncesyjna.

5.1.7. Bariery i ograniczenia

Ograniczeniami dla dalszych prac i badań poszukiwawczych są przede wszystkim uwarunkowania środowiskowe formalno-prawne (wydawanie decyzji i pozwoleń przez różne organy administracji rządowej i samorządowej), lokalna gospodarka wodno-ściekowa oraz społeczna akceptacja tego rodzaju prac.

5.1.8. Wnioski

1. Ocena zasobów prognostycznych dla utworów miocenu i podłoża mezozoiczno-paleozoicznego w zapadlisku przedkarpackim, formacji fliszowej w Karpatach, kambru, dewonu, karbonu, permu i mezozoiku na Niżu Polskim została wykonana w latach 1991–1994 i w roku 1996. Z wstępnych badań wynika, że zasoby dla tych formacji są znacząco niedoszacowane, gdyż do obliczeń wykorzystywano ograniczoną ilość danych, pozyskiwanych z dalekich od doskonałości badań geofizycznych i laboratoryjnej aparatury pomiarowej.
2. Wielki rozwój techniczny i technologiczny w przemyśle naftowym w drugiej połowie lat dziewięćdziesiątych w badaniach i interpretacji geologicznej, geochemii organicznej i petrofizyce, sejsmice i geofizyce wiertniczej pozwolił na zobiektywizowaną analizę i ocenę zasobów. Interaktywne stacje interpretacyjne umożliwiły prześledzenie niewyobrażalnej wcześniej ilości informacji z baz danych. Najnowsze programy informatyczne pozwalają na analizowanie procesów generacji węglowodorów w skale macierzystej, odtworzenie zjawisk migracji pierwotnej i wtórnej oraz akumulacji w pułapki naftowe w odniesieniu do czasu geologicznego. Każda nowa ocena zasobów węglowodorów przybliżyła nas w sposób zobiektywizowany do rzeczywistych wielkości nieodkrytego potencjału naftowego dla danej formacji i basenu sedymentacyjno-naftowego. Ostatnia ocena zasobów prognostycznych dla formacji czerwonego spągowca i poziomu wapienia cechsztyńskiego oraz poziomu dolomitu głównego cechsztynu różni się znacząco od poprzednich oszacowań i wynosi odpowiednio 1,4 bln m³ gazu ziemnego i 251 mln ton węglowodorów przeliczeniowych (ropa naftowa i gaz ziemny). Zasoby prognostyczne tych formacji są niewiele mniejsze od tychże zasobów Polski, zwłaszcza gazu ziemnego – 1,7 bln m³, a dla ropy naftowej stanowią 2/3 zasobów krajowych szacowanych na niemal 382 mln ton.
3. Fundamentalnym zagadnieniem powinna być nowa ocena zasobów prognostycznych dla formacji kambryjskiej (na lądzie i w polskiej strefie ekonomicznej Morza Bałtyckiego), dewońskiej i karbońskiej, dla miocenu i podłoża mezozoiczno-paleozoicznego zapadliska przedkarpackiego oraz Karpat fliszowych. Konieczność nowej oceny zasobów wynika z faktu dopływu w ostatnich kilkunastu latach ogromnej liczby nowych informacji z badań geofizycznych, otworów wiertniczych oraz badań geologicznych i geochemicznych, co umożliwi jej obiektywizację.
4. Dla poszukiwań złóż węglowodorów ocena zasobów prognostycznych jest problemem fundamentalnym. Umożliwia bowiem wiarygodne przygotowanie programów poszukiwawczych i odtworzenie zasobów geologicznych, przy wzrastającym rocznym wydobyciu gazu ziemnego i ropy naftowej. Obecnie na świecie przyjmowana jest doktryna poszukiwań i dokumentowania zasobów węglowodorów zakładająca, że przy określonej wielkości zasobów prognostycznych angażuje się odpowiednie środki inwestycyjne, co przy nieustannym postępie technicznym i technologicznym doprowadza do przekwalifikowania części zasobów prognostycznych w zasoby geologiczne.
5. Znajomość i ocena zasobów prognostycznych jest istotna w celu określenia bezpieczeństwa surowcowego kraju i planowania w tym zakresie strategii gospodarczej państwa. Ponadto przyciąga poszukiwawczy krajowy i zagraniczny kapitał inwestycyjny.

5.2. WĘGIEL BRUNATNY

5.2.1. Wstęp

Węgiel brunatny jest słabiej uwęgloną odmianą węgla niż węgiel kamienny, o znacznie mniejszej wartości opałowej, wynoszącej przeciętnie od 1500 do 4165 kcal/kg (6,3–17,5 MJ/kg), sięgającej 5700 kcal/kg (23,9 MJ/kg). Niekiedy zawiera domieszkę siarki (do ponad 3%) i cechuje się popielnością sięgającą ponad 40%.

Węgiel brunatny w Polsce występuje w utworach jury, kredy, paleogenu i neogenu. Wystąpienia węgla w utworach mezozoicznych, choć niegdyś eksploatowane, nie mają obecnie znaczenia przemysłowego. Złóża węgla, które mają znaczenie gospodarcze, są związane głównie z utworami neogenu oraz w mniejszym stopniu z utworami paleogenu.

Utwory węglonośne paleogenu i neogenu rozprzestrzeniają się na powierzchni około 165 tys. km² i są związane prawie wyłącznie z basenem sedymentacyjnym Niżu Polskiego i jego basenami satelickimi. W profilu paleogenu i neogenu Niżu Polskiego – od paleocenu po górny miocen – wyróżnia się dziesięć pokładów węgla, które można korelować w skali regionalnej. Znaczenie gospodarcze ma pięć z nich:

- oligoceński **V pokład czempiński**, występujący na powierzchni około 7700 km², osiągający znaczne miąższości (do 45 m) jedynie w kilku złożach (Rogóźno, Łanięta) – dotychczas nieeksploatowany;
- dolnomioceński **IV pokład dąbrowski**, występujący na obszarze około 7000 km² (złoża: Gubin, Gubin–Zasieki–Brody, Ścinawa), który zaczyna obecnie interesować przemysł wydobywczy, choć nie jest jeszcze eksploatowany;
- dolnomioceński **III pokład ścinawski**, rozprzestrzeniony na obszarze około 30 000 km² i osiągający miąższości do 35 m (złoża: Mosty, Ścinawa), eksploatowany w kopalniach Bełchatów i Turów;
- dolnomioceński **II pokład łuzycycki**, zajmujący powierzchnię około 61 000 km² o miąższości do 40 m (złoża: Czempin, Gostyń, Krzywiń, Lubstów, Mosina, Naramowice, Radomierzyce, Szamotoły), a w zapadliskach tektonicznych nawet do 250 m (złoże Bełchatów), eksploatowany w kopalniach Bełchatów i Turów, a do niedawna również w odkrywcę Lubstów kopalni Konin;
- środkowomioceński **I pokład środkowopolski** o powierzchni około 70 000 km² i miąższości sięgającej 20 m (złoża regionu konińskiego).

Złóża węgla brunatnego są zlokalizowane w zachodniej i centralnej części kraju i zostały przypisane do ośmiu rejonów węglonośnych: zachodniego, północno-zachodniego, legnickiego, wielkopolskiego, konińskiego, łódzkiego, bełchatowskiego i radomskiego, zajmujących łącznie około 22% powierzchni kraju. Z istniejących w Polsce 166 udokumentowanych i perspektywicznych złóż węgla brunatnego we wspomnianych ośmiu rejonach znajdują się 163 złoża, a tylko 3 z nich występują poza tymi rejonami.

5.2.2. Kryteria bilansowości

Zasadniczymi kryteriami przyjętymi do oceny zasobów prognostycznych i perspektywicznych węgla brunatnego są kryteria bilansowości obowiązujące dla obliczania zasobów

udokumentowanych węgla energetycznego (tab. 5.2.1), zawarte w obowiązującym Rozporządzeniu Ministra Środowiska w sprawie kryteriów bilansowości złóż kopalin (Dz. U. z 2001 r., Nr 153, poz. 1774, z późn. zm.).

Tabela 5.2.1. Kryteria bilansowości złóż węgla brunatnego (dla węgla energetycznego eksploatowanego metodą odkrywkową)

Parametr	Jednostka	Wartość brzeżna
Maksymalna głębokość spągu złoża	m	350
Minimalna miąższość węgla brunatnego w pokładzie	m	3
Maksymalny stosunek grubości nadkładu do miąższości złoża (liniowy współczynnik nadkładu)	–	12
Minimalna średnia ważona wartość opałowa węgla brunatnego w pokładzie wraz z przerostami, przy wilgotności węgla 50%	MJ/Mg	6 500
Maksymalna średnia ważona zawartość siarki całkowitej wraz z przerostami, przy wilgotności węgla 50%	%	2

5.2.3. Stan rozpoznania złóż udokumentowanych

Działalność przemysłu węgla brunatnego oraz perspektywy jego rozwoju wiążą się bezpośrednio z udokumentowanymi zasobami geologicznymi tej kopaliny (tab. 5.2.2).

Tabela 5.2.2. Geologiczne zasoby bilansowe udokumentowanych złóż węgla brunatnego w Polsce wg stanu na 31.12.2009

Wyszczególnienie	Liczba złóż	Zasoby geologiczne bilansowe (mln t)			Zasoby przemysłowe (mln t)
		Razem	A+B+C ₁	C ₂	
Złóża zagospodarowane	11	1 748,86	1 731,76	17,10	1 374,01
Złóża niezagospodarowane					
– rozpoznane szczegółowo	30	4 081,68	3 392,71	688,97	–
– rozpoznane wstępnie	30	9 019,14	–	9 019,14	–
Złóża, w których eksploatacji zaniechano	7	9,28	8,64	0,64	–
Razem	78	14 858,96	5 133,11	9 725,85	1 374,01

Z sumarycznej liczby 78 złóż udokumentowanych w 5 kopalniach węgla brunatnego eksploatuje się 11 złóż, co stanowi łącznie 14,1% wszystkich złóż.

5.2.4. Obszary oraz zasoby prognostyczne i perspektywiczne

Wielkość zaktualizowanych zasobów prognostycznych węgla brunatnego o cechach bilansowych wynosi 27 540,71 mln t, przy czym niemal w całości znajdują się one w 90 obiektach złożowych w obrębie złóż prognostycznych lub obszarów prognostycznych w sąsiedz-

twie złóż udokumentowanych, zgrupowanych w siedmiu rejonach węglonośnych bez rejonu radomskiego (tab. 5.2.3) na obszarze pięciu województw: dolnośląskiego, kujawsko-pomorskiego, lubuskiego, łódzkiego i wielkopolskiego. Zasoby prognostyczne są niemal dwukrotnie większe od udokumentowanych (tab. 5.2.4).

Tabela 5.2.3. Zasoby prognostyczne węgla brunatnego

Rejon węglonośny	Liczba złóż	Zasoby prognostyczne (mln t)
Bełchatowski	5	453,47
Koniński	28	2 824,66
Legnicki	4	10 987,47
Łódzki	5	373,75
Północno-zachodni	6	805,82
Wielkopolski	17	7 796,87
Zachodni	24	4 298,67
Razem	89	27 540,71

Szczególnie istotne znaczenie mają zasoby prognostyczne węgla brunatnego znajdujące się w złożach satelickich dla istniejących obecnie zespołów górniczo-energetycznych. Ich pozyskanie pozwoli na dalsze funkcjonowanie (z reguły ostatnio zmodernizowanych) zakładów energetycznych. Za najbardziej wartościowe złoża z tej grupy zasobów można uznać następujące obiekty:

- dla kopalni Adamów zaopatrującej w paliwo elektrownię Adamów – rejon: Chodów–Łęczycza i Grochowy–Siąszyce o możliwych zasobach o cechach bilansowych oszacowanych w ilości 366,2 mln t;
- dla kopalni Bełchatów zaopatrującej w paliwo elektrownie Bełchatów i Bełchatów II (w budowie) – rejon: Łęki Szlacheckie, Rzetnia, Węglewice i Wieruszów o łącznych zasobach o cechach bilansowych w ilości 450,5 mln t;
- dla kopalni Konin zaopatrującej w paliwo elektrownie Konin i Pątnów – być może okazać się wydobywalnymi zasoby w rejonie wysadów solnych: Lubień, Łanięta i Milżyn (wysad Izbica Kujawska) o możliwych zasobach bilansowych oszacowanych w ilości 431,7 mln t;
- dla kopalni Turów zaopatrującej w paliwo elektrownię Turów – złożo perspektywiczne Radomierzyce o zasobach 180,0 mln t.

Jako nowe obszary złożowe przewidziane do zagospodarowania są brane pod uwagę przede wszystkim dwa rejonu złożowe: kompleks złóż gubińskich w rejonie zachodnim i kompleks złóż legnickich w rejonie legnickim. W obu tych obszarach niepoślednią rolę odgrywają ogromne zasoby prognostyczne i perspektywiczne, kilkukrotnie przewyższające wielkością zasoby udokumentowane. Gubiński kompleks złóż węgla brunatnego (w rejonie zachodnim) został wymieniony *expressis verbis* w dokumencie „Polityka energetyczna Polski do 2030 roku” jako przeznaczony do eksploatacji w przyszłości, a kompleks złóż legnickich jest obecnie przedmiotem poważnego zainteresowania inwestycyjnego.

Tabela 5.2.4. Zasoby węgla brunatnego wg stanu na 31.12.2009 r.

Województwo	Zasoby bilansowe (mln t)		Zasoby prognostyczne (mln t)	
	liczba złóż	zasoby	liczba złóż	zasoby
Dolnośląskie	13	4 248,66	9	11 270,28
Kujawsko-pomorskie	5	104,95	14	2 536,70
Lubelskie	2	0,18	–	–
Lubuskie	16	3 497,50	20	4 157,29
Łódzkie	7	2 393,79	13	1 240,26
Mazowieckie	4	92,64	–	–
Opolskie	2	2,57	–	–
Wielkopolskie	29	4 518,68	33	8 336,18
Razem	78	14 858,96	89	27 540,71

Ze względu na dobre rozpoznanie węgloności i węglasobności na obszarze Polski i znaczną ilość rozpoznanych zasobów prognostycznych nie rozpatrywano kategorii zasobów perspektywicznych. Z podobnych powodów pominięto oszacowanie zasobów hipotetycznych, które – teoretycznie rzecz biorąc – mogą występować na całym obszarze występowania pokładów: I, II, III, IV i V. Dotychczasowe negatywne wyniki badań terenowych nie wskazują jednak na istnienie większych obszarów, w których spełnione są kryteria bilansowości.

5.2.5. Rekomendacje dalszych prac

W Polsce rozpoznane zasoby węgla brunatnego zapewniają wystarczalność statyczną w okresie ok. 250 lat. Podczas rozpoznawania i dokumentowania obszarów o zasobach perspektywicznych w wyższych kategoriach następuje z reguły znaczny ubytek zasobów (wielkość zasobów przemysłowych i operatywnych będzie zapewne oscylować w granicach 30–50%), a jednocześnie istnieją poważne ograniczenia możliwości zagospodarowania złóż. Nie zmienia to jednak faktu, że obejmuje on co najmniej 200 lat, zatem zwiększenie wydobycia węgla brunatnego (czy choćby utrzymanie go na dotychczasowym poziomie) przyczyniłoby się w sposób istotny do zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego kraju, szczególnie w przypadku prognozowanego wzrostu zapotrzebowania na energię elektryczną.

Można z dużym prawdopodobieństwem założyć, że ze względu na wysoki stopień rozpoznania utworów paleogenu i neogenu na obszarze Polski nie ma poważniejszych szans na odkrycie nieznanymi dotychczas obszarów węgloności, na których występowałyby nieznanymi dotąd złoża węgla brunatnego o wielkich zasobach, rzędu miliardów ton. Nadal istnieją jednak możliwości odkrycia złóż średnich i małych na obszarach występowania pokładów węgla o znaczeniu ekonomicznym. Poszukiwania nowych złóż mają szczególne znaczenie w szeroko pojętym sąsiedztwie wszystkich istniejących kompleksów górniczo-energetycznych, których zasoby ulegną wkrótce wyczerpaniu.

Odmiernym zagadnieniem jest rozpoznanie bazy zasobowej dla niekonwencjonalnych metod eksploatacji węgla brunatnego, wśród których na plan pierwszy wysuwa się termiczne

zgazowanie węgla w złożu (UCG). W tym przypadku mogą być brane pod uwagę pokłady węgla znajdujące się znacznie głębiej niż te przeznaczone dla eksploatacji odkrywkowej, jak również pokłady o miąższości poniżej przyjętej w kryteriach bilansowości.

5.2.6. Bariery i ograniczenia

W procesie ewentualnego zagospodarowywania złóż prognostycznych węgla brunatnego występują poważne ograniczenia zewnętrzne, na które składają się:

- ograniczenia spowodowane warunkami geologiczno-górnictwymi, wpływającymi na koszt pozyskania surowca,
- ograniczenia spowodowane konfliktem ze środowiskiem naturalnym,
- ograniczenia spowodowane konfliktem z infrastrukturą na powierzchni złóż,
- ograniczenia spowodowane stanem prawnym własności gruntów,
- ograniczenia spowodowane brakiem społecznej akceptacji inwestycji.

Ograniczenia te mogą zostać częściowo przewyżczone, jednak wymaga to podjęcia konkretnych działań, wśród których najważniejsze to:

- działania legislacyjne na temat pozycji węgla brunatnego w polityce energetycznej państwa oraz w prawie geologicznym i górnictwem jako surowca strategicznego,
- rozpoznanie geologiczne: dokumentowanie złóż dla potrzeb ich ochrony w drodze umieszczenia w planach zagospodarowania przestrzennego,
- rozpoznanie geologiczne dla potrzeb poszerzenia bazy zasobowej w kategorii C₂,
- rozpoznanie geologiczne zasobów węgla brunatnego dla potrzeb niekonwencjonalnych metod eksploatacji.

5.2.7. Wnioski

Teoretycznie udokumentowane i prognostyczne zasoby węgla brunatnego w Polsce mogą, uwzględniając obecny poziom wydobycia około 60 mln t na rok, zapewnić podaż węgla przez okres ponad 700 lat, przy czym same zasoby perspektywiczne powinny wystarczyć na niemal 470 lat. W praktyce jednak prognoza ta jest zawyżona, ponieważ wielkość zasobów prognostycznych jest oszacowana ze znacznym błędem, a ponadto możliwości ich zagospodarowania są poważnie ograniczane różnorodnymi czynnikami zewnętrznymi.

Zasoby prognostyczne dla potrzeb niekonwencjonalnych technologii stanowią – ze względu na odmienne wymagania w zakresie wymaganych kryteriów bilansowości – zagadnienie otwarte. Niewątpliwie pewna część tych zasobów może być przydatna do wykorzystania w technologii zgazowania podziemnego (UCG), na tym etapie badań trudno jednak ocenić jednoznacznie ich wielkość.

5.3. WĘGIEL KAMIENNY

5.3.1. Wstęp

Istnieją różne klasyfikacje węgla i podstawy podziału na: lignit, węgiel brunatny, kamienny oraz antracyt i węgiel specjalny. W Polsce granicę między węglem brunatnym a kamiennym ustalono wedle wartości opałowej na 17,5 MJ/kg, natomiast w wielu krajach granica ta wynosi 23,9 MJ/kg. A zatem węgiel o wartości opałowej 17,5–23,9 MJ/kg klasyfikowany jest tam jako twardy węgiel brunatny, zwany też węglem subbitumicznym. W Polsce zaliczany jest do węgla kamiennego, który ogólnie dzieli się na;

- węgiel energetyczny o wartości opałowej 17,5–29,2 MJ/kg, przy czym standardowy węgiel ma wartość opałową 25,1–26,0 MJ/kg, przy zawartości popiołu 12%, siarki całkowitej do 1% i wilgotności do 8%;
- węgiel koksowy o wartości opałowej od 29,3 MJ/kg, przy zawartości popiołu 6,9%, siarki do 0,7%, części lotnych do 24% i wilgotności 8%;
- antracyt o wartości opałowej 35,1 MJ/kg, przy zawartości popiołu 5,6%, części lotnych 7,9%, siarki całkowitej 0,9%.

Złoża węgla kamiennego w Polsce występują w utworach karbonu w trzech zagłębiach:

- Dolnośląskim Zagłębiu Węglowym (DZW) – ok. 450 km², eksploatowane na przestrzeni XIX i XX wieku, wydobyte zakończone w 2000 r.;
- Górnośląskim Zagłębiu Węglowym (GZW) – ok. 5600 km², eksploatacja węgla kamiennego prowadzona od blisko 250 lat, obecnie w 29 kopalniach;
- Lubelskim Zagłębiu Węglowym (LZW) – ok. 9100 km², eksploatowane od 30 lat przez 1 kopalnię.

5.3.2. Kryteria bilansowości złóż

W kryteriach bilansowości złóż węgla kamiennego ustalonych Rozporządzeniu Ministra Środowiska z 2001 r. (tab. 5.3.1.) istotne znaczenie ma głębokość dokumentowania. W GZW znaczna ilość złóż jest dokumentowana do głębokości większych niż 1000 m (na ogół do 1250–1300 m). Przed 1994 r. również część złóż była dokumentowana do głębokości większych, w granicach 1200–1500 m. Złoża te w następnych latach były ponownie dokumentowane, ale część z nich tylko do 1000 m, w związku z czym ich zasoby zalegające poniżej 1000 m nie są wykazywane w rejestrze.

Tabela 5.3.1. Kryteria bilansowości złóż węgla kamiennego

Parametr	Jednostka	Wartość brzeżna
Maksymalna głębokość dokumentowania	m	1000
Minimalna sumaryczna miąższość węgla kamiennego w pokładzie wraz z przerostami do 5 cm	m	1,0 (0,6)*
Minimalna średnia ważona wartość opałowa węgla kamiennego w pokładzie łącznie z przerostami o grubości ponad 5 cm	MJ/kg	15
Maksymalna średnia ważona zawartość siarki całkowitej pokładu węgla kamiennego wraz z przerostami o grubości ponad 5 cm	%	2

* Wartość brzeżna w nawiasie dotyczy zasobów pozabilansowych.

5.3.3. Stan rozpoznania złóż udokumentowanych

W DZW udokumentowanych jest 7 złóż na obszarze 121 km² i są to wyłączne złoża o eksploatacji zaniechanej. Zasoby geologiczne całego zagłębia stanowią wyłącznie zasoby pozabilansowe, a znaczną ich część stanowi rzadki w Polsce węgiel specjalny i antracytowy.

W GZW udokumentowane są 122 złoża na obszarze 3160 km² (41 niezagospodarowanych, 45 eksploatowanych, 35 zaniechanych, 1 złożo kopalni w budowie). Większość zasobów stanowią zasoby bilansowe, a w zasobach pozabilansowych ujęte są również zasoby złóż zaniechanych, które spełniają kryteria bilansowości.

W LZW udokumentowanych jest 11 złóż na obszarze 1027 km², z tego 77 km² obejmuje złożo zagospodarowane przez kopalnię Bogdanka.

Łączne udokumentowane bilansowe zasoby geologiczne węgla kamiennego na 31.12.2009 r. wynoszą prawie 44 230 mln t, a zasoby pozabilansowe ponad 24 238 mln t (tab. 5.3.5).

5.3.4. Obszary oraz zasoby prognostyczne i perspektywiczne

Polskie zagłębia węglowe cechują się znacznymi różnicami w odniesieniu do ich budowy geologicznej, stopnia rozpoznania geologicznego i udokumentowania złóż oraz stanu i sposobu zagospodarowania górniczego. Stąd też nie ma możliwości określenia jednolitych zasad dla wszystkich zagłębi, dotyczących wyznaczenia obszarów o zasobach prognostycznych i perspektywicznych, a każde zagłębie należy traktować indywidualnie. Brak natomiast przesłanek geologicznych na wydzielenie zasobów hipotetycznych węgla kamiennego w Polsce.

W **Dolnośląskim Zagłębiu Węglowym** możliwości wyznaczenia obszarów o zasobach prognostycznych i perspektywicznych są bardzo ograniczone (fig. 5.3.1). Kierując się zasadami przyjętymi dla całego opracowania (rozdz. 3), za zasoby prognostyczne można uznać tylko zasoby skreślonego z rejestru złoża „Heddi” o wielkości 392 tys. ton. Z kolei, za zasoby perspektywiczne można uznać zasoby w obszarach znajdujących się na przedłużeniu pól eksploatacyjnych byłych kopalń rejonu Wałbrzycha i Nowej Rudy. W obszarach tych wyznaczono 11 parcel obliczeniowych zasobów o łącznej powierzchni 85 km². Zasoby w tych parcelach do głębokości 1600 m wynoszą 232 mln ton, w tym 18 mln ton – węgla energetycznego, 102 mln ton – koksowego, 110 mln ton – specjalnego.

Dla **Górnośląskiego Zagłębia Węglowego** wyznaczono dwie grupy zasobów: zasoby prognostyczne i zasoby perspektywiczne, przy czym w przypadku tego zagłębia, ze względu na specyfikę rozpoznania i dokumentowania utworów złożowych, nie można było zastosować metody rozdzielenia obu tych grup na podstawie kategorii ich rozpoznania. Utrzymano jednak podstawowy sens przyjętych założeń, że zasoby prognostyczne w stosunku do zasobów perspektywicznych cechują się znacznie lepszym rozpoznaniem geologicznym, pozwalającym z dużym prawdopodobieństwem obliczyć wielkość zasobów i ocenić jakość kopaliny.

Dla określenia wielkości zasobów o charakterze prognostycznym (fig. 5.3.2) przyjęto następujące zasady:

- zasoby w udokumentowanych obszarach, niespełniające aktualnych kryteriów bilansowości w zakresie maksymalnej głębokości dokumentowania, tj. 1000 m (lub też innej głębokości, zatwierdzonej indywidualnie dla danego złoża przez Ministra Środowiska);
-

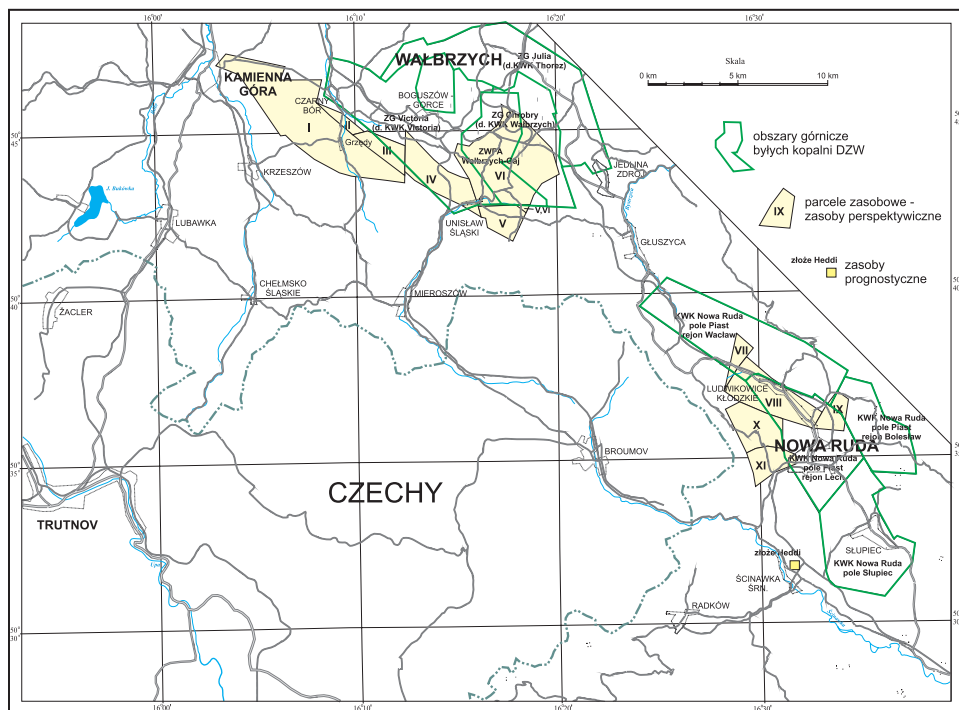


Figura 5.3.1. Obszary perspektyw zasobowych złóż węgla kamiennego w Dolnośląskim Zagłębiu Węglowym

- zasoby te obejmują spągowe części niektórych, dokumentowanych przed 1994/95 r., złóż węgla kamiennego (we wszystkich kategoriach rozpoznania) poniżej głębokości 1000 m (lub też poniżej innej aktualnie przyjmowanej głębokości dokumentowania danego złoża); te części złóż miały obliczone zasoby wg obowiązujących w czasie ich dokumentowania kryteriów bilansowości do głębokości na ogół 1200–1500 m (maksymalnie 2000 m); w następnych latach zasoby te (zalegające poniżej przyjmowanej obecnie dla danego złoża głębokości dokumentowania) nie były dokumentowane i nie są wykazywane w krajowym rejestrze zasobów;
- zasoby prognostyczne dla tej grupy złóż zostały policzone zgodnie z obecnie przyjmowanymi kryteriami bilansowości (z wyjątkiem kryterium maksymalnej głębokości), w tym dla minimalnej grubości pokładów węgla 1,0 m, w interwale głębokości od 1000 m (lub innej aktualnie przyjętej głębokości spągowej danego złoża) do głębokości dokumentowania wg ówczesnej dokumentacji;
- granice tak wyznaczonych obszarów zasobów prognostycznych na ogół pokrywają się z granicami istniejących złóż (zagospodarowanych, zaniechanych i niezagospodarowanych), które *de facto* stanowią „nadkład” tych obszarów; pewne różnice (niezbyt liczne i niewielkie) występują na obszarach tych złóż, których granice w międzyczasie uległy zmianie.

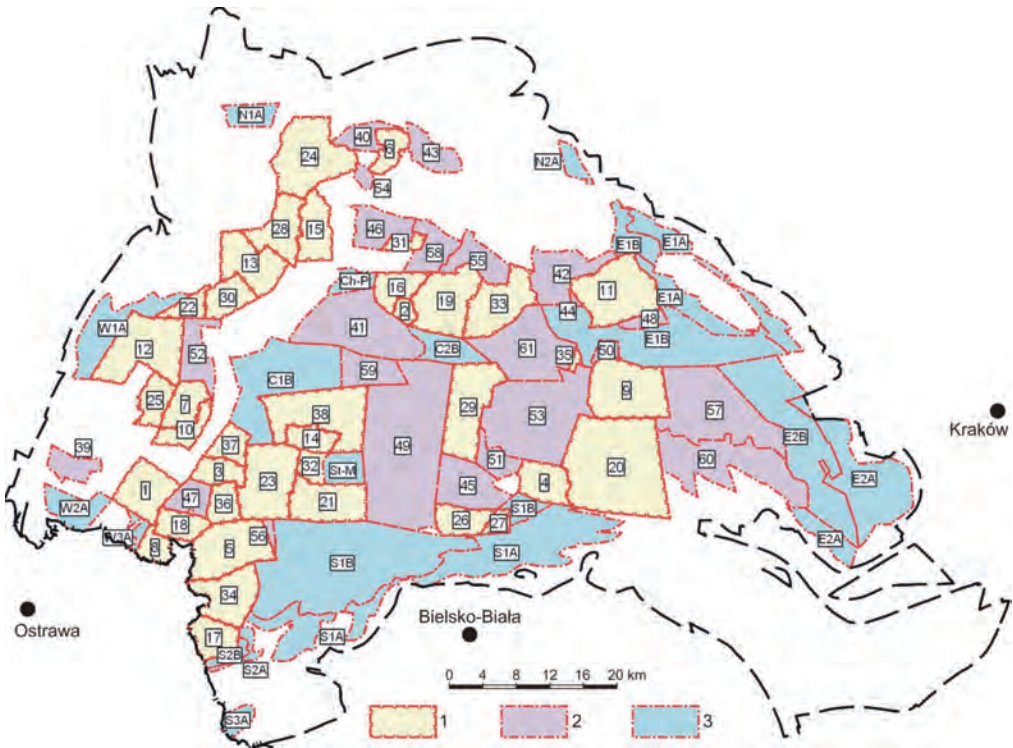


Figura 5.3.2. Obszary perspektyw zasobowych złóż węgla kamiennego w Górnśląskim Zagłębiu Węglowym

1 – obszary o zasobach prognostycznych, 2 – obszary o zasobach perspektywicznych poniżej złóż dokumentowanych do 1000 m, 3 – obszary o zasobach perspektywicznych poza obszarami złóż (numeracja obszarów odpowiada numeracji w tab. 5.3.2 i 5.3.3)

Dla zasobów perspektywicznych przyjęto, że są to pozostałe zasoby w zagłębiu oszacowane do głębokości ok. 1250–1300 m dla pokładów węgla o grubości co najmniej 1 m, występujące na obszarach, gdzie zasoby węgla nie były do tej pory dokumentowane ze względu na słaby stan rozpoznania, niewielką węglozasobność lub przyjmowaną według kryteriów bilansowości maksymalną głębokość dokumentowania 1000 m (fig. 5.3.2). Są to więc zasoby poza istniejącymi złożami lub też poniżej istniejących złóż, o ile te złoża były dokumentowane tylko do głębokości 1000 m. Część zasobów z tej grupy (głównie poniżej istniejących złóż) znajduje się w obszarach, które ze względu na stosunkowo dobry stan rozpoznania mogłyby zostać udokumentowane w kategorii C₂ lub D (ale nie były dokumentowane, a w związku z tym nie cechują się taką precyzją obliczeń jak zasoby prognostyczne). Pozostałe zasoby z tej grupy, wielkościami dominujące, są położone w słabo rozpoznanych regionach zagłębia, także w tych, które ze względu na niewielką węglozasobność praktycznie nie mają znaczenia dla potencjalnej eksploatacji, aczkolwiek występują w nich pokłady węgla spełniające obowiązujące aktualnie kryteria bilansowości. Do grupy zasobów perspektywicznych włączone zostały również zasoby w obszarach dawnych złóż skreślonych z rejestru, o ile spełniają one współczesne kryteria bilansowości.

Szczegółowe zasady wyznaczenia obszarów zasobów perspektywicznych są następujące:

- W granicach udokumentowanych złóż (w odwzorowaniu powierzchniowym):
 - zasoby poniżej złóż dokumentowanych wyłącznie do głębokości nie większej niż w aktualnie obowiązujących kryteriach bilansowości (1000 m);
 - obejmują utwory karbonu węglonośnego zalegające poniżej głębokości dokumentowania danego złoża (1000 m) do ok. 1250–1300 m (a dokładniej w interwale głębokości od –750 do –1000 m n.p.m.);
 - zasoby zostały obliczone na podstawie sumarycznej węglozasobności obejmującej wyłącznie pokłady o grubości co najmniej 1 m;
 - granice tak wyznaczonych obszarów pokrywają się dokładnie z granicami istniejących złóż (zagospodarowanych, zaniechanych i niezagospodarowanych), które *de facto* stanowią „nadkład” tych obszarów.
- Poza udokumentowanymi złożami:
 - zasoby w obszarach znajdujących się w zasięgu utworów węglonośnych (z wyłączeniem udokumentowanych złóż) o sumarycznej węglozasobności wynoszącej minimum 1 m (liczonej dla pokładów o grubości co najmniej 1 m) do rzędnej głębokości -1000 m n.p.m. (głębokość rzeczywista w granicach 1250–1300 m);
 - obszary o zasobach perspektywicznych zostały wyznaczone metodą bloków geologicznych, a za powierzchnię stropową przyjęto powierzchnię stropu karbonu;
 - obszary o zasobach perspektywicznych, położone poza granicami istniejących złóż, zostały podzielone na dwie grupy: obszary o sumarycznej węglozasobności od 1,0 do 10,0 m oraz obszary o sumarycznej węglozasobności nie mniejszej niż 10 m;
 - w tej grupie zasobów mieszczą się również zasoby w złożach niezagospodarowanych skreślonych z ewidencji.

Podstawą obliczenia zasobów prognostycznych (tab. 5.3.2) były dokumentacje geologiczne złóż węgla kamiennego, a zasobów perspektywicznych atlasy geologiczno-złożowe. Zasoby prognostyczne zostały obliczone na podstawie analizy planów pokładowych i przyjmowanych w ówczesnych dokumentacjach parcel zasobowych, a w związku z tym cechują się wysokim stopniem prawdopodobieństwa. Zasoby o charakterze perspektywicznym (tab. 5.3.3) obliczane były na podstawie przyjmowanej dla danego obszaru średniej węglozasobności i w stosunku do zasobów prognostycznych cechują się znacznie mniejszym stopniem prawdopodobieństwa.

W **Lubelskim Zagłębiu Węglowym** ocenę zasobów prognostycznych i perspektywicznych (tab. 5.3.4) przeprowadzono dla obszarów usytuowanych na zewnątrz złóż rozpoznanych w kategoriach A – C₂ (fig. 5.3.3). Obszary te rozpoznane są otworami wiertniczymi, których wyniki umożliwiają ocenę ilościową i jakościową węgla. Ze względu na stan rozpoznania geologicznego obszar LZW podzielono na trzy regiony oceny zasobów: północny, centralny i południowy.

W regionie północnym, usytuowanym na północ od uskoku Hanny, pokłady węgla spełniające kryteria bilansowości występują w utworach formacji Lublina. W regionie centralnym, zawartym pomiędzy uskokami Hanny na północy i Udału na południu, pokłady spełniające obowiązujące kryteria bilansowości występują w utworach formacji Lublina. W regionie południowym, między uskokiem Udału a granicą państwa, w okolicach Kumowa występują pokłady bilansowe w utworach formacji Lublina, a na południe od uskoku Włodzimierza Wołyńskiego wyznaczono obszary prognostyczne głównie na bazie danych geologicznych z Zagłębia Lwowsko-Wołyńskiego w utworach formacji Dębina. W tym przypadku odstąpiono od kryteriów bilansowości, bowiem grubości pokładów węgla w LZW,

Tabela 5.3.2. Zasoby prognostyczne węgla kamiennego w GZW

Lp.*	Nazwa złoża	Powierzchnia (ha)	Głębokość (m)		Zasoby (tys. ton)		
			od	do	ogółem	E	K
1	1 Maja	5610	1100	1300	23344		23344
2	Barbara Doświadczalna	647	1000	1500**	112967		112967
3	Borynia	1740	1000	1288	326042		326042
4	Brzeszcze	2622	1000	1200	29776	2979	26797
5	Bzie-Dębina	4110	1300	1500	479001		479001
6	Centrum-Szombierki	1617	1000	1130	16736		16736
7	Chwałowice	2073	1000	1250	311274	31127	280147
8	Gołkowice	1248	1040	1500	94817		94817
9	Janina	5750	1000	1100	241237	241237	
10	Jankowice	2300	1000	1500	229664	160765	68899
11	Jaworzno	6130	1000	1300	95503	95503	
12	Jejkowice	5850	1000	1500	112297	33689	78608
13	Knurów	3894	1000	1200	229698		229698
14	Krupiński	1621	1020	1500	189308		189308
15	Makoszowy	2840	1000	1200	169478		169478
16	Mikołów	2049	1000	1500**	445346		445346
17	Morcinek	2260	1100	1500	585852		585852
18	Moszczenica	3870	1240	1500	35163		35163
19	Murcki	5173	1000	1500**	887415	266225	621190
20	Oświęcim-Polanka	13300	1000	1530	63130	47348	15782
21	Pawłowice	4120	990	1500	957779		957779
22	Pilchowice	1220	1000	1200	31042		31042
23	Pniówek	5540	1000	1230	391090		391090
24	Pstrowski	6600	1025	1300	10419		10419
25	Rymer	2300	1000	1300	26658	3999	22659
26	Silesia	2136	1000	1300	128253	32063	96190
27	Silesia-Dankowice-Jawiszowice	680	1000	1300	20775	5194	15581
28	Sośnica	3240	1000	1200	42090		42090
29	Studzienice	5700	1000	1250	159765	47930	111835
30	Szczygłowice	2099	1000	1200	164744		164744
31	Śląsk	713	1000	1200	20184		20184
32	Warszowice-Pawłowice	583	1000	1250	17580		17580
33	Wesoła	4578	1000	1230	72848	21854	50994
34	Zebrzydowice	3934	1000	1500	1070825		1070825
35	Ziemowit - pole Wschód	251	1000	1100	8388	8388	
36	Zofiówka	1970	1000	1500	345360		345360
37	Żory	1930	1000	1500	218811		218811
38	Żory-Suszec	6845	1050	1250	828713	82871	745842
Razem					9 193 372	1 081 172	8 112 200

* numer liczby porządkowej jest tożsamy z numerem danego obszaru na fig. 5.3.2.

** złożo dokumentowane do głębokości 2000 m

E – węgle energetyczne; K – węgle koksowe

Tabela 5.3.3. Zasoby perspektywiczne węgla kamiennego w GZW

Lp.*	Nazwa złoża / obszaru	Powierzchnia (ha)	Średnia węglizasobność (m)	Zasoby (tys. ton)		
				Ogółem	E	K
A. Zasoby pod złożami węgla kamiennego w interwale głębokości 1000–1250 m (-750 – -1000 m n.p.m.)						
39	Anna p. Południowe	1627	3,0	65903		65903
40	Bobrek	1511	1,5	30602		30602
41	Bolesław Śmiały	8123	5,0	548330		548330
42	Brzezinka-Kanty	3904	2,0	105406	105406	
43	Bytom-Rozalia	2118	1,5	42889	30022	12867
44	Dzieckowice	149	1,5	3012	3012	
45	Ćwiklice	3986	9,0	484268	411628	72640
46	Halemba-Polska-Pokój	2662	6,0	215634		215634
47	Jastrzębie	1635	5,0	110332		110332
48	Byczyna	800	12,0	129612	129612	
49	Kobior-Pszczyna	17100	10,0	2308556	692567	1615989
50	Libiąż	544	15,0	110191	110191	
51	Międzyrzecze	1574	7,0	148754		148754
52	Paruszowiec	2642	3,0	106986	37445	69541
53	Piast	10675	8,0	1152850	864638	288212
54	Pokój	486	1,5	9836		9836
55	Staszic	2469	1,5	49990	14997	34993
56	Bzie-Dębina 1	329	14,0	62246		62246
57	Wisła Północ	9583	5,0	646828	646828	
58	Wujek	2413	6,0	195431		195431
59	Za Rowem Bełckim	2601	5,0	175545	35109	140436
60	Zator-Spytkowice	8082	5,0	545554	545554	
61	Ziemowit	6682	9,0	811853	649482	162371
Razem				8 060 608	4 276 491	3 784 117
B. Zasoby poza obszarami złóż węgla kamiennego do głębokości 1250/1300 m (-1000 m n.p.m.)						
62	Centrum 1 (C1B)	9064	20,0	2447380	1713179	734201
63	Centrum 2 (C2B)	2295	16,0	495687	396550	99137
64	Wschód 1/A (E1A)	6642	5,0	448335	448335	
65	Wschód 1/B (E1B)	13697	20,0	3668544	3668544	
66	Wschód 2/A (E2A)	10064	5,0	679327	679327	
67	Wschód 2/B (E2B)	11182	23,0	3471921	3471921	
68	Północ 1 (N1A)	1543	2,0	41665		41665
69	Północ 2 (N2A)	932	5,0	62919	62919	
70	Południe 1/A (S1A)	14593	5,0	985053	689537	295516
71	Południe 1/B (S1B)	20569	14,0	3887507	3304383	583124
72	Południe 2/A (S2A)	732	5,0	49421		49421
73	Południe 2/B (S2B)	647	13,0	113471		113471
74	Południe 3 (S3A)	984	3,0	39868		39868
75	Zachód 1 (W1A)	4445	3,0	180041		180041
76	Zachód 2 (W2A)	2443	5,0	164883		164883
77	Zachód 3 (W3A)	581	5,0	39186		39186
78	Chudów-Paniowy (Ch-P)	1168	14,0	220712	88282	132430
79	Studzionki-Mizerów (St-M)	1765	20,0	476522	357392	119130
Razem				17 472 442	14 880 369	2 592 073

* numer liczby porządkowej w pierwszej części tabeli (A) jest tożsamy z numerem danego obszaru na fig. 5.3.2

E – węgle energetyczne; K – węgle koksowe

poza nielicznymi wyjątkami, nie przekraczają 1,0 m. W kopalniach lwowsko-wołyńskich eksploatowane są pokłady o grubości od 0,6 m. Ta wartość została przyjęta jako minimalna grubość do oceny zasobów prognostycznych. Pokłady węgla z formacji Dęblina w obszarze na północ od uskoku Włodzimierza Wołyńskiego, ze względu na grubość, głębokość występowania i wysoką zawartość siarki nie mają znaczenia gospodarczego.

Za zasoby prognostyczne węgla kamiennego w LZW uznano te zasoby, które występują na wspomnianych wyżej obszarach do głębokości 1000 m. Poniżej tej głębokości, do 1250 m, wytypowano zasoby perspektywiczne rozpoznane pojedynczymi otworami wiertniczymi i poprzez ekstrapolację wyników wierceń z rozpoznanych obszarów złożowych do głębokich struktur geologicznych. Obszary zasobów prognostycznych ze względu na głębokość stropu występowania utworów karbonu rozdzielono na dwie podgrupy. Zasoby pierwszej podgrupy występują do głębokości 1000 m pod nadkładem utworów mezozoiczno-kenozoicznych o grubości do 750 m. Zasoby prognostyczne drugiej podgrupy występują do głębokości 1000 m pod nadkładem od 750 do 1000 m oraz w obszarze na południe od uskoku Włodzimierza Wołyńskiego (fig. 5.3.3). Poniżej głębokości 1250 m na obecnym etapie rozpoznania geologicznego nie ma możliwości oceny wielkości zasobów. Można jedynie przypuszczać, że w osiowych partiach synkliny Stoczek–Dorohuczka i na zachód od Lublina w zachowanych utworach formacji Lublina występują pokłady o grubości bilansowej, wykazujące często budowę złożoną z naprzemianległych warstewek węgla, łupku węglowego i ilowca.

Tabela 5.3.4. Zasoby prognostyczne i perspektywiczne węgla kamiennego w LZW

Zasoby	Węglaso- sobność (m)	Powierzchnia obszaru (km ²)			średnia węglaso- sobność (m)	Zasoby (tys. ton)			
		północny	centralny	południowy		północny	centralny	południowy	
Prognostyczne	podgrupy pierwszej	1 – 2	281,33	480,21	152,04	1,5	569 693	972 425	307 881
		2 – 5	241,68	274,38	134,84	3,5	1 141 938	1 296 446	637 119
		5 – 10	261,2	194,08	18,76	7,5	2 644 650	1 965 060	189 945
		10 – 15	0	7	0	12,5	0	118 125	0
		Razem	784,21	955,67	305,64		4 356 281	4 352 056	1 134 945
			2 045,52				9 843 282		
	podgrupy drugiej	> 0,6	0	0	845,5	1,35	0	0	1 540 924
		1 – 2	102,23	85,82	18,14	1,5	207 016	173 786	36 734
		2 – 5	12,94	71,52	2,49	3,5	61 142	337 932	11 765
		5 – 10	5,22	12,17	0	7,5	52 853	123 221	0
Razem		120,39	169,51	866,13		321 010	634 939	48 499	
		1 156,03				1 004 448			
Perspektywiczne	1 – 2	750,01	116,78	0	1,5	1 518 770	236 480	0	
	2 – 5	211,95	263,13	0	3,5	1 001 464	1 243 289	0	
	5 – 10	138,5	47,93	0	7,5	1 402 313	485 291	0	
	Razem	1 100,46	427,84	0		3 922 547	1 965 060	0	
		1 528,30				5 887 607			
Razem		2 005,06	1 553,02	1 171,77		8 599 837	6 952 055	1 183 444	
		4 729,85				16 735 336			

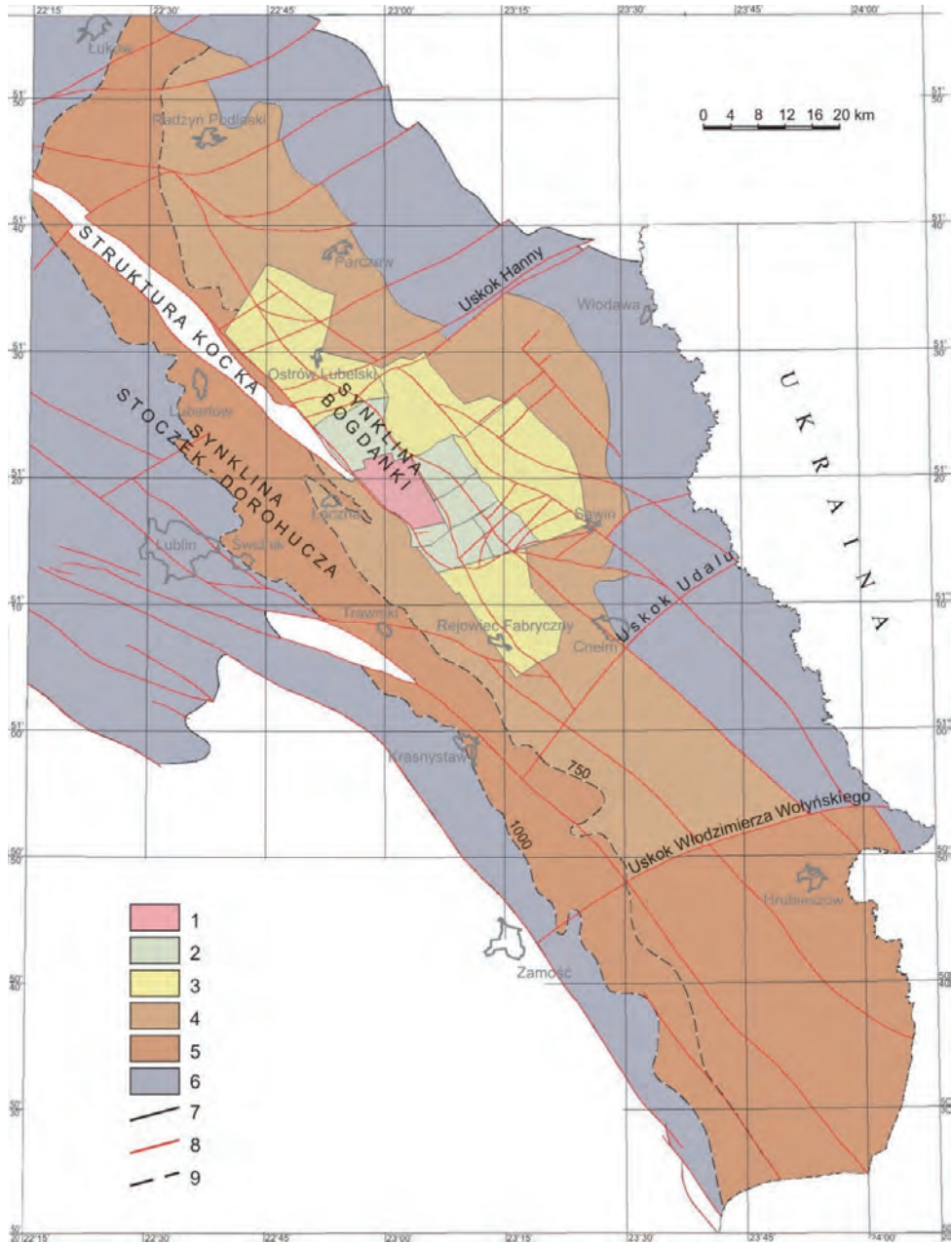


Figura 5.3.3. Obszary perspektyw zasobowych złóż węgla kamiennego w Lubelskim Zagłębiu Węglowym

1 – kategoria rozpoznania A – C₂, 2 – kategoria rozpoznania C₁, 3 – kategoria rozpoznania C₂, 4 – obszar prognostyczny I, 5 – obszar prognostyczny II, 6 – obszar występowania karbonu bez prognoz zasobowych, 7 – zasięg utworów karbonu, 8 – uskoki, 9 – izopachyta nadkładu 750 i 1000 m.

Zasoby prognostyczne węgla kamiennego są dwukrotnie mniejsze od jego zasobów udokumentowanych, natomiast perspektywiczne są od nich mniejsze o 25% (tab. 5.3.5). Największe możliwości powiększenia zasobów bilansowych istnieją w LZW, zaś duże perspektywy rozpoznania nowych złóż występują nadal w GZW,

Tabela 5.3.5. Zasoby węgla kamiennego wg stanu na 31.12.2009 r.

Zagłębie	Udokumentowane zasoby geologiczne (mln t)		Zasoby (mln t)					
	bilansowe	pozabilansowe	prognostyczne			perspektywiczne		
			I	II	razem	A	B	razem
DZW	0	369,03	0,39		0,39	232,00		232,00
GZW	34 952,62	17 006,28	9 193,37		9 193,37	8 061,61	17 472,44	25 533,05
LZW	9 276,85	6 862,75	9 843,28	1 004,45	10 847,73	5 887,61		5 887,61
Razem	44 229,47	24 238,06	20 041,69			31 652,66		

5.3.5. Rekomendacje dalszych prac

Węgiel kamienny pozostanie podstawowym nośnikiem energii w Polsce, przynajmniej w perspektywie nadchodzących 20-25 lat. Dla zrównoważenia krajowego popytu i podaży na ten surowiec konieczne będzie przedłużenie żywotności części kopalń, poprzez poszerzenie ich bazy zasobowej o pokłady zalegające poniżej głębokości dokumentowania lub w sąsiedztwie eksploatowanych złóż. Alternatywą jest budowa nowych kopalń węgla kamiennego lub otwieranie niektórych kopalń zlikwidowanych.

W związku z tym pilną potrzebą staje się opracowanie wielokryterialnej waloryzacji złóż i obszarów prognostycznych/perspektywicznych węgla kamiennego w Polsce, uwzględniającej aspekty geologiczno-zasobowe, formalne i przestrzenne oraz środowiskowe, a w dalszej kolejności również ekonomiczne. Jeżeli taka waloryzacja zostałaby przeprowadzona, to dla złóż/obszarów o najwyższej ocenie konieczne byłoby wypracowanie sposobów i działań na szczeblu krajowym, zapewniających zabezpieczenie dostępności terenów tych złóż/obszarów dla umożliwienia ich zagospodarowania w przyszłości. Dla pozostałych złóż/obszarów takie działania byłyby również wskazane (choć nie obligatoryjne).

Przyszłościową technologią uzyskiwania energii z węgla kamiennego może być podziemna gazyfikacja węgla. Pozwoliłoby to na bardziej przyjazne dla środowiska i wydajniejsze, z punktu widzenia kosztów, udostępnienie niezagospodarowanych złóż węgla, których eksploatacja metodami klasycznymi wymaga dużych inwestycji. Należy jednak pamiętać, że technologie podziemnej gazyfikacji węgla w Polsce są dopiero na etapie badań koncepcyjnych. Trudno dziś mówić, nawet w przybliżeniu, o możliwościach wdrożenia przemysłowego. Ponadto istniejące obecnie na świecie nieliczne instalacje do podziemnego zgazowania węgla bazują na stosunkowo płytko zalegających pokładach o znacznej miąższości. W przypadku polskich zagłębi węglowych należałoby raczej brać pod uwagę pokłady zalegające na znacznych głębokościach i o stosunkowo niewielkich miąższościach. Istotne znaczenie ma też budowa nadkładu

nad podziemnym generatorem (powinien być skalisty o dużej wytrzymałości mechanicznej i słabo przepuszczalny) oraz stosunki wodne w górotworze. Całość zagadnienia jest dyskusyjna. Niemniej jednak badania nad podziemnym zgazowaniem węgla należy prowadzić i dopiero na etapie pierwszych otworów testowych można będzie ocenić rzeczywiste możliwości wdrożenia tych technologii.

5.3.6. Bariery i ograniczenia

W ocenie bazy zasobowej węgla kamiennego należy uwzględnić wszelkie ograniczenia wynikające z warunków geologiczno-górnich, technicznych i ekonomicznych. Sama wielkość bazy zasobowej jest tylko jednym z czynników ograniczających potencjalne zagospodarowanie złóż węgla. Ważnym czynnikiem są możliwości finansowe potencjalnych inwestorów, bowiem udostępnienie zasobów węgla wiąże się z koniecznością budowy nowych poziomów eksploatacyjnych, szybów lub też nawet całkowicie nowych kopalń. Wymaga to dużych nakładów finansowych, przy czym są to inwestycje długoterminowe.

Postępujące zwiększanie głębokości eksploatacji węgla w kopalniach czynnych, związane z wyczerpywaniem się zasobów węgla na płytszych poziomach, powoduje, że szereg czynników wpływających na możliwości i warunki eksploatacji nabiera znaczenia zasadniczego. Jednym z nich jest temperatura górotworu. Obecnie w GZW kilka kopalń przymierza się do eksploatacji na głębokości ok. 1300 m, która wydaje się być maksymalną w najbliższej przyszłości. Temperatura na tej głębokości w południowo-zachodniej części Zagłębia Górnośląskiego wynosi od 52^o do 62^oC. W pozostałej części zagłębia waha się od 38^o do 52^oC, poza wschodnią częścią, gdzie jest trochę niższa – 36^o do 40^oC. Wyższe temperatury powodują konieczność stosowania klimatyzacji i skracania czasu pracy górników. Na większych głębokościach znacząco wzrasta ciśnienie górotworu, co wymusza inny rodzaj obudowy; ponadto wzrasta skłonność skał do tąpnięć i zwiększa się zawartość metanu. Ogólnie rzecz biorąc, warunki pracy stają się bardzo niebezpieczne, a przy tym wzrastają koszty wydobywania węgla. Wraz z głębokością wzrasta też zwykle mineralizacja wód dopływających do kopalni (choć zmniejsza się wielkość dopływu), co powoduje zwiększone obciążenie wydobywania opłatami za zrzuty wód zasolonych.

Istotnym czynnikiem ograniczającym korzystanie z pozostałych zasobów węgla kamiennego jest konieczność ochrony powierzchni ziemi. Znaczne ilości zasobów uwięzione są w filarach ochronnych. Eksploatacja w nich wymaga stosowania podsadzki hydraulicznej, co zwiększa koszty wydobywania. Z kolei eksploatacja na zawał powoduje powstawanie szkód górniczych, których koszty usunięcia ponosi kopalnia. Dodatkowymi kosztami dla kopalni są koszty składowania odpadów (skały płonnej), powstałych w procesie eksploatacji. Im cieńsze pokłady kopalnia eksploatuje, tym zwykle ilość odpadów się zwiększa.

Kolejnym problemem, którego ranga w ostatnich latach wyraźnie rośnie, są ograniczenia w zagospodarowaniu złóż z przyczyn planistyczno-społecznych (brak zgody społeczności lokalnych lub organów administracji samorządowej).

5.3.7. Wnioski

1. Ze względu na specyfikę budowy geologicznej oraz zasadnicze różnice w rozpoznaniu geologicznym i zagospodarowaniu górnictwem, głębokość oceny perspektyw zasobowych w polskich zagłębiach węglowych jest zróżnicowana i wynosi: w DZW 1600 m, GZW 1250/1300–1500 m i LZW 1250 m.
2. Dolnośląskie Zagłębie Węglowe z niewielkimi zasobami, niemal wyłącznie perspektywicznymi, występującymi do głębokości 1600 m w trudnych warunkach geologiczno-górnictwem, nie stanowi perspektyw dla rozwoju górnictwa.
3. Górnośląskie Zagłębie Węglowe z zasobami udokumentowanymi, prognostycznymi i perspektywicznymi, mimo kilkuset lat eksploatacji, jest i będzie nadal najważniejszym źródłem pozyskania węgla kamiennego.
4. Lubelskie Zagłębie Węglowe posiada zasoby prognostyczne niemal takie same jak udokumentowane bilansowe, natomiast zasoby perspektywiczne stanowią około połowę zasobów prognostycznych.
5. Udokumentowane, prognostyczne i perspektywiczne zasoby węgla w polskich zagłębiach węglowych są wystarczające na kilkadziesiąt lat dla zabezpieczenia gospodarki krajowej w energię elektryczną i ciepłą.

5.4. METAN Z POKŁADÓW WĘGLA KAMIENNEGO

5.4.1. Wstęp

Metan z pokładów węgla kamiennego (MPW) pochodzenia geochemicznego związany jest genetycznie z przeobrażoną w procesach uwęglenia substancją organiczną. W stropowych częściach formacji węglonośnych możliwe jest również występowanie metanu pochodzenia biogenicznego.

W zależności od sposobu planowanego zagospodarowania, MPW jest traktowany i dokumentowany jako kopalina towarzysząca złożom węgla kamiennego, eksploatowana równocześnie z węglem, bądź jako kopalina główna, eksploatowana siecią otworów z powierzchni. Konsekwencją różnicy w sposobie eksploatacji jest jakość pozyskiwanej kopaliny. MPW eksploatowany otworami wiertniczymi zawiera ponad 90% metanu. Można go zatem traktować jako substytut naturalnego gazu ziemnego wysokometanowego.

MPW eksploatowany metodą odmetanowania górotworu w czasie eksploatacji węgla jest pozyskiwany jako gaz kopalniany, który jest mieszaniną gazu złożowego oraz powietrza wentylacyjnego. Zawiera on przeciętnie 40–60% metanu. Gaz kopalniany można traktować jako substytut naturalnego gazu ziemnego niskometanowego.

5.4.2. Kryteria bilansowości

Aktualnie obowiązujące kryteria bilansowości złóż metanu z pokładów węgla kamiennego zawarte w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z 2001 r. zestawiono w tab. 5.4.1 i 5.4.2. W praktyce zasoby bilansowe MPW dokumentowane są w granicach wyznaczonej strefy złożowej, definiowanej występowaniem pokładów węgla o metanonośności $\geq 4,5$ m³/t czystej substancji węglowej (c.s.w.), do głębokości dokumentowania złoża węgla kamiennego w przypadku kopaliny towarzyszącej lub 1500 m p.p.t. w przypadku kopaliny głównej. Dokumentowane są zasoby bilansowe wydobywalne, to znaczy zakłada się możliwość szczypania zasobów MPW do wartości metanonośności resztkowej (kopalina towarzysząca) lub do wartości 2,5 m³/t c.s.w. (kopalina główna).

Tabela 5.4.1. Kryteria bilansowości złóż metanu z pokładów węgla – kopalina główna

Parametr	Jednostka	Wartość brzeżna
Maksymalna głębokość dokumentowania	m	1500
Minimalna metanonośność wyznaczająca kontur strefy złożowej	m ³ /t c.s.w.	4,5
Minimalna średnia metanonośność	m ³ /t c.s.w.	ponad 2,5 (większa od resztkowej)
Minimalna miąższość pokładu węgla kamiennego	m	0,6

Tabela 5.4.2. Kryteria bilansowości złóż metanu z pokładów węgla – kopalina towarzysząca

Parametr	Jednostka	Wartość brzeżna
Maksymalna głębokość dokumentowania	m	do głębokości udokumentowania kopaliny głównej
Minimalne zasoby bilansowe	mln m ³	60 (< 60)
Minimalna metanonośność wyznaczająca kontur strefy złożowej	m ³ /t c.s.w.	4,5 (> 2,5)
Minimalna średnia metanonośność	m ³ /t c.s.w.	większa od resztkowej
Minimalna miąższość pokładu węgla kamiennego	m	0,1

5.4.3. Stan rozpoznania złóż udokumentowanych

Zagłębie Górnśląskie jest jedynym zagłębiem węglowym w Polsce, w którym udokumentowano zasoby metanu w kategorii rozpoznania B i C. Zasoby te obliczono osobno dla złóż eksploatowanych (kopalina towarzysząca) oraz dla złóż zlokalizowanych poza zasięgiem eksploatacji górniczej węgla kamiennego (kopalina główna).

Bilansowe wydobywalne zasoby metanu z pokładów węgla kamiennego, udokumentowane w 27 złożach węgla kamiennego jako zasoby kopaliny towarzyszącej, wynoszą 34 630 mln m³, natomiast bilansowe wydobywalne zasoby metanu z pokładów węgla udokumentowane w 7 złożach węgla kamiennego jako zasoby kopaliny głównej wynoszą 26 519 mln m³ (tab. 5.4.3).

Tabela 5.4.3. Zasoby wydobywalne metanu z pokładów węgla wg stanu na 31.12.2009 r.

Zagłębie	Udokumentowane (mln m ³)		Prognostyczne (mln m ³)		Perspektywiczne (mln m ³)
	kopalina główna	kopalina towarzysząca	kopalina główna	kopalina towarzysząca	kopalina główna
DZW	–	–	1 753	–	–
GZW	26 519	34 630	52 480	1 686	52 790
LZW	–	–	15 194	–	–
Razem	26 519	34 630	69 327	1 686	52 790

5.4.4. Obszary oraz zasoby prognostyczne i perspektywiczne

Podstawą oceny zasobów metanu z pokładów węgla jest wyznaczenie stropu strefy złożowej, to znaczy strefy, w której występują pokłady węgla o metanonośności większej od 4,5 m³/t c.s.w. Stosunkowo słabe rozpoznanie metanonośności pokładów węgla jest przyczyną, że

ocena zasobów MPW na całych obszarach zagłębi węglowych nie jest możliwa. W granicach poszczególnych zagłębi węglowych wydzielono obszary z podziałem na:

- obszary szacowania zasobów prognostycznych i perspektywicznych – stosunkowo dobrze rozpoznane pod kątem zalegania stropu strefy złożowej, zawartości węglodorów i węglozasobności profilu karbonu,
- obszary hipotetyczne występowania kopaliny – słabo rozpoznane, przy braku dostatecznych danych do ilościowej oceny zasobów MPW,
- obszary nierozpoznane,
- obszary nieperspektywiczne pod kątem zasobów MPW.

Do oceny zasobów prognostycznych i perspektywicznych zastosowano aktualnie obowiązujące w Polsce kryteria bilansowości (tab. 5.4.1 i 5.4.2). Określono zasoby bilansowe wydobywalne metanu z pokładów węgla jako zasoby kopaliny głównej, jak również jako zasoby kopaliny towarzyszącej (tab. 5.4.3). Obszary występowania MPW przedstawiono na fig. 5.4.1– 5.4.3.

W prezentowanym *Bilansie* zasoby prognostyczne i perspektywiczne MPW, w odróżnieniu od *Weryfikacji bazy zasobowej metanu z pokładów węgla jako kopaliny głównej na obszarze GZW* wykonanej w 2006 roku, odniesiono do aktualnego stanu udokumentowania zasobów MPW.

Na podstawie analizy metodyki i poprawności dokumentowania (obliczania) zasobów MPW z przestrzeni szacowania zasobów perspektywicznych i prognostycznych MPW wyłączono:

- obszary szacowania zasobów MPW w czynnych złożach węgla kamiennego z udokumentowanymi zasobami MPW jako kopaliny towarzyszącej (do głębokości dokumentowania),
- zasoby MPW w poprawnie udokumentowanych złożach MPW jako kopaliny głównej (złoża Halemba II, Kaczyce I, Łędziny, Murcki (głębokie), Silesia Głęboka, Zebrzydowice i Żory).

Równocześnie pominięto obszary nowych, udokumentowanych po 2005 roku, złóż węgla kamiennego (np. złoża Dębieńsko 1, Bzie–Dębina 2 Zachód), w których obliczono zasoby MPW jako kopaliny towarzyszącej.

Powstała różnica w szacowanych zasobach prognostycznych i perspektywicznych jest wynikiem zmniejszenia obszaru szacowania zasobów MPW o obszary w/w złóż MPW jako kopaliny głównej oraz nowo udokumentowane zasoby MPW jako kopaliny towarzyszącej – zasoby tych złóż wykazano jako zasoby udokumentowane.

Prognostyczne i perspektywiczne bilansowe wydobywalne zasoby metanu z pokładów węgla w polskich zagłębiach węglowych (tab. 5.4.3) wynoszą prawie 124 mld m³, a łącznie z zasobami udokumentowanymi – ponad 180 mld m³ i ich ilość jest zbliżona do wydobywalnych zasobów bilansowych gazu konwencjonalnego w Polsce.

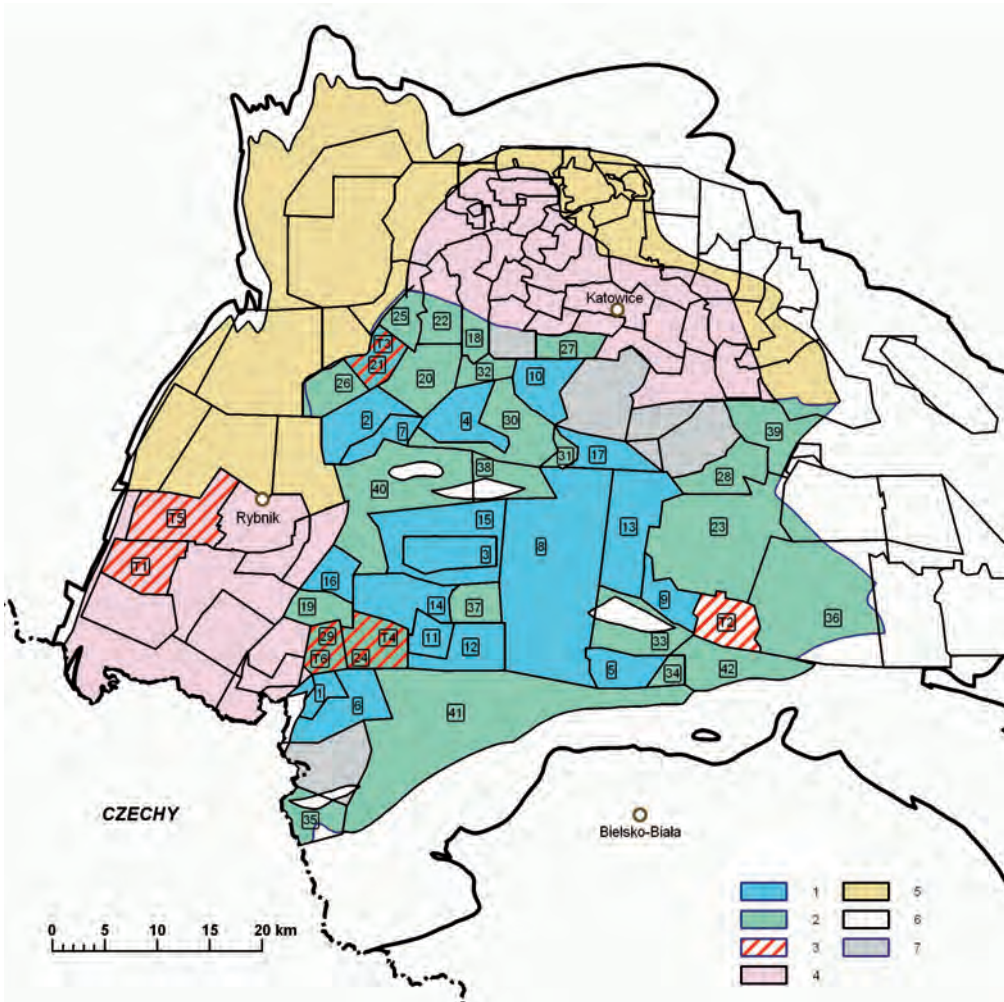


Figura 5.4.1. Obszary perspektyw zasobowych metanu z pokładów węgla w GZW

1 – obszary o zasobach prognostycznych – kopalina główna, 2 – obszary o zasobach perspektywicznych – kopalina główna, 3 – obszary o zasobach prognostycznych – kopalina towarzysząca, 4 – obszary hipotetyczne występowania kopaliny – brak możliwości szacowania zasobów MPW, 5 – obszary nierozpoznane, 6 – obszary pozbawione perspektyw dla metanu z pokładów węgla, 7 – obszary z udokumentowanymi zasobami MPW do głębokości 1500 m.

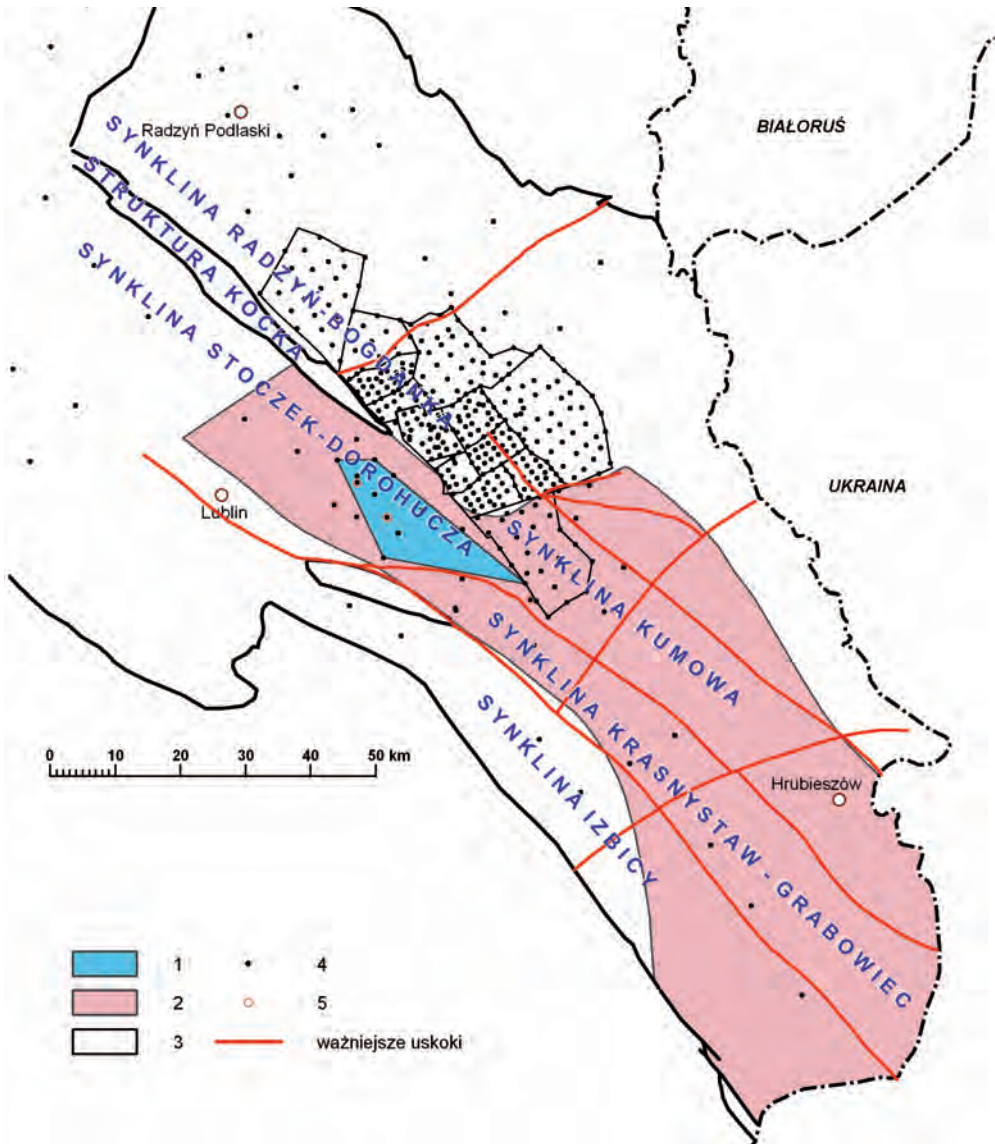


Figura 5.4.2. Obszary perspektyw zasobowych metanu z pokładów węgla w LZW

1 – obszary o zasobach prognostycznych – kopalina główna, 2 – obszary hipotetycznego występowania kopaliny – brak możliwości szacowania zasobów MPW, 3 – obszary pozbawione perspektyw dla metanu z pokładów węgla, 4 – otwory wiertnicze z pomiarami metanonośności wykonanymi metodą KPG, 5 – otwory wiertnicze z pomiarami metanonośności wykonanymi metodą USBM, 6 – ważniejsze uskoki



Figura 5.4.3. Obszary perspektyw zasobowych metanu z pokładów węgla w DZW

1 – obszary o zasobach prognostycznych – kopalina główna, 2 – obszary hipotetyczne występowania kopaliny – brak możliwości szacowania zasobów MPW, 3 – obszary nierozpoznane, 4 – obszary pozbawione perspektyw dla metanu z pokładów węgla, 5 – obszary złóż węgla kamiennego, kopalń zlikwidowanych, 6 – izolinia -1000 m n.p.m. stropu karbonu, 7 – otwory wiertnicze z pomiarami metanonośności pokładów węgla, 8 – otwory wiertnicze z pomiarami metanonośności pokładów węgla, w których stwierdzono warstwy węgla o metanonośności $> 4,5 \text{ m}^3/\text{t c.s.w.}$, 9 – zasięg utworów węglonośnych

5.4.5. Rekomendacje dalszych prac

Istotnym czynnikiem stymulującym rozwój pozyskiwania i wykorzystania metanu mogą być zmiany w znowelizowanym Prawie energetycznym. Przewiduje się wsparcie dla energii elektrycznej wytwarzanej w wysokosprawnej kogeneracji, m.in. ze źródeł spalających metan uwalniany (wentylacja) i metan ujmowany (odmetanowanie) w trakcie dołowych robót górniczych w czynnych, likwidowanych i zlikwidowanych kopalniach węgla kamiennego.

W perspektywie krótkoterminowej proponowane zmiany w prawie powinny doprowadzić do znacznego zwiększenia stopnia wykorzystania ujętego gazu, natomiast w perspektywie długofalowej do wzrostu efektywności odmetanowania górotworu oraz rozwoju technologii odzyskiwania i wykorzystania metanu z zużytego powietrza wentylacyjnego.

Również w odniesieniu do metanu, jako kopaliny głównej, konieczne jest stworzenie regulacji prawnych stymulujących rozwój technologii pozyskiwania tej kopaliny. Przyszłość eksploatacji MPW jako kopaliny głównej ze złóż słabo przepuszczalnych, z jakimi mamy do czynienia w polskich zagłębiach węgla kamiennego, należy wiązać z rozwojem technologii otworów kierunkowych, poziomych, wierconych w pokładach węgla. Stosowanie technologii eksploatacji metanu za pomocą otworów poziomych stwarza dodatkowe możliwości wykorzystania

tych otworów. Interesujące wydaje się być połączenie technologii odmetanowania z zastosowaniem otworów poziomych ze zgazowaniem węgla i sekwestracją dwutlenku węgla. Technologia ta, zaliczana do technologii *Clean Coal*, wydaje się być optymalnym rozwiązaniem pozwalającym na pozyskiwanie czystej energii z głęboko zalegających złóż węgla. Wdrożenie tej technologii wymaga prac studialnych odnośnie wpływu różnych czynników geologicznych na opłacalność tego typu inwestycji w warunkach polskich zagłębi węglowych.

Praktycznie cały perspektywiczny dla metanu z pokładów węgla obszar GZW i LZW jest objęty koncesjami na poszukiwanie i rozpoznawanie złóż tej kopaliny. Na obszarze DZW poszukiwanie złóż MPW powinno być prowadzone w zachodniej, nierozpoznanej części zagłębia. Duże ryzyko prowadzenia prac poszukiwawczych powoduje, że nowe badania związane z wierceniem nowych otworów powinny być prowadzone dopiero po osiągnięciu pozytywnych wyników wydobywania metanu na obszarze GZW.

Uporządkowania i weryfikacji wymaga stan udokumentowania zasobów metanu pokładów węgla na obszarze GZW. Dotyczy to w głównej mierze zasobów metanu z pokładów węgla jako kopaliny głównej. Równocześnie konieczne jest opracowanie jednolitej metodyki corocznego rozliczania zasobów metanu w kopalniach czynnych (operat ewidencyjny zasobów) oraz powiązania tego dokumentu ze sprawozdaniami z emisji gazów cieplarnianych zgodnie z zaleceniami ICCP.

5.4.6. Bariery i ograniczenia

W odniesieniu do metanu z pokładów węgla jako kopaliny głównej barierą rozwoju eksploatacji MPW są małe wydajności otworów, a co za tym idzie nieopłacalność eksploatacji. W latach 1991–1998 na obszarze GZW, w mniejszym zakresie również na obszarach DZW i LZW, prowadzono prace nad pozyskiwaniem MPW jako kopaliny głównej. Pomimo że prowadziły je firmy posiadające duże doświadczenie z zakresu eksploatacji metanu, żadna z prób nie zakończyła się powodzeniem.

Metan z pokładów węgla, z uwagi na sposób jego występowania (w postaci sorbowanej), jak również niską przepuszczalność skał zbiornikowych (węgiel kamienny), należy zaliczyć do kopaliny niekonwencjonalnych, wymagających stosowania specjalnych metod eksploatacji. Odmienne warunki występowania i wyrafinowane technologie eksploatacji wymagają innego niż w odniesieniu do gazu konwencjonalnego podejścia do opłacalności inwestycji związanych z pozyskaniem MPW.

5.4.7. Wnioski

1. Największe prognostyczne i perspektywiczne zasoby metanu z pokładów węgla występują na obszarze Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. Zasoby te wynoszą około 106 mld m³ i stanowią około 84% prognostycznych i perspektywicznych zasobów MPW polskich zagłębi węglowych.
2. Praktycznie cały perspektywiczny dla metanu z pokładów węgla obszar GZW i LZW jest objęty koncesjami na poszukiwanie i rozpoznawanie złóż tej kopaliny. Tak więc ciężar prowadzenia nowych badań MPW w tych zagłębiach przejęły na siebie firmy posiadające koncesje.

3. Metan z pokładów węgla, z uwagi na sposób jego występowania (w postaci sorbowanej), jak również niską przepuszczalność skał zbiornikowych (węgiel kamienny), należy zaliczyć do kopaliny niekonwencjonalnych, wymagających stosowania specjalnych metod eksploatacji.
4. Przyszłość eksploatacji metanu z pokładów węgla jako kopaliny głównej ze złóż słabo przepuszczalnych, z jakimi mamy do czynienia w przypadku polskich zagłębi węgla kamiennego, należy wiązać z rozwojem technologii otworów kierunkowych, poziomych (wierconych w pokładach węgla).
5. Stosowanie technologii eksploatacji metanu za pomocą otworów poziomych stwarza dodatkowe możliwości wszechstronnego wykorzystania tych otworów. Interesujące wydaje się być połączenie technologii odmetanowania ze zgazowaniem węgla i sekwestracją dwutlenku węgla.

5.5. URAN

5.5.1. Wstęp

Złóża uranu od początku lat dziewięćdziesiątych XX wieku są przede wszystkim źródłem surowca energetycznego. Zgromadzone, głównie w byłym ZSSR, olbrzymie ilości wzbogaconego uranu, tzw. HEU (*High Enriched Uranium*), przeznaczone do celów wojskowych wykorzystywane są od 1992 roku jako paliwo w elektrowniach jądrowych, istotnie wpływając na rynek uranowy. W efekcie z początkiem lat 90. ubiegłego wieku ceny uranu spadły nawet do 17 USD/kg, co przełożyło się na zaniechanie realizacji projektów poszukiwawczych i eksploatacji nowych złóż. Od 2003 roku ceny uranu zaczęły systematycznie rosnąć, dochodząc do 120 USD/kg. Kryzys ekonomiczny spowodował w końcu roku 2008 korektę cen do około 80 USD/kg. Kryterium kosztów pozyskania 1kg uranu jest podstawą wydzielenia trzech kategorii złóż: <40 USD/kg U, <80 USD/kg U i <130 USD/kg U. Koszty te obejmują nie tylko bezpośrednie koszty inwestycji, eksploatacji i przeróbki, ale także koszty środowiskowe, zagospodarowania odpadów, transportu i obsługi finansowej. Złóża, z których koszt pozyskania 1 kg uranu przekracza 130 USD, nie są obecnie uwzględniane w bilansach zasobowych.

5.5.2. Kryteria bilansowości

Wobec braku wyceny kosztów pozyskania uranu ze znanych wystąpień krajowych, przy ocenie zasobów perspektywicznych wzięto pod uwagę przede wszystkim kryteria geologiczne podane w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dn. 23 października 2008 zmieniające rozporządzenie w sprawie kryteriów bilansowości złóż kopalin (Dz.U. Nr 196, poz.1220). Obowiązujące geologiczne kryteria bilansowości zostały określone dla kosztów 80 USD/t U i pozabilansowości 120 USD/t U (tab. 5.5.1). Kryteria te zostały opracowane głównie ze względu na zainteresowanie poszukiwaniami uranu w Polsce przez zagraniczne podmioty gospodarcze oraz planowany rozwój energetyki jądrowej w naszym kraju.

Z uwagi na dość ogólny charakter tych kryteriów, przy ocenie wystąpień uranu zbadanych w drugiej połowie XX wieku brano jeszcze pod uwagę obliczone wówczas zasoby, zmienność geologiczną złóż oraz typ okruszczenia w kontekście dostępności technologii przetwarzania rudy. Przyjęto, że minimalne zasoby w obrębie jednego złoża lub rejonu rudnego powinny wynosić co najmniej 2 000 ton uranu.

Tabela 5.5.1. Kryteria bilansowości dla uranu

Parametr	Jednostka	Wartość brzeżna
Maksymalna głębokość dokumentowania	m	1000
Minimalna zawartość U ₃ O ₈ w próbce konturującej złożo	%	0,03
Minimalna średnia zawartość U ₃ O ₈ w profilu złoża	%	0,03
Minimalna zasobność złoża U ₃ O ₈	kg/m ²	1,20

5.5.3. Stan rozpoznania złóż udokumentowanych

Obecnie nie ma w Polsce złóż rud uranu spełniających obowiązujące kryteria. Udokumentowane wcześniej, w innej sytuacji politycznej i ekonomicznej, złoża nie mogą być rozważane jako baza zasobowa dla rozwoju energetyki jądrowej.

5.5.4. Obszary oraz zasoby perspektywiczne i hipotetyczne

Badania geologiczne prowadzone w Sudetach do końca lat 80. ubiegłego wieku doprowadziły do rozpoznania uranowości praktycznie wszystkich jednostek litologiczno-strukturalnych tego obszaru. W północno-zachodniej części depresji śródsudeckiej, w **rejonie Grzmiącej k. Głuszycy**, udokumentowano około 792 t uranu w rudzie o średniej zawartości 0,045% U. Mineralizacja związana jest z ładowymi zlepieńcami i piaskowcami górnego karbonu, reprezentując piaskowcowy typ złóż uranu, znany z licznych, niewielkich zasobowo złóż w utworach permokarbonu Europy. Dalsze prace nie potwierdziły możliwości zwiększenia zasobów do głębokości 1000 m w rejonie Grzmiącej.

W **rejonie Okrzeszyna** w depresji śródsudeckiej w latach pięćdziesiątych udokumentowano złożo uranu w pokładach węgla, tzw. warstwach radwanickich, reprezentujących najwyższy karbon i dolny perm. Zasoby określono na 970 t uranu, przy średniej zawartości 0,1%. Okruszcowanie występuje w kilku pokładach węgla, łupkach węglistych lub otaczających piaskowcach i zlepieńcach.

W południowo-zachodniej części depresji śródsudeckiej, w **rejonie Radkowa i Wambierzyc**, w tzw. łupkach walchiowych czerwonego spągowca występuje uboga mineralizacja uranowa, o zawartości uranu rzędu 0,01–0,03%. W latach 50. ubiegłego wieku Zakłady Przemysłowe R-1 w Kowarach wykonały na niewielkim obszarze ich występowania dokumentację geologiczną, w której zasoby obliczono na 217,5 t uranu. Prace przeprowadzone przez PIG potwierdziły wyniki tych badań. Zasoby uranu na całym obszarze występowania formacji łupków walchiowych można szacować na 2000 ton. Okruszcowanie to nie spełnia kryteriów bilansowości obowiązujących dla złóż uranu. Z uwagi na niewielkie zasoby, niskie zawartości uranu, znaczne rozczłonkowanie okruszcowania, które występuje w 10–12 poziomach, silne związanie uranu z substancją organiczną, co znacząco utrudnia odzysk metalu.

Formacje magmowe i metamorficzne Sudetów, przebadane niezwykle dokładnie, nie roszą perspektyw odkrycia nowych zasobów uranu.

Na obszarze Niżu Polskiego w 1967 roku, w **rejonie Rajska**, w powiecie Bielsk Podlaski, odkryto koncentracje uranu w dolnoordowickich łupkach dictyonemowych. Do roku 1975 wykonano 62 otwory wiertnicze, badania sejsmiczne oraz głęboki otwór pełnordzeniowy do podłoża krystalicznego. W rejonie Rajska wykonano dokumentację geologiczną (30 otworów wiertniczych) w kat. C₂, w wyniku której udokumentowano zasoby ok. 1400 t U o średniej zawartości w rudzie 250 g/t U oraz 3800 t U o średniej zawartości 75 g/t. Wówczas to wystąpienie uranu zostało uznane za złożo pozabilansowe. Mineralizacja uranowa związana jest wyłącznie z warstwą ciemnych łupków dictyonemowych, których miąższość waha się od kilku cm do 4 m. Miąższość średnia wynosi około 2,7 m. Oprócz uranu w łupkach stwierdzono obecność wanadu, rzędu 1100–2000 g/t, i molibdenu w ilości od kilku do 500 g/t. Głębokość zalegania łupków

wynosi od 400 m w części północno-wschodniej obniżenia podlaskiego do ponad 1200 m w rejonie jego zachodniej i południowej części. To okruszcowanie nie spełnia obowiązujących kryteriów bilansowości. Biorąc pod uwagę niskie zawartości uranu w skałach tej formacji, niewielką miąższość serii mineralizowanej, położenie na dość znacznej głębokości, zasoby uranu w łupkach dictyonemowych nie będą stanowiły przedmiotu zainteresowania gospodarczego w dającej się przewidzieć przyszłości. Dodatkowym elementem ograniczającym wykorzystanie uranu zgromadzonego w tych skałach są trudności wynikające z braku efektywnej technologii odzysku uranu, który występuje przede wszystkim w postaci związków metaloorganicznych lub jest związany z minerałami ilastymi.

W środkowej części **syneklizy perybałtyckiej**, pomiędzy Piaskami na Mierzei Wiślanej, Fromborkiem i Pasłękiem, w latach 1975–1983 wykonano 23 badawcze otwory wiertnicze, w których w osadach triasu dolnego i środkowego stwierdzono trzy poziomy z mineralizacją uranową. Najwyższe koncentracje uranu, spełniające kryteria bilansowości, występują w tzw. II poziomie uranonośnym, w kontynentalnych seriach piaszczysto-zlepieńcowych formacji elbląskiej górnego pstręgo piaszkowca. W najbogatszym otworze – Ptazkowo IG 1, zlokalizowanym na Mierzei Wiślanej, zawartość maksymalna uranu sięga 1,54%, a średnia dla miąższości około 3,4 m – 0,34%, przy głębokości zalegania 800 m. Uranowi towarzyszy podwyższona zawartość V, Mo, Pb i Se. Mineralizacja stanowi typowy przykład piaszkowcowego typu złóż, które stanowią około 20% światowych zasobów przemysłowych złóż uranu. Wiercenia wykonane na Mierzei Wiślanej (13 otworów) pokazały, że zdefiniowanie przebiegu i rozmiarów odkrytych tam dwóch ciał rudnych – Ptazkowo i Krynica Morska – będzie wymagało, jak wykazują doświadczenia krajów eksploatujących złoża piaszkowcowe, zastosowania bardzo gęstej siatki wierceń.

Na południe od Zalewu Wiślanego II poziom uranonośny stwierdzono w kilku otworach w rejonie Fromborka, Młynar i Pasłęka. Koncentracje uranu są tu zdecydowanie niższe, niemniej mieszczą się w granicach kryteriów bilansowości. Głębokość zalegania ciał rudnych jest rzędu 950–980 m w rejonie Fromborka, 1000–1020 m – Młynar i 1170 m – Pasłęka. Obszar występowania II poziomu tworzy pas uranonośny o przebiegu zbliżonym do N–S na przestrzeni około 45 km, a biorąc pod uwagę położony około 30 km na SW od Pasłęka otwór wiertniczy Prabuty IG 1 (głęb. II poziomu ok. 1600 m) rozciągłość strefy sięga 75 km. Szacowana szerokość pasa uranonośnego wynosi około 10 km na Mierzei Wiślanej, zwiększając się do około 40 km na wysokości równoleżnika Pasłek–Malbork.

Na podstawie wyników prac poszukiwawczych w obszarze syneklizy perybałtyckiej można sądzić, że nagromadzenia uranu o znaczeniu przemysłowym mogą występować jedynie w piaszkowcach II poziomu uranonośnego. Wykonane badania nie pozwoliły na obliczenie zasobów uranu na tym obszarze. W strefie Piaski (Mierzeja Wiślana) – Pasłek odkryto dotychczas pięć ciał rudnych, porównywalnych ze złożami piaszkowcowymi, prawdopodobnie podtypu tabularnego. Zasoby uranu dla poszczególnych ciał rudnych mogą wahać się znacząco w zależności od zawartości U i rozmiarów ciała rudnego. Porównując stwierdzone wystąpienia mineralizacji uranowej na obszarze syneklizy perybałtyckiej do podobnych genetycznie złóż na świecie można szacować, że zasoby uranu dla całej strefy wynoszą około 20 000 t U. Biorąc pod uwagę stopień rozpoznania, zasoby te należy uznać za hipotetyczne.

5.5.5. Rekomendacje dalszych prac

Dobre rozpoznanie geologiczne Polski, które w odniesieniu do uranu było wykonane poprzez interpretację karotaży geofizycznych wszystkich głębokich wierceń, pozwala stwierdzić, że prawdopodobieństwo znalezienia złóż uranu w innych obszarach i strukturach geologicznych jest minimalne. W rejonie syneklizy perybałtyckiej (Mierzeja Wiśłana i obszar położony na południe od Zalewu Wiślanego) wskazane jest wykonanie szczegółowych badań sejsmicznych, których celem będzie zbadanie możliwości okonturowania uranowych ciał rudnych metodami geofizycznymi z powierzchni terenu. W przypadku uzyskania pozytywnych rezultatów będzie to podstawą do prowadzenia dalszych prac, w tym dla pilotażowego wydobycia uranu metodą podziemnego ługowania.

5.5.6. Bariery i ograniczenia

Jedyną formacją uranonośną, z którą można wiązać nadzieje na występowanie złóż mogących być potencjalnie obiektem eksploatacji, są piaskowcowe utwory triasu środkowego syneklizy perybałtyckiej. Bardzo istotną wadą tego okruszczenia jest znaczna głębokość zalegania, wahająca się od około 700 m w rejonie Krynicy Morskiej, poprzez 950–980 m w okolicach Fromborka do prawie 1200 m w Pasłęku. Ponadto złoża typu piaskowcowego cechuje bardzo duża zmienność okruszczenia w pionie i poziomie, co utrudnia rozpoznanie ciał rudnych. Rozpoznanie tego typu złóż wymaga zastosowania bardzo gęstej siatki wierceń, nawet rzędu 50x50 m. Z uwagi na wąski pasek ładu, który stanowi Mierzeja w rejonie Krynica Morska–Piaski, ochronę wód Zalewu Wiślanego i Bałtyku, obecność obszarów Natura 2000 wykonanie tak licznych wierceń jest niemożliwe lub co najmniej bardzo utrudnione. Istotnym ograniczeniem dla zastosowania eksploatacji metodą podziemnego ługowania może być brak w stropie i spągu strefy mineralizowanej uranem ciągłych horyzontów uszczelniających, ograniczających rozproszenie roztworów ługujących w przepuszczalnych utworach piaskowcowych.

5.5.7. Wnioski

1. Badania występowania mineralizacji uranowej w Polsce pozwoliły na dość szczegółowe rozpoznanie możliwości występowania złóż tego metalu w formacjach geologicznych na terenie kraju. Obszar Sudetów wydaje się mieć w chwili obecnej jedynie znaczenie historyczne. Koncentracje uranu znajdujące się w utworach górnego karbonu i dolnego permu (rejon Grzmiącej, łupki walchiowe okolic Wambierzyc, węgle radwanickie okolic Okrzeżyna) z uwagi na niskie zawartości uranu, niewielkie zasoby, często obserwowany silny związek uranu z substancją organiczną należy rozpatrywać jedynie w kategorii obszarów o anomalnych zawartościach uranu.
2. Formacja łupków dictyonemowych obniżenia podlaskiego zawiera koncentracje uranu o niskich zawartościach, które w obecnych uwarunkowaniach ekonomicznych nie mogą być rozpatrywane jako potencjalne źródło uranu.
3. Najbardziej perspektywiczną formacją litologiczno-strukturalną w Polsce, są utwory triasu środkowego syneklizy perybałtyckiej, zwłaszcza w rejonie Mierzei Wiślanej i Zalewu

Wiślanego. Szacowane zasoby występujących tam ciał rudnych mogą sięgać 20 000 ton uranu. Z uwagi na znaczną głębokość występowania, dużą zmienność okruszcowania, słabe rozpoznanie geologiczne ciał rudnych obszary te można uznać za hipotetyczne dla występowania złóż rud uranu. Dodatkowym czynnikiem utrudniającym ewentualną eksploatację jest wysoka przyrodnicza wartość terenu.

4. Dobre rozpoznanie geologiczne Polski i możliwość oceny występowania koncentracji uranu na podstawie analizy karotaży geofizycznych wykonanych wierceń badawczych i dokumentacyjnych pozwala na stwierdzenie, że prawdopodobieństwo znalezienia złóż uranu na innych obszarach kraju jest minimalne.

6. RUDY METALI

6.1. RUDY MIEDZI I SREBRA

6.1.1. Wstęp

W poprzednich opracowaniach zasobów perspektywicznych za perspektywiczne uznawano formacje rudonośne w następujących obszarach: cechsztyńską w SW Polsce i Górach Świętokrzyskich, permsko-karbońską niecki śródsudeckiej, dewońską Gór Świętokrzyskich, magmową i osadową północno-wschodniego obrzeżenia GZW oraz złoża i wystąpienia polimetaliczne w Sudetach, Górach Świętokrzyskich i Karpatach. Rudy srebra w Polsce nie tworzą samodzielnych złóż, dlatego najczęściej były pomijane przy ocenie perspektyw. Srebro pozyskiwane jest podczas przetwarzania metalurgicznego koncentratów z dolnośląskich złóż rud Cu-Ag i śląsko-krakowskich złóż rud Zn-Pb.

Obecnie baza zasobowa polskiego przemysłu miedziowego związana jest ze stratoidalnymi złożami rud Cu-Ag monokliny przedsudeckiej i niecki północnosudeckiej, występującymi w utworach kontaktu cechsztynu i czerwonego spągowca, tworzącymi cechsztyńską formację miedzionośną. Wraz z miedzią i srebrem lokalnie występują w znaczących ilościach Pb, Zn, Co, Ni, Se, a także pierwiastki szkodliwe dla procesu produkcji i środowiska naturalnego, jak As, Hg, Tl, F, Cd etc.

Na koniec 2009 r. stan zasobów bilansowych wynosił 1 781,91 mln t rudy o średniej zawartości 2% Cu i 56 ppm Ag oraz miąższości 3,2 m, zawierającej 35,17 mln t Cu i 102,87 tys. t Ag. W złożach zagospodarowanych na monoklinie przedsudeckiej zasoby bilansowe wynosiły 1 470,26 mln t rudy, 29,79 mln t Cu i 83,89 tys. t Ag, natomiast w złożach niezagospodarowanych 212,50 mln t rudy, 3,99 mln t Cu i 13,81 tys. t Ag. W niecce północnosudeckiej zasoby bilansowe wynoszą 99,15 mln t rudy, 1,38 mln t Cu i 5,15 tys. t Ag.

Stan zasobów przemysłowych (1 193,84 mln t rudy, 24,98 mln t Cu, 70,30 tys. t Ag) stwarza możliwości wydobywania na poziomie 20–30 mln t rudy przez około 20–40 lat. Stopniowe wyczerpywanie się bazy zasobowej na obszarze koncesyjnym spowodowało, że udokumentowano nowe złoża i rozpoczęto produkcję górnictwem na rezerwowym obszarze Radwanice Wschód (od 1994 r.), a od 2004 r. w rejonie złoża Głogów Głęboki Przemysłowy (z koncesją do 2054 r.).

Przy obecnym stanie wiedzy i uwarunkowaniach ekonomicznych – zasoby prognostyczne i perspektywiczne rud miedzi i (lub) srebra można określić jedynie w odniesieniu do złóż: (1) stratoidalnych Cu-Ag monokliny przedsudeckiej, niecki północnosudeckiej i perykliny Żar; (2) stratoidalnych Zn-Pb obszaru śląsko-krakowskiego; (3) porfirowych Mo-Cu-W i skarnowo-metasomatycznych Cu(-Mo-Zn-Pb-Fe-Te) strefy kontaktowej bloku górnośląskiego i małopolskiego oraz (4) hydrotermalnych żyłowych i stratoidalnych rud Cu(-Pb-Zn-Ag) w dewonie Gór Świętokrzyskich.

6.1.2. Stratoidalne złoża rud Cu-Ag

Rozpoznanie geologiczne cechsztyńskiej serii miedzionośnej w Polsce prowadzone było przez Państwowy Instytut Geologiczny od 1957 roku, gdy w wyniku realizacji projektu poszukiwań rud miedzi, autorstwa Jana Wyżykowskiego, odkryto złożo Lubin-Sieroszowice. W następnych latach udokumentowano kolejne obszary złożowe w jego obrębie. Prowadzone równoległe prace badawcze umożliwiły wstępne sformułowanie regionalnych prawidłowości rozkładu mineralizacji na obszarze Dolnego Śląska i pozostałej części Polski. Najważniejszą prawidłowością jest występowanie bogatej mineralizacji miedziowo-srebrowej w najbliższym otoczeniu utworów utlenionych Rote Fäule (fig. 6.1.1). Systematyczne śledzenie przebiegu lateralnego kontaktu utworów utlenionych z redukcijnymi stanowi podstawę stosowanej strategii poszukiwawczej cechsztyńskich złóż rud Cu-Ag.

Stratoidalne złoża rud Cu-Ag występują w formie pokładu o nieregularnych i nieostrych granicach i miąższości 0,4–26 m, obejmującego rudę piaskowcową, łupkową i węglanową. Głównymi kruszcami miedzi są: siarczki systemu Cu-S (chalkozyn, digenit, kowelin, djurleit, anilit), Cu-Fe-S (bornit, chalkopiryt, idait) oraz Cu-As-Sb-S (tennantyt i tetraedryt). W najbliższym otoczeniu utworów utlenionych dominują siarczki systemu Cu-S, natomiast w dalszej odległości przeważają siarczki systemu Cu-Fe-S, którym lokalnie towarzyszą siarczki systemu Cu-As-Sb-S, galena, sfaleryt i piryt. Kruszcze występują przede wszystkim w formie rozproszonej, rzadziej gniazdowej, masywnej, pasemkowej i żyłkowej. Srebro występuje w formie minerałów własnych (srebro rodzime, elektrum, stromeyerit, chlorargiryt, eugenit, amalgamaty srebra), lecz najistotniejszymi nośnikami srebra są siarczki miedzi – bornit (do około 15% Ag), a następnie chalkozyn (do 1,13%), tennantyt–tetraedryt (do 2,4%), djurleit, digenit i chalkopiryt (do 0,4%), galena (do 0,3%), sfaleryt (do 0,1%) i piryt (do 1,5%). Średnia zawartość miedzi w złożu Lubin-Sieroszowice wynosi 2,1%, a srebra 57 ppm; maksymalne średnie są typowe dla rudy łupkowej (5,4% Cu, 134 ppm Ag). Średnia zawartość srebra w rudzie Cu-Ag systematycznie rośnie od obszarów z mineralizacją chalkozynowo-kowelinową (42–56 ppm Ag) w stronę rejonów z mineralizacją bornitowo-chalkopirytową (58–86 ppm), a w strefie Pb-Zn i pirytowej zawartość srebra spada poniżej 20 ppm.

Decydujące znaczenie dla oceny złożowej badanej mineralizacji mają obowiązujące kryteria bilansowości przyjęte Rozporządzeniem Ministra Środowiska (Dz. U. z 2001 r., Nr 153, poz. 1774, z późn. zm.), (tab. 6.1.1).

Tabela 6.1.1. Kryteria bilansowości dla pokładowych stratoidalnych złóż rud miedzi

Parametr	Jednostka	Wartość brzeżna
Maksymalna głębokość spągu złoża	m	1250 (1500)*
Minimalna zawartość miedzi (Cu) w próbce konturującej złożo	%	0,7
Minimalna średnia ważona zawartość ekwiwalentna miedzi (Cu) z uwzględnieniem zawartości srebra (Ag) w profilu złoża wraz z przerostami $Cu_e = (\%Cu) + 0,01 (g/t Ag)$	%	0,7
Minimalna zasobność złoża (Cu_e)	kg/m ²	50 (35)**

* dopuszczalna głębokość 1500 m dla zasobów pozabilansowych

** wartość dla zasobów pozabilansowych

6.1.2.1. Stan rozpoznania złóż udokumentowanych

Obszary rezerwowe dla górnictwa rud miedzi (złoża Gaworzyce i Radwanice Zachód, udokumentowane w kat. C₁) występują w zachodnim otoczeniu złóż eksploatowanych. Stanowią one bezpośrednio zaplecze zasobowe dla czynnych kopalń. Zgodnie ze stanem na 2009 r., udokumentowane zasoby bilansowe w tych złożach to 72,96 mln t rudy zawierającej 1,75 mln t Cu i 2,72 tys. t Ag.

W bezpośrednim północnym otoczeniu obszarów rezerwowych i złoża Głogów Głęboki Przemysłowy występują pozostałe niezagospodarowane obszary złożowe (Bytom Odrzański, Głogów, Retków, udokumentowane w kat. C₁ i C₂). Obszary te ze względu na głębokość zalegania w przedziale 1250–1500 m, traktowane są (z uwagi na brak aktualnych kryteriów bilansowości dla złóż poniżej 1250 m), jako bilansowe warunkowo (formalnie niebilansowe), spełniające pozostałe kryteria bilansowości. W obszarach tych udokumentowano 139,53 mln t rudy bilansowej o zawartości 2,24 mln t Cu i 11,08 tys. t Ag. Złoże Głogów posiada wyłącznie zasoby pozabilansowe.

6.1.2.2. Obszary i zasoby prognostyczne oraz perspektywiczne do głębokości 2000 m

W obecnej ocenie przyjęto, iż izolynie zasobności Cu_e (lub Cu w przypadku braku oznaczeń Ag) 35 kg/m², a więc zgodnej z wartością brzezną dla zasobów pozabilansowych wedle kryteriów bilansowości (tab. 6.1.1), wyznaczają granice obszarów potencjalnych złóż. Ze względu na brak w niektórych otworach oznaczeń Ag, obliczono w nich zasobność miedzi (por. tab. 6.1.2), co implikuje zaniżone szacunki zasobów miedzi i srebra, a w wielu przypadkach zrezygnowano z oceny zasobów srebra.

Kryterium podziału zasobów na zaproponowane kategorie było położenie obszarów względem rozpoznanych złóż oraz głębokość zalegania zasobności Cu_e lub Cu, min. 35 kg/m². Do prognostycznych zaliczono obszary bezpośrednio przylegające do rozpoznanych złóż, do perspektywicznych – obszary oddalone od rozpoznanych złóż, z zasobami na głębokości do 1500 m, a do hipotetycznych – obszary z zasobami na głębokości ponad 1500 m.

Monoklina przedsudecka

Na monoklinie przedsudeckiej w interwale głębokości do 2000 m wyznaczono 13 obszarów perspektywicznych: Kozuchów, Kulów, Luboszyce, S-16, Ścinawa Zachód, Ścinawa NE, Ślubów, Borzęcin, Milicz, Henrykowice, Janowo, Sulmierzyce i Mirków (fig. 6.1.1) z otworami o zasobności Cu_e (lub Cu) ponad 35 kg/m² (tab. 6.1.2). Sumarycznie, w obszarach tych może znajdować się około 68 mln t miedzi (tab. 6.1.3) oraz ponad 80 tys. t srebra, w tym 22,3 mln t Cu to zasoby prognostyczne, 4,84 mln t Cu – zasoby perspektywiczne oraz 40,8 mln t – zasoby hipotetyczne. Oprócz wskazanych obszarów, wskutek geometrycznej interpolacji danych, zaznaczyły się dodatkowe potencjalne pola w rejonie Radziądza i Surmina.

Obszary Kulów, Luboszyce i Ścinawa Zachód występują w bezpośrednim otoczeniu złoża Lubin–Sieroszowice, stanowiąc jego kontynuację, dlatego można je zaklasyfikować do najistotniejszych obszarów prognostycznych, wymagających dalszego szczegółowego rozpoznania. Większość tych obszarów wykazuje ściśle przywiązanie do obszarów utlenionych. Obszary Kozuchowa i otoczenia otworu S-16 są izolowanymi polami redukcijnymi w obrębie zielonogór-

skiego obszaru utlenionego, obszar Kulowa przylega do tego obszaru utlenionego, obszary Milicza, Henrykowic, Janowa i Sulmierzyc znajdują się w północnym otoczeniu obszaru utlenionego Ostrzeszowa, a obszar Surmina w jego obrębie. W rejonie Mirkowa stwierdzono nieznaczne przejawy utlenienia w spągu cechsztyńskiej serii miedzionośnej. Jedynie w obszarach Luboszyce, Ścinawy Zachód, Ścinawy NE, Ślubowa, Borzęcina i Radziądz nie natrafiono dotychczas na utwory utlenione.

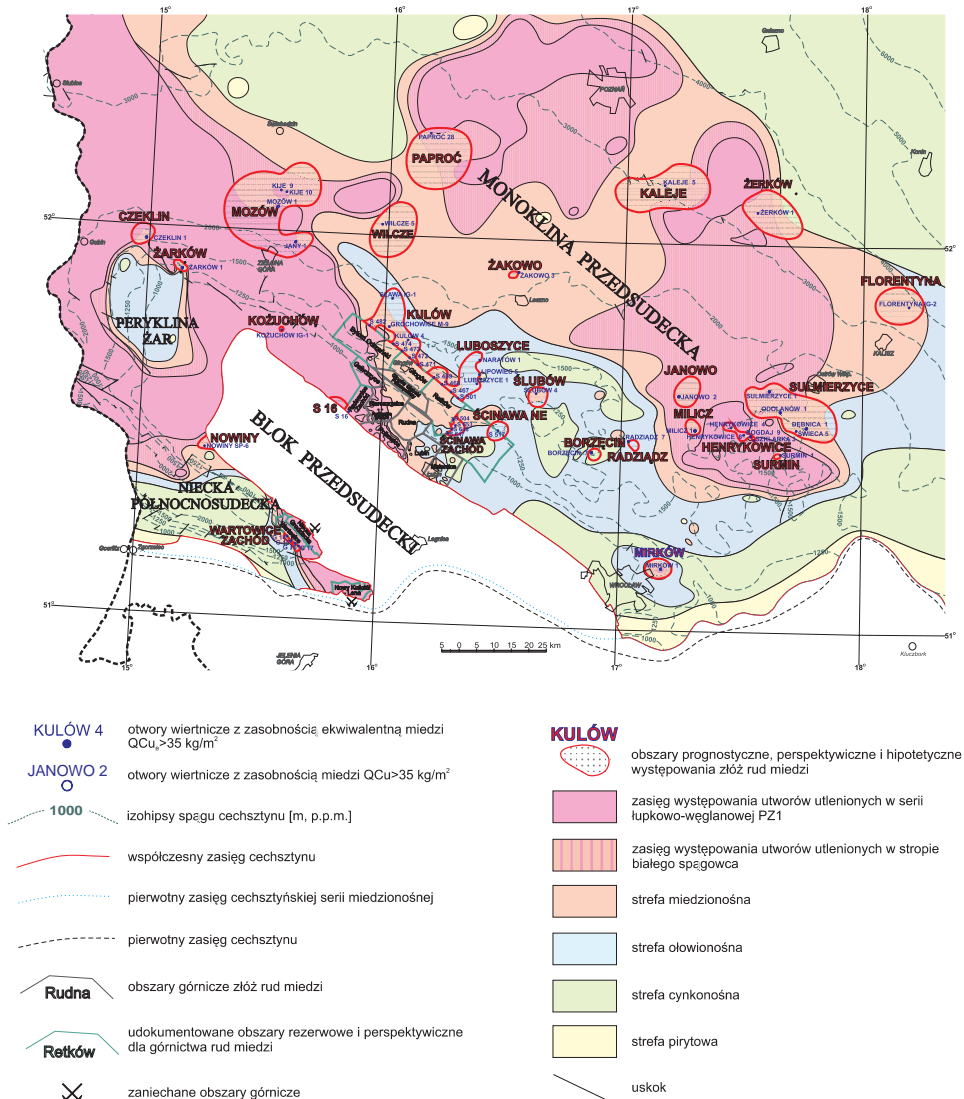


Figura 6.1.1. Obszary perspektywiczne na tle rozmieszczenia utworów utlenionych i strefowości metalicznej w utworach cechsztyńskiej serii miedzionośnej SW Polski

Kulów. Obszar prognostyczny Kulowa przylega do północno-zachodniej części udokumentowanego złoża Lubin-Sieroszowice. Poza otworami wiertniczymi obramowującymi od północy złoża Bytom Odrzański (otw. S-473, S-474, S-482) i Głogów (otw. S-471, S-472) stwierdzono tu 3 inne otwory z bogatą mineralizacją miedziową (Kulów 4, Grochowice M-9, Sława IG-1). Najbogatszą mineralizacją charakteryzuje się otwór S-473, w którym interwał o miąższości 1,44 m oraz średniej zawartości 4,41% Cu_e i 180 ppm Ag cechuje zasobność Cu_e 157,76 kg/m². Zbliżone parametry ujawniono w otworze Kulów 4 (odpowiednio 1,6 m, 3,02% Cu_e, 41 ppm Ag, 123,87 kg/m² Cu_e). W pozostałych otworach zasobność miedzi zmienia się w granicach od 47 do 88 kg/m². Jest to obszar o znacznej powierzchni, rzędu 132 km², ze spągiem cechsztynu na głębokości 1500–2000 m, w którym średni interwał miedzionośny o miąższości 1,41 m oraz średniej zawartości 2,98% Cu i 96 ppm Ag zawiera ponad 13 mln t Cu i około 44 tys. t Ag. Bliskie sąsiedztwo obszaru utlenionego Zielonej Góry sprawia, że wzdłuż jego granicy należy spodziewać się kontynuacji złóż Bytom Odrzański i Kulów w kierunku północno-zachodnim. Brak odwiertów do badań w rejonie na zachód od otworu Sława IG-1 uniemożliwia weryfikację tej hipotezy. Dla precyzyjnego okonturowania tego obszaru konieczne będą badania dostępnych rdzeni, a w części zachodniej – eksploatacja wiertnicza.

Luboszyce. Ten obszar prognostyczny sąsiaduje bezpośrednio ze złożem Retków wzdłuż otworów S-469, S-468, S-467 i S-501. Zbadano tu 3 otwory o zasobności Cu_e ponad 35 kg/m² (Luboszyce 1, Lipowiec 5, Naratów 1). Najkorzystniejsze parametry reprezentuje S-469 (interwał o miąższości 2,7 m, średniej zawartości 1,74% Cu_e i 44 ppm Ag, zasobności Cu_e 112,74 kg/m²), a pozostałe otwory Retkowa wykazują miąższość od 0,52 do 2,11 m, średnią zawartość Cu_e od 1,15 do 2,93%, a zasobność Cu_e od 37,03 do 61,34 kg/m². Na obszarze Luboszyce o powierzchni 91 km² można spodziewać się obecności złoża o przeciętnej miąższości 1,66 m, średniej zawartości 1,76% Cu i 57 ppm Ag oraz zasobach rzędu 6,6 mln t Cu i 21 tys. t Ag, na głębokości od 1400 do 1600 m. Zbadanie następnych otworów z dostępnymi rdzeniami skutkować może znacznym powiększeniem powierzchni obszaru prognostycznego.

S-16. Jest to rejon prognostyczny usytuowany na zachód od otworu wyznaczającego południowo-zachodni zasięg obszaru rezerwowego Radwanice. W otworze tym mineralizacja Cu-Ag występuje nad utlenionym interwałem wapienia cechsztyńskiego (3,08 m ponad stropem białego spągowca).

Ścinawa Zachód. Jest to rejon prognostyczny ściśle przylegający do złoża Retków, wyznaczony początkowo jako rejon Głogów–Ścinawa trzema otworami poszukiwawczymi: Głogów IG-1, Gawrony IG-1, Dłużyce IG-1, a następnie w jego zachodniej części udokumentowano złożo Gawrony–Ścinawa. Obszar prognostyczny Ścinawa Zachód wyznacza otwór S-653 (w którym stwierdzono interwał złożowy o miąższości 3,4 m, średniej zawartości 1,47% Cu_e i 54 ppm Ag oraz zasobności Cu_e 119,02 kg/m²) oraz otwory S-504, S-647 i S-648, oddzielające ten obszar prognostyczny od złoża Retków. Otwory we wschodnim otoczeniu omawianego obszaru wykazują ubogą mineralizację miedziową, natomiast znaczny dystans do najbliższych otworów (4–7 km) daje możliwość rozszerzenia obszaru prognostycznego w kierunku południowo- i północno-wschodnim.

Ścinawa NE. Ten obszar perspektywiczny wyznaczony jest jednym otworem S-517, w którym ujawniono interwał miedzionośny o miąższości 2 m, średniej zawartości 0,93% Cu_e i 88 ppm Ag oraz zasobności Cu_e 48,52 kg/m². Na tym obszarze (25 km²) można spodziewać się do 1,2 mln t Cu i 11 tys. t Ag na głębokości 1300–1400 m.

Borzęcin. Ten niewielki obszar perspektywiczny (9 km²) wyznaczony jest otworem Borzęcin 7, w którym na głębokości 1497 m napotkano interwał o miąższości 0,51 m, średniej zawartości miedzi 4,91% i zasobności 65,11 kg/m² Cu. Można się tu spodziewać 0,6 mln t Cu. Obszar ten limitowany jest od zachodu i południa otworami rejonu Borzęcin–Żmigród i Pełczyzna o mineralizacji cynkowo-ołowiowej, natomiast istnieje możliwość jego rozszerzenia w kierunku wschodnim, w stronę Radziadza.

Koźuchów. Bogata mineralizacja miedziowa ujawniona w otworze Koźuchów IG-1 na korzystnej głębokości 820,74–821,45 m (powyżej utlenionych utworów spągowych wapienia cechsztyńskiego; 2,49 m ponad stropem białego spągowca), nie znalazła kontynuacji w otaczających otworach zrealizowanych w latach późniejszych. Wprawdzie istnieje tu znaczna niezbadana wciąż przestrzeń (rzędu 10 km²) wokół pozabilansowego otworu Koźuchów IG-1 (tab. 6.1.3), niemniej wysoka pozycja mineralizacji siarczkowej w profilu (porównywalna z zachodnimi krańcami obszarów Bytom Odrzański, Gaworzycze i Radwanice) nie wskazuje na możliwość rozpoznania istotnych zasobów perspektywicznych.

Mirków. Ze względu na nieznaczną głębokość zalegania spągu cechsztynu (1177 m) oraz korzystne parametry złożowe (miąższość 1,17 m, średnia zawartość 1,56% Cu, zasobność 45,67 kg/m² Cu) otwór Mirków 1 jest bilansowy, a pole Mirków należy do najbardziej interesujących obszarów perspektywicznych monokliny przedsudeckiej. Na powierzchni około 35 km² można spodziewać się 1,6 mln t Cu. Obszar ten otoczony jest otworami o mineralizacji ołowiowo-cynkowej, niemniej znaczna niezbadana wciąż przestrzeń wokół otworu Mirków 1 oraz przejawy utlenienia w spągu serii miedzionośnej wskazują na możliwość rozpoznania istotnych zasobów.

Ślubów. W wierceniu Ślubów 4, na głębokości 1384 m ujawniono interwał o nieznaczej miąższości (0,2 m), wysokiej średniej zawartości Cu_e (10,73%) i srebra (164 ppm) oraz znacznej zasobności Cu_e (53,65 kg/m²). Pole to, o powierzchni około 25 km², zawiera orientacyjnie 1,4 mln t Cu. Podwyższona koncentracja miedzi w rejonie Załęcza (na wschód od obszaru Ślubów) oraz w otworze S-517 stwarza możliwość powiększenia obszaru perspektywicznego Ślubowa i jego ciągłości z obszarem Ścinawa NE. Znaczny dystans do obszarów utlenionych wskazuje na małe prawdopodobieństwo występowania bogatej mineralizacji miedziowej.

Henrykowice. Obszar hipotetyczny wyznaczony został częściowo w obrębie obszaru utlenionego Ostrzeszów. W obszarze tym są 4 otwory o zasobności ponad 35 kg/m² (Henrykowice 4, Henrykowice 8, Bogdaj 9 i Szklarka 3). Najkorzystniejszy otwór Henrykowice 8 cechuje interwał miedzionośny o miąższości 1,18 m, średniej zawartości 2,14% Cu_e i 19 ppm Ag oraz zasobności Cu_e 65,18 kg/m². W pozostałych otworach zasobność miedzi jest w granicach 35–50 kg/m². Mineralizacja występuje ponad utlenionym wapieniem podstawowym (Henrykowice 8) lub białym spągowcem (pozostałe otwory). Stwierdzona tu mineralizacja może mieć przedłużenie w kierunku północno-wschodnim (w stronę strefy redukcyjnej), południowo-wschodnim (w stronę pola redukcyjnego Surmin) oraz w kierunku zachodnim (w stronę Milicza).

Janowo. Hipotetyczny obszar Janowo usytuowany jest po północno-zachodniej stronie obszaru utlenionego Ostrzeszów, gdzie biały spągowiec jest utleniony do jego stropu. W otworze Janowo 2 interwał miedzionośny cechuje miąższość 0,88 m, średnia zawartość 2,26% Cu i zasobność 49,71 kg/m² (bez uwzględnienia srebra). Na obszarze około 50 km² może znajdować się 2,5 mln t Cu na głębokości 1700–1800 m. Możliwe jest tu ujawnienie bogatej mineralizacji miedziowej w najbliższym sąsiedztwie obszaru utlenionego i połączenie obszaru Janowo z rejonem Milicza.

Milicz. Jest to niewielki (15 km²) obszar wyznaczony otworem Milicz 1 (miąższość 1,86 m, średnia zawartość 0,89% Cu, zasobność 42,53 kg/m², bez oznaczeń Ag), gdzie istnieje około 0,6 mln t Cu na głębokości 1600–1700 m. Interwał miedzionośny obejmuje wapień cechsztyński i łupkę miedzionośną, leżący na utlenionym białym spagowcu. Bliskość obszaru utlenionego wskazuje, że możliwy jest tu wzrost zasobów, powiększenie obszaru hipotetycznego ku południowi i połączenie z obszarem Janowo.

Sulmierzyce. Obszar o powierzchni 261 km² usytuowany jest po północnej stronie utlenionego pola Ostrzeszów. W jego NW części interwał miedzionośny obejmuje wapień cechsztyński i łupkę miedzionośną, a w SE części – także biały spagowiec. Mineralizację stwierdzono tu w 4 otworach (Sulmierzyce 1, Świeca 5, Dębica 1 i Odolanów 1) o zasobności przekraczającej 50 kg/m² Cu_e na głębokości 1500–2000 m. Najbogatszy jest otwór Sulmierzyce 1, w którym interwał miedzionośny o miąższości 4 m i średniej zawartości miedzi 2,18% cechuje bardzo wysoka zasobność 220,54 kg/m² (bez oznaczeń Ag). Ponadto wokół tego obszaru znajduje się kilka otworów o zasobności sięgającej 35 kg/m². Szacuje się, że występuje tu ponad 36 mln t Cu. Ponieważ srebro oznaczono jedynie w otworze Świeca 5 (maksymalnie 114 ppm w łupku miedzionośnym), nie oszacowano jego przypuszczalnych zasobów. Pod względem ujawnionej ilości miedzi i znacznej powierzchni jest to najbardziej interesujący obszar hipotetyczny na monoklinie przedsudeckiej. Obecność bogatej mineralizacji miedziowej wokół licznych, drobnych pól utlenionych sprawia, że stwierdzone tu okruszcowanie jest porównywalne (zarówno stopniem koncentracji, jak i miejscem w profilu) z mineralizacją złożową, znaną z zachodniej części złoża Lubin-Sierszowice.

Ponadto wyróżniono dwa obszary hipotetyczne: Radziądz i Surmin w oparciu o geometryczną interpolację danych, gdyż w obszarach tych nie ma otworów o zasobności min. 35 kg/m². W rejonie Radziądza wyznaczono obszar w pobliżu otworu Radziądz 9, w którym stwierdzono interwał miedzionośny o miąższości 1,06 m, średniej zawartości 1,27% Cu z zasobnością bliską 35 kg/m² (34,45 kg/m² Cu). W tym obszarze, o powierzchni około 7 km², można spodziewać się obecności 0,2 mln t Cu. Obszar ten może kontynuować się na zachód w stronę Borzęcina oraz na wschód w kierunku Milicza. Natomiast w pobliżu otworu Surmin 1, cechującego się zasobnością Cu_e nieco niższą niż 35 kg/m² (34,61 kg/m² w interwale o miąższości 0,48 m oraz średniej zawartości 2,88% Cu_e i 51 ppm Ag), wyznaczono obszar o powierzchni około 2 km² z hipotetycznymi zasobami wynoszącymi poniżej 70 tys. t Cu i 0,5 t Ag.

Peryklina Żar

Centralną część perykliny Żar zajmuje redukcyjna facja utworów cechsztynu zalegająca na głębokości mniejszej niż 2000 m, zmineralizowana głównie siarczkami ołowiu i cynku, otoczona wąską strefą miedzionośną i płonnymi utworami zielonogórskiej strefy utlenionej (fig. 6.1.1). Wyznaczono tu 2 obszary (Czeklin i Żarków) w północnej części perykliny, w zatokowo wyodrębniających się partiach facji redukcyjnej, częściowo otoczonych utworami utlenionymi. Łącznie w tych obszarach można spodziewać się około 2,6 mln t Cu. Także w SE części perykliny Żar możliwe są obszary złożowe na korzystnej głębokości (300–650 m), co sugeruje bogata mineralizacja miedziowa w górnej części wapienia cechsztyńskiego – ponad jego utlenionym spagiem.

Tabela 6.1.2. Otwory wiertnicze z zasobnością miedzi powyżej 35 kg/m² na obszarach perspektywicznych do głębokości 2000 m

Obszar perspektywiczny	Otwór wiertniczy	Interwał głębokości (m)	Miąższość (m)	Średnia zawartość Cu _e lub Cu* (%)	Zasobność Cu _e lub Cu* (kg/m ²)
Kulów	Grochowice M-9	1622,09 – 1623,61	1,52	1,83	67,81
	Kulów 4	1699,50 – 1701,10	1,60	3,02	123,87
	S-471	1503,55 – 1504,92	1,37	1,40	46,87
	S-472	1539,92 – 1541,30	1,38	1,85	62,77
	S-473	1551,18 – 1552,62	1,44	4,41	157,76
	S-474	1607,76 – 1610,47	2,71	0,87	56,59
	S-482	1731,17 – 1731,62	0,45	7,87	88,49
	Sława IG-1	1960,89 – 1961,68	0,79	2,59	48,10
Luboszyce	Lipowiec 5	1462,50 – 1463,10	0,60	2,70	40,50
	Luboszyce 1	1505,30 – 1507,20	1,90	1,22	56,26
	Naratów 1	1544,68 – 1545,20	0,52	2,93	37,03
	S-467	1521,32 – 1523,10	1,78	1,42	61,34
	S-468	1511,27 – 1513,27	2,00	1,15	55,34
	S-469	1519,75 – 1522,45	2,70	1,74	112,74
	S-501	1485,07 – 1487,18	2,11	1,18	58,20
S 16	S-16	454,50 – 457,82	3,32	0,88	76,03
Ścinawa Zachód	S-504	1364,98 – 1367,40	2,42	0,94	55,38
	S-647	1200,51 – 1202,40	1,89	1,13	51,31
	S-648	1264,77 – 1267,40	2,63	1,60	100,53
	S-653	1312,20 – 1315,60	3,40	1,47	119,02
Ścinawa NE	S-517	1336,70 – 1338,70	2,00	0,93	48,52
Borzęcin	Borzęcin 7	1496,46 – 1496,97	0,51	4,91*	65,11*
Koźuchów	Koźuchów IG-1	820,74 – 821,45	0,71	1,94	35,73
Mirków	Mirków 1	1176,36 – 1177,53	1,17	1,56*	45,67*
Ślubów	Ślubów 4	1384,30 – 1384,50	0,20	10,73	53,65
Henrykowice	Bogdaj 9	1574,79 – 1575,34	0,55	2,69*	36,97*
	Henrykowice 4	1602,07 – 1602,47	0,40	4,86	48,62
	Henrykowice 8	1546,19 – 1547,37	1,18	2,14	65,18
	Szklarka 3	1466,25 – 1467,52	1,27	1,28	41,05
Janowo	Janowo 2	1711,78 – 1712,66	0,88	2,26*	49,71*
Milicz	Milicz 1	1644,75 – 1646,61	1,86	0,89*	42,53*
Sulmierzyce	Dębica 1	1698,39 – 1699,22	0,83	4,30*	89,48*
	Odolanów 1	1635,03 – 1635,79	0,76	2,66*	50,47*
	Sulmierzyce 1	1905,09 – 1909,09	4,00	2,18*	220,54*
	Świeca 5	1580,20 – 1581,00	0,80	4,94	98,80
Żarków	Żarków 1	1359,27 – 1360,40	1,13	3,07*	89,09*
Czeklin	Czeklin 1	1733,53 – 1733,76	0,23	10,54*	60,58*
Nowiny	Nowiny SP-6	547,70 – 548,17	0,47	3,64	42,74
Wartowice Zachód	G-14	1459,58 – 1463,00	3,42	1,04	87,28
	G-15	1416,14 – 1418,09	1,95	0,98	47,37
	G-16	1075,80 – 1077,70	1,90	1,49	70,79
	G-17	941,27 – 945,62	4,35	0,88	97,85

Tabela 6.1.3. Zasoby prognostyczne, perspektywiczne i hipotetyczne cechsztyńskich rud miedzi w obszarach do głębokości 2000 m

Obszar perspektywiczny	Kategoria zasobów	Powierzchnia obszaru (km ²)	Interwał głębokości (m)	Średnia miąższość (m)	Średnia zawartość Cu (%)	Zasoby miedzi (mln t)
Kulów	prognostyczne	132	1503,55 – 1961,68	1,41	2,98	13,8
Luboszyce	prognostyczne	91	1462,50 – 1545,20	1,66	1,76	6,6
S-16	prognostyczne	8	454,50 – 457,82	3,32	0,88	0,6
Ścinawa Zachód	prognostyczne	16	1200,51 – 1367,40	2,58	1,28	1,3
Wartowice Zachód	prognostyczne	6	941,27 – 1463,00	2,90	1,10	0,4
Razem	prognostyczne	253	–	–	–	22,7
Ścinawa NE	perspektywiczne	25	1336,70 – 1338,70	2,00	0,93	1,2
Borzęcin	perspektywiczne	9	1496,46 – 1496,97	0,51	4,91	0,6
Koźuchów	perspektywiczne	1	820,74 – 821,45	0,71	1,94	0,04
Mirków	perspektywiczne	35	1176,36 – 1177,53	1,17	1,56	1,6
Nowiny	perspektywiczne	10	547,70 – 548,17	0,47	3,64	0,4
Ślubów	perspektywiczne	25	1384,30 – 1384,50	0,20	10,73	1,4
Żarków	perspektywiczne	9	1359,27 – 1360,40	1,13	3,07	0,7
Razem	perspektywiczne	114	–	–	–	5,94
Czeklin	hipotetyczne	31	1733,53 – 1733,76	0,23	10,54	1,9
Henrykowice	hipotetyczne	17	1466,25 – 1602,47	0,85	2,74	1,0
Janowo	hipotetyczne	50	1711,78 – 1712,66	0,88	2,26	2,5
Milicz	hipotetyczne	15	1644,75 – 1646,61	1,86	0,89	0,6
Sulmierzyce	hipotetyczne	261	1580,20 – 1909,09	1,60	3,52	36,7
Razem	hipotetyczne	374	–	–	–	42,7

Żarków. Obszar perspektywiczny wyznaczony jest po południowej stronie obszaru utlenionego wokół otworu Żarków 1. Interwał miedzionośny ma miąższość 1,13 m, średnią zawartość 3,07% i wysoką zasobność 89,09 kg/m² Cu, mimo braku oznaczeń srebra. Jest to pole (9 km²) o zasobach rzędu 0,7 mln t Cu na głębokości 1300–1400 m. Na możliwość nieznacznego powiększenia tych zasobów wskazują podwyższone koncentracje miedzi w wapieniu cechsztyńskim w niektórych sąsiadujących otworach wiertniczych. Przez porównanie ze złożem Rudna, obecność bogatej mineralizacji ołowiowo-cynkowej na południe od obszaru Żarkowa nie stanowi zasadniczego ograniczenia dla jego powiększenia wzdłuż zasięgu strefy utlenionej, zarówno w kierunku południowo-zachodnim, jak i południowym.

Czeklin. Obszar występuje w strefie kontaktu utworów utlenionych pola zielonogórskiego z utworami redukcyjnymi centrum perykliny Żar. Jest to dość znaczny obszar (31 km²) wyznaczony otworem Czeklin 1, w którym bogata mineralizacja występuje wyłącznie w łupku miedzionośnym o miąższości 0,23 m, średniej zawartości 10,54% Cu i zasobności miedzi 60,58 kg/m². W rejonie tym możliwa jest obecność prawie 2 mln t Cu na głębokości 1700–1800 m. Istnieje duże prawdopodobieństwo rozszerzania się tego obszaru hipotetycznego w kierunku południowym, wzdłuż granicy obszaru utlenionego.

Niecka północnosudecka

Większość obszaru niecki północnosudeckiej zajmują utwory spągowe cechsztynu wykształcone w facji redukcyjnej. Utwory utlenione, podścielające interwały miedzionośne, stwierdzono we wschodnich partiach niecki północnosudeckiej (w Starym Zagłębiu Miedziowym) oraz na pograniczu niecki północnosudeckiej z perykliną Żar.

Bogata mineralizacja miedziowa występuje wyłącznie we wschodniej i północnej części niecki północnosudeckiej. W rejonach tych spąg cechsztynu zalega na głębokości mniejszej niż 1500 m. Pomimo zaprzestania eksploatacji w Starym Zagłębiu Miedziowym (w Lenie w 1973 r., w Nowym Kościele w 1967 r. oraz w Konradzie w 1989 r.), zasoby bilansowe dla złóż Niecka Grodziecka (dawniej Konrad), Wartowice i Nowy Kościół zamieszczane są w Bilansie Zasobów Kopalni w Polsce, bowiem zaniechanie produkcji w kopalni Konrad nastąpiło w następstwie pogorszenia koniunktury gospodarczej, a nie z powodu wyczerpania zasobów. Według stanu na 31.12.2009 r. zasoby bilansowe tych złóż wynoszą: 99,15 mln t rudy, w tym 1,38 mln t Cu i 5,17 tys t Ag.

W niecce północnosudeckiej wydzielono 2 obszary perspektywiczny obszar Nowiny (na pograniczu z perykliną Żar) oraz prognostyczny obszar Wartowice Zachód (kontynuacja po upadzie złoża Wartowice). Pomiędzy tymi obszarami wykonano dotychczas jedynie dwa otwory przebijające cechsztyln, w których nie stwierdzono bogatej mineralizacji miedziowej.

Nowiny. Obszar ten cechuje interwał miedzionośny obejmujący łupek miedzionośny i wapień cechsztyński (ponad utlenionym białym spągowcem), stwierdzony otworem Nowiny SP-6. Interwał ten ma miąższość 0,47 m (547,70–548,17 m), średnią zawartość Cu_e 3,64% i srebra 100 ppm oraz zasobność 42,74 kg/m² Cu_e . Na obszarze o powierzchni 10 km² może występować 0,4 mln t Cu i 1200 t Ag w korzystnym zakresie głębokości 300–700 m. Z ogólnego rozkładu mineralizacji (fig. 6.1.1.) wynika, że obszar Nowiny ograniczony jest od północy dobrze zbadanym obszarem utlenionym (o cechach porównywalnych ze strefą utlenioną z zachodniego skraju złoża Lubin-Sierszowice). Istnieje tu realna możliwość napotkania ciała rudnego o rozciągłości równoleżnikowej i szerokości od 1 do 3 km, maksymalnie do 10 km, w przypadku gdyby ciało rudne kontynuowało się w stronę bloku przedsudeckiego, co daje niemal dwukrotny wzrost potencjalnych zasobów do prawie 2 mln t Cu. Z tych względów zbadanie wierceniami najbliższej okolicy otworu Nowiny SP-6 oraz jego wschodniego otoczenia jest niezbędne. Istnieje możliwość, że obszar Nowiny kontynuuje się w kierunku zachodnim, w stronę udokumentowanego w Niemczech złoża Spremberg-Weisswasser, gdzie średnia zasobność miedzi wynosi około 72 kg/m², maksymalnie do 334 kg/m². W jego zachodniej części, w pasie o szerokości do 7 km, udokumentowano bilansowe zasoby złoża Spremberg-Graustein, zawierające 1,5 mln t Cu i 2680 t Ag w interwale o maksymalnej miąższości do 8 m.

Wartowice Zachód. Obszar ten przylega od południowego zachodu do udokumentowanego złoża Wartowice. Obszar prognostyczny wyznaczają otwory dokumentujące złożo Wartowice: G-14, G-15, G-16 i G-17 oraz izolinia 35 kg/m² Cu_e . W wymienionych otworach parametry złożowe zmieniają się w granicach 1,9–4,35 m, 0,88–1,5% Cu, 47,37–97,85 kg/m² Cu_e . Średnie zawartości srebra zmieniają się w granicach od 20 do 160 ppm, lecz węższy interwał z oznaczeniami srebra powoduje zaniżenie oszacowania jego ilości. W otworze G-15 zasobność Cu_e jest nieco niższa (47,37 kg/m²). Głębokość zalegania spągu cechsztynu zmienia się od 900 m w części południowo-wschodniej do 1500 m w części północno-zachodniej tego obszaru. Pięć otworów usytuowanych na SW od omawianego obszaru prognostycznego cechuje się zasobnością Cu_e poniżej 35 kg/m². Ze względu na brak otworów na północny zachód od obszaru Wartowice Zachód trudno ocenić, czy istnieje tam bogata

mineralizacja miedziowa. Wykonanie kilku otworów na północny zachód od otworu G-14 oraz na południe od G-17 dałoby odpowiedź, czy możliwe jest powiększenie zasięgu omawianego obszaru prognostycznego. W szczególności interesujący jest znaczny obszar między złożami Wartowice i Nowy Kościół, gdzie wzdłuż granicy redoks można spodziewać się obecności ciał rudnych.

6.1.2.3. Obszary i zasoby hipotetyczne na głębokości poniżej 2000 m

W północnej części monokliny przedsudeckiej ujawniono 6 obszarów z bogatą mineralizacją miedziową o zasobności miedzi ponad 35 kg/m² na głębokości przekraczającej 2000 m: Mozów, Wilcze, Paproć, Kaleje, Żerków i Florentyna (fig. 6.1.1; tab. 6.1.4). Z rozkładu danych wynika, że także w okolicy otworu Żakowo 4 mogą pojawić się koncentracje miedzi sięgające 35 kg/m². Pomimo dużej głębokości zalegania utworów zmineralizowanych, wskazane obszary o zasobach hipotetycznych poddano ocenie, co pozwala na śledzenie kontynuacji w stronę obszarów płytszych. Ze względu na nieregularne i rzadkie rozmieszczenie otworów zarówno szacunki powierzchni tych obszarów, jak i ilości miedzi i srebra są w znacznym stopniu przybliżone.

Mozów. Obszar ten – podobnie jak złoża Lubin-Sierszowice – usytuowany jest wzdłuż wschodniego skraju obszaru utlenionego Zielonej Góry. Wyznaczony jest czterema otworami: Mozów 1, Kije 10, Kije 9 i Jany 1, cechującymi się wysokimi (ponad 50 kg/m²) zasobnościami miedzi. Wartości parametrów złożowych zmieniają się w następujących granicach: miąższość od 0,98 do 5,25 m, średnia zawartość miedzi 2,6–4,81%, a zasobność od 69,51 w otworze Jany 1 do 353,78 kg/m² Cu w otworze Mozów 1. Interwał miedzionośny zawiera od 11 (Kije 10) do 116 ppm Ag (Kije 9). We wszystkich wskazanych otworach biały spągowiec i spąg łupku miedzionośnego wykazuje cechy utlenienia znane ze złóż Polkowice, Radwanice, Gaworzycy i Bytom Odrzański. Obecny obraz rozprzestrzeniania się omawianego okruszcowania (fig. 6.1.1) pozwala sądzić, że obszar Mozów przedłuża się w kierunku złoża Lubin-Sierszowice wzdłuż wschodniego zasięgu zielonogórskiego obszaru utlenionego.

Wilcze. Obszar przylega od południa do obszaru utlenionego Kargowa. Wyznaczony jest otworem Wilcze 5, w którym stwierdzono miąższość interwału miedzionośnego – 0,55 m, średnią zawartość – 7,75% Cu_e i 417 ppm Ag oraz zasobność Cu_e 105,59 kg/m². Wydaje się, że kontynuuje się on zarówno w stronę Mozowa, jak i w stronę rejonu Paproci.

Paproć. Obszar przylega do zatokowo przebiegającego zasięgu strefy utlenionej rejonu Gołęczewo. Mineralizację miedziową (miąższość – 0,1 m, średnia zawartość – 21,48% Cu_e i 421 ppm Ag, zasobność Cu_e – 53,69 kg/m²) stwierdzono tu w łupku miedzionośnym otworu Paproć 28 na głębokości 2500–2700 m.

Kaleje. Ten duży obszar (268 km²) przylega do zachodniego skraju strefy utlenionej Czeszewo. W otworze Kaleje 5 ujawniono interwał miedzionośny o miąższości 1 m oraz wysokiej średniej zawartości 7,07% Cu i zasobności 176,8 kg/m² Cu.

Żerków. Obszar wyznaczono po wschodniej stronie obszaru utlenionego Czeszewo, w pobliżu małego obszaru utlenionego Łuszczanowa. Występuje tu bogata mineralizacja miedziowa na głębokości ponad 3500 m, w interwale o miąższości 2,8 m, średniej zawartości 1,38% Cu_e i 22 ppm Ag oraz zasobności Cu_e 100,31 kg/m².

Florentyna. W otworze Florentyna IG-2 stwierdzono interwał miedzionośny (obejmujący biały spągowiec, łupek miedzionośny i wapień cechsztyński) o miąższości 1 m, średniej zawartości 2,99% Cu_e i 33 ppm Ag oraz zasobności Cu_e 75,37 kg/m². Obecność izolowanego obszaru z bogatą mineralizacją z dala od znanych obszarów utlenionych wskazuje, że między

obszarami Florentyna, Żerków i Sulmierzyce można spodziewać się obecności zarówno utworów utlenionych, jak i wielu w ich otoczeniu hipotetycznych ciał kruszcowych.

Tabela 6.1.4. Otwory wiertnicze z zasobnością miedzi powyżej 35 kg/m² w obszarach na głębokości poniżej 2000 m

Obszar	Otwór wiertniczy	Interwał głębokości (m)	Miąższość (m)	Średnia zawartość Cu _c lub Cu* (%)	Zasobność Cu _c lub Cu* (kg/m ²)
Mozów	Jany 1	2175,48 – 2176,46	0,98	2,84*	69,51*
	Kije 9	2532,40 – 2533,00	0,60	4,81	72,20
	Kije 10	2535,25 – 2537,00	1,75	2,62	118,22
	Mozów 1	2364,39 – 2369,64	5,25	2,60*	353,78*
Wilcze	Wilcze 5	2431,31 – 2431,86	0,55	7,75	105,59
Paproć	Paproć 28	2608,88 – 2608,98	0,10	21,48	53,69
Kaleje	Kaleje 5	3135,20 – 3136,20	1,00	7,07*	176,80*
Żerków	Żerków 1	3545,70 – 3548,50	2,80	1,38	100,31
Florentyna	Florentyna IG-2	3864,50 – 3865,50	1,00	2,99	75,37

Tabela 6.1.5. Hipotetyczne zasoby rud miedzi w obszarach na głębokości poniżej 2000 m

Obszar	Powierzchnia obszaru (km ²)	Interwał głębokości (m)	Średnia miąższość (m)	Średnia zawartość Cu (%)	Zasoby miedzi (mln t)
Mozów	484	2175,48 – 2537,00	2,14	3,22	83,3
Wilcze	161	2431,31 – 2431,86	0,55	7,75	17,2
Paproć	266	2608,88 – 2608,98	0,10	21,48	14,3
Kaleje	268	3135,20 – 3136,20	1,00	7,07	47,4
Żerków	162	3545,70 – 3548,50	2,80	1,38	15,6
Florentyna	115	3864,50 – 3865,50	1,00	2,99	8,6

6.1.2.4. Sumaryczne zasoby prognostyczne, perspektywiczne i hipotetyczne złóż stratoidalnych rud Cu-Ag

Łączne zasoby prognostyczne rud Cu-Ag do głębokości 2000 m liczone w metalu stanowią 65% udokumentowanych zasobów bilansowych, natomiast perspektywiczne jedynie około 17% (tab. 6.1.6). Znacznie większe ilościowo są zasoby hipotetyczne, które bazują jednak na pojedynczych otworach.

Tabela 6.1.6. Zasoby rud Cu-Ag w regionie dolnośląskim do głębokości 2000 m wg stanu na 31.12.2009 r.

Rodzaj	Zasoby bilansowe (mln t Cu)	Zasoby prognostyczne (mln t Cu)	Zasoby perspektywiczne (mln t Cu)	Zasoby hipotetyczne (mln t Cu)
Rudy Cu-Ag	35,17	22,70	5,94	42,70

6.1.3. Złoża stratoidalne rud Zn-Pb obszaru śląsko-krakowskiego

Srebro w śląsko-krakowskich złożach stratoidalnych rud Zn-Pb jest składnikiem towarzyszącym, tworząc domieszki izomorficzne w galenie i sfalerycie. Galena zawiera przeciętnie od 1 do 250 ppm Ag, a sfaleryt od 10 do 70 ppm. Średnia zawartość srebra w rudach Zn-Pb wynosi 7 ppm, zmieniając się w granicach od 5 do 42 ppm. Podczas wzbogacania i przetwarzania tych rud ZGH Bolesław uzyskuje galenę flotacyjną o średniej zawartości 51 ppm Ag i cynko-owo-olowiowe koncentraty zbiorcze z około 63 ppm Ag.

Łączne zasoby srebra rozproszonego w śląsko-krakowskich złożach rud Zn-Pb wynoszą 2062 t, w tym 1030 t w złożach eksploatowanych, 960 t w złożach o zasobach rozpoznanych szczegółowo oraz 122 t w złożach o zasobach rozpoznanych wstępnie (w kat. C₂). Wśród tych ostatnich zasoby bilansowe srebra są następujące: Chechło 70 t, Rodaki-Rokitno Szlacheckie 50 t, Marciszów 1,7 t Ag.

Największe zasoby perspektywiczne oszacowano dla rejonu Laski (470 t) i Poręba (180 t). Weryfikacja zasobów innych niezagospodarowanych złóż wykazała, że także w złożu Siewierz i Jaroszwiec-Pazurek istnieje możliwość przyrostu zasobów perspektywicznych srebra zarówno w głównym poziomie dolomitu kruszczońskiego, jak i w innych utworach węglanowych triasu i dewonu. W północnej części regionu śląsko-krakowskiego zawartości Ag w punktowych próbkach dolomitów kruszczośnych są niższe (poniżej 3 ppm) niż w udokumentowanych złożach rud Zn-Pb.

6.1.4. Złoża porfirowe rud Mo-Cu-W i skarnowo-metasomatyczne rud Cu(Mo-Zn-Pb-Fe-Te) strefy kontaktowej bloku górnośląskiego i małopolskiego

Otwory wykonane w latach 1954–1975 przyczyniły się do poznania budowy geologicznej północno-wschodniego obrzeżenia GZW i oceny rozpoznanych przejawów mineralizacji. W tej strefie wyróżnić można najogólniej dwa zasadnicze typy złóż:

Porfirowe złoża rud Mo-Cu-W w granitoidach, porfirach i diabazach oraz utworach osłony intruzji magmowych, reprezentowanych przez zmetamorfizowane utwory klastyczne ediakaru, a także przeobrażone skały węglanowe i klastyczne ordowiku, syluru i dewonu. Przejawy okruszczenia tego typu stwierdzono w rejonie Myszkowa, Mrzygłodu, Żarek, Pilicy, Doliny Będkowskiej, Zawiercia i Mysłowa. Chalkopiryt, molibdenit i scheelit występują w formie żyłkowej, impregnacyjnej i rozproszonej w strefach przeobrażeń hydrotermalnych (feldspatyżacja, sylikifikacja, epidotyżacja, karbonatyżacja, chlorytyżacja, serycytyżacja), w obrębie i wokół intruzji granitowo-porfirowych. Główną formą w złożu Myszków są sztokwerki i impregnacje molibdenitowo-chalkopirytowo-scheelitowe, o miąższości stref złożowych od 100 do 600 m i zawartości od 0,02 do 2,5% Cu, od 0,01 do 2% Mo oraz od 0,01 do 1,2% W. Przeciętna zawartość srebra w złożu Myszków sięga 10 ppm, natomiast w strefach okołozłożowych wynosi zwykle poniżej 1 ppm. W strefach okołozłożowych dominuje uboga mineralizacja rozproszona piritowo-miedziowo-molibdenowa, o miąższości od 1,5 do 12 m, przy zawartości Cu od 0,3 do 3,8% i molibdenu od 0,05 do 0,2%. W strefach peryferycznych przeważa mineralizacja polimetaliczna – piritowo-chalkopirytowa z podrzędnym udziałem Mo i W i podwyższonymi koncentracjami Zn, Pb, Au, Ag, Te, Bi, Ba, głównie w obrębie żyłek kalcytowych i barytowych przecinających dajki porfirowe i zmetamorfizowane utwory piaszczysto-mułowcowe. Chemizm skał intruzyjnych oraz cechy

morfologiczne wskazanego okruszcowania sugerują zaliczenie do typu niskofluorowych wapniowo-alkalicznych złóż porfirowych Mo-Cu-W.

Skarnowo-metasomatyczna mineralizacja Cu(-Mo-W-Zn-Pb-Fe-Te) w rejonie Zawiercia, Mysłowa i Pilicy oraz lokalnie w rejonie Myszkowa towarzyszy mineralizacji porfirowej. Występuje w skarnach, marmurach i wapieniach zmetasomatyзовanych ediakaru, ordowiku i dewonu (w rejonie Zawiercia, Mysłowa i Pilicy) oraz w hornfelsach, metasomatytach i łupkach plamistych w obrębie utworów ediakaru, ordowiku i syluru (w rejonie Mysłowa, Zawiercia, Myszkowa i Doliny Będkowskiej). W wielu miejscach mamy do czynienia z nałożeniem się mineralizacji porfirowej Mo-Cu-W na skarnowo-metasomatyczną. Najbogatsze ciała rud skarnowych (miąższości około 35 m i średniej zawartości 1,5% Cu) stwierdzono w rejonie Zawiercia, gdzie występuje mineralizacja impregnacyjno-żyłkowa (piryt, chalkopiryt, molibdenit, scheelit, sfaleryt, galena, magnetyt, hematyt, kasyteryt, pirotyn, arsenopiryt oraz siarkosole Bi i Ag). W rejonie Pilicy obecne są skarny andradytowe z hematytem, magnetytem, sfalerytem, galeną i chalkopirytem. W skarnach i metasomatytach rejonu Mysłowa dominuje piryt i chalkopiryt, którym towarzyszy magnetyt, galena, sfaleryt, pirotyn, molibdenit i markasyt oraz sporadycznie bornit, hematyt, scheelit, arsenopiryt, chalkozyn, digenit, kowelin, kupryt, tenoryt i mine-rały bizmutu (bizmut rodzimy i bismutynit) oraz tellurki Cu, Ag i Bi.

W latach 1972–1975, w 7 profilach utworów staropaleozoicznych w rejonie Myszkowa stwierdzono kilka interwałów z przejawami mineralizacji piryto-miedziowej, a w jednym z nich (Pz-5) w obrębie porfirów i granitoidów mineralizację porfirową Mo-Cu-W o zawartości od 0,15 do 3,5% Cu, od 0,02 do 0,95% Mo i od 0,05 do 0,3% W. Dalsze prace wiertnicze (20 otworów) potwierdziły obecność rud Mo-Cu-W typu porfirowego i zakończone zostały udokumentowaniem złoża Myszków (fig. 6.1.2) o powierzchni około 0,5 km², zawierające 800 mln t ubogiej rudy (700 tys. t Cu, 350 tys. t Mo, 200 tys. t W) na głębokości do 1300 m. W ostatnich latach zasoby złoża Myszków zostały ponownie oszacowane, a następnie przyjęte w 2008 r. w kategorii C₂ jako zasoby bilansowe w ilości 803 tys. t Cu (na pow. 0,54 km² do głębokości 1200 m, z nadkładem o miąższości 170 m) oraz zasoby pozabilansowe – 771 tys. t Cu.

W ostatnich latach ponownie zbadano 66 km bieżących rdzeni z 284 otworów wiertniczych wykonanych w strefie kontaktu bloku górnośląskiego z blokiem małopolskim. W każdym z otworów nawiercających utwory podłoża prekambryjsko-paleozoicznego stwierdzono obecność różnorodnych przejawów mineralizacji kruszcowej. Dotyczy to także licznych otworów wiertniczych wykonywanych dla poszukiwań złóż rud Zn-Pb w utworach triasu w latach 1972–1986. Obecny stan rozpoznania nie jest wystarczający, aby dokonać oceny zasobowej na obszarach występowania potencjalnych złóż. Na podstawie usytuowania obszarów względem udokumentowanego złoża Myszków, oceny jakościowej mineralizacji kruszcowej oraz okonturowania rejonów o średniej zawartości ponad 0,02% Cu oraz 0,001% Mo i W w najbogatszych interwałach zbadanych otworów wiertniczych (fig. 6.1.2), wyróżniono obszar prognostyczny Nowa Wieś Żarecka–Myszków–Mrzygłód (obszar bezpośrednio otaczający złożo Myszków, o pow. 27 km²) oraz 5 obszarów perspektywicznych (oddalonych od złoża Myszków): Mysłów (11 km²), Żarki–Kotowice (20 km²), Zawiercie (1,2 km²), Pilica (12 km²) i Dolina Będkowska (11 km²). Zasadnicza mineralizacja kruszcowa na tych obszarach reprezentowana jest przez asocjację chalkopiryto-pirytową, której towarzyszy molibdenit, scheelit, galena i sfaleryt.

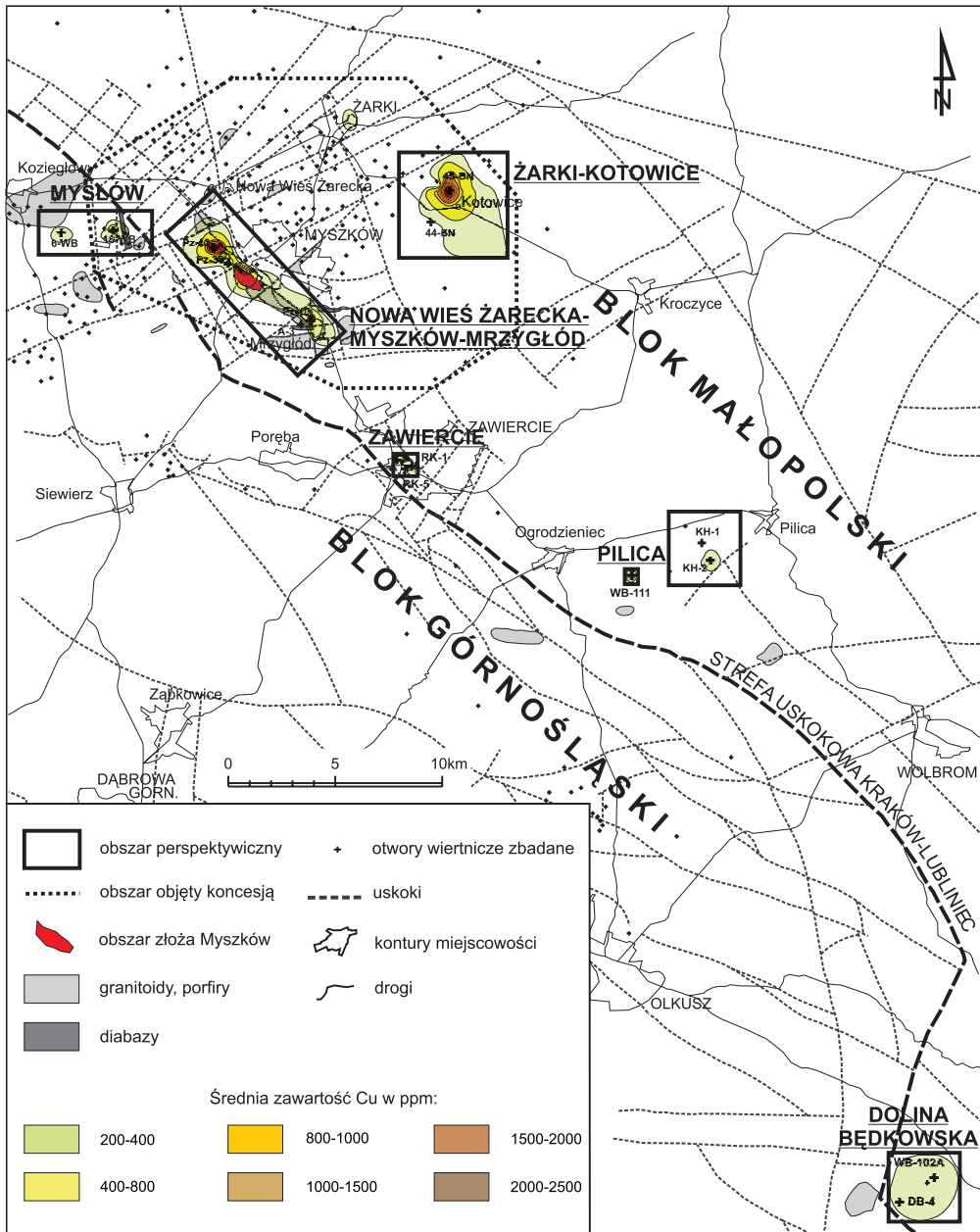


Figura 6.1.2. Obszary perspektywiczne mineralizacji miedziowej związanej z porfirowymi rudami Mo-Cu-W i rudami skarnowymi w strefie kontaktowej bloku górnośląskiego i bloku małopolskiego

W rejonie Nowa Wieś Żarecka–Myszków–Mrzygłód najwyższe koncentracje miedzi (w granicach 1–2%) stwierdzono w żyłach kwarcowych, metałowcach ediakaru, porfirach oraz w granodiorycie. Z pozostałych rejonów, najwięcej odcinków o miąższości 3 m i zawartości ponad 0,1% Cu stwierdzono w okolicach Zawiercia, Doliny Będkowskiej i Pilicy. Najbardziej interesujące zawartości miedzi (w granicach 0,3–2,1% Cu) ujawniono w rejonie Doliny Będkowskiej (do 2,1% w żyłę kwarcowej oraz w granicach 0,3–0,4% w metałowcach ediakarskich i andezytach), Żarki-Kotowice (do 1,5% w metapiaskowcach ediakaru), Zawiercia (w granicach 0,2–1,0% w skarnach dewonu, metałowcach ediakaru i metapiaskowcach syluru) i Pilicy (do 0,7% w granicie). W rejonie Mysłowa najwyższą zawartość miedzi stwierdzono w skarnie (0,4%).

Średnia zawartość miedzi w najbogatszych interwałach (o miąższości najczęściej w granicach 1–10 m) zmienia się od 0,02 do 0,7% w rejonie Nowa Wieś Żarecka–Myszków–Mrzygłód, do 0,25% w rejonie Żarki–Kotowice oraz do 0,06% w pozostałych rejonach (fig. 6.1.2). Wartość wszystkich rejonów perspektywicznych dla mineralizacji miedziowej podnosi współwystępowanie molibdenu o średniej zawartości w granicach 0,001–0,06% i wolframu (średnia zawartość 0,001–0,01%). Lokalnie, np. w Dolinie Będkowskiej, obecne są znaczne domieszki złota, maksymalnie do 15 ppm w próbce.

Najbogatsze okruszcowanie typu porfirowego występuje w okolicy otworu Pz-40 (rejon Nowej Wsi Żareckiej, na NW od złoża Myszków), z mineralizacją piryto-miedziowo-molibdenową w nieciągłym interwale na głębokości 190–407 m, gdzie uzasadnione jest przypuszczenie o obecności złoża o zasobach perspektywicznych. Duże nadzieje związane są także z rejonem Mysłowa, gdzie skarny w otworze 37-WB wykazują maksymalne zawartości 0,98% Cu, 1% Mo, 0,1% W, 1,05% Zn i 0,48% Pb i średnie zawartości w najbogatszych interwałach (miąższości 2–3 m) do 0,3% Cu i 0,21% Mo, a także z obszarem Żarki–Kotowice, gdzie rozpoznano peryferyczną strefę spodziewanego złoża porfirowego Mo-Cu-W. Wskazuje na to powiązanie systemu mineralizacyjnego ze strefą dyslokacyjną Kraków–Lubliniec oraz z ogniskami magmowymi wieku waryscyjskiego, które oddziaływały na skały osłony na znaczną odległość do około 1500 m.

6.1.5. Złoża hydrotermalne żyłowe i stratoidalne rud Cu(-Pb-Zn-Ag) w dewonie Gór Świętokrzyskich

Złoża rud miedzi występujące w utworach dewonu eksploatowane były w Miedziance koło Chęcina oraz Miedzianej Górze na NW od Kielc.

Stan rozpoznania dewońskiej formacji miedzionośnej Gór Świętokrzyskich nie jest wystarczający, aby dokonać szacunków zasobowych i wyróżnienia obszarów prognostycznych i perspektywicznych. Na podstawie oceny jakościowej wyróżniono dwa obszary hipotetyczne: Miedziana Góra i Miedzianka.

W **Miedzianej Górze** stratoidalna mineralizacja miedziowa wykazuje związek z łałami rudonośnymi dewonu środkowego (górnego żywetu). Najbogatsze w miedź są czarne łały występujące pomiędzy „marglem” i czarnymi wapieniami marglistymi franu. Zawartość miedzi w czarnych łałach z siarczkami pierwotnymi (rozpoznanymi do głębokości około 100 m) jest bardzo zmienna, od śladowych do 1,7%. Kruszcze reprezentowane są przez tetraedryt, chalkopiryt, chalkozyn, kowelin, piryt, sfaleryt i galenę.

Nowsze dane z 9 wierceń wykonanych w **Miedziance** w latach 70-tych, wykazały dość dużą miąższość horyzontu rudnego w utworach żywetu i eiflu (rzędu 0,5–10 m) i jego kontynuację na odcinku prawie 2 km. Następnymi wierceniami ujawniono znaczne rozprzestrzenienie horyzontu rudnego (na obszarze o powierzchni około 60 km²) w kierunku wschodnim od Miedzianej Góry. Horyzont ten obejmuje 2 lub 3 nieciągłe interwały rudne o miąższościach od 0,5 do 1 m i średniej zawartości 0,5% miedzi. W kompleksie iłowcowym górnego żywetu (otwór Podgace IG-1) zawartość Cu wynosi przeciętnie od 0,005 do 0,03%, w czarnych iłowcach dolnego eiflu od 0,025 do 0,59%, a srebra od 1 do 5 ppm (sporadycznie do 100 ppm). W stropowej części iłów syderytowych (otwór Dąbrowa D-5, głębokość 73,0–80,0 m), zawartość Cu wynosi od 0,1 do 0,7 %. W profilu tym srebro (do 10 ppm) związane jest z galeną.

6.1.6. Rekomendacje dalszych prac

Utrzymanie w przyszłości obecnego poziomu wydobywania rud Cu-Ag wymagać będzie udokumentowania głęboko zalegających złóż. Wobec tego niezbędna jest wyprzedzająca analiza przewidywanego występowania mineralizacji kruszcowej w najbliższym otoczeniu obszarów rezerwowych, a także na pozostałym obszarze Dolnego Śląska i Wielkopolski, w celu wyznaczenia obszarów prognostycznych. Do najistotniejszych obszarów prognostycznych, rekomendowanych do prowadzenia dalszych prac, należą przede wszystkim rejon: Ścinawa Zachód, Kulów i Luboszyce, przylegające do złoża Lubin–Sieroszowice. W celu zwiększenia dokładności rozpoznania konieczne będą badania dostępnych rdzeni z niezbadanych dotąd odwiertów, a w obszarach Ścinawa Zachód i Ścinawa NE oraz w zachodniej części obszaru Kulów, gdzie brak odwiertów do badań, niezbędna będzie eksploatacja wiertnicza oraz badania geofizyczne metodą magnetotelluryczną. Spośród pozostałych obszarów perspektywicznych, a także hipotetycznych na szczególną uwagę zasługują przede wszystkim obszary Nowiny, Żarków i Mirków (ze względu na nieznaczną głębokość zalegania spągu cechsztynu), Mozów (z uwagi na znaczne zasoby i prawdopodobną kontynuację tego rejonu w stronę złoża Lubin–Sieroszowice) oraz Sulmierzyce (ze względu na duży obszar i zasoby). Jedynie wybrane otwory wiertnicze w tych obszarach zbadane zostały na zawartość metali, dlatego niezbędna jest realizacja programu badań dostępnych rdzeni z otworów dotąd niezbadanych.

W obszarach strefy kontaktowej bloku górnośląskiego i małopolskiego można oczekiwać występowania złóż porfirowych i skarnowo-metasomatycznych o nieznacznych zasobach perspektywicznych, maksymalnie do kilkuset tys. t Cu i Mo oraz kilkudziesięciu tys. t W. Najbardziej perspektywicznym rejonem, wymagającym dalszego rozpoznania, jest najbliższe otoczenie złoża Myszków o poziomych wymiarach od 300–500 do 600–900 m. Przy obecnej nierównomiernej i nieznacznej gęstości siatki otworów istnieje wciąż wiele wycinków bardzo słabo zbadanych (lub zupełnie nierozpoznanych), gdzie mogą występować złoża o podobnych zasobach, jak w złożu Myszków.

Znaczny obszar występowania środkowodewońskich iłów rudonośnych w rejonie świętokrzyskim sugeruje szansę na okonturowanie obszaru perspektywicznego pod warunkiem dalszej eksploatacji wiertniczej.

6.1.7. Bariery i ograniczenia

Zasadniczymi barierami natury geologicznej, stanowiącymi potencjalne zagrożenia dla przyszłych prac poszukiwawczo-rozpoznawczych stratoidalnych złóż rud Cu-Ag są: ograniczony zakres posiadanej informacji geologicznej (znacznie mniejszy niż w obszarach z zasobami bilansowymi), nieznaczna miąższość złoża oraz niekorzystne warunki geologiczno-górnictwa (głębokość, wysoka temperatura górotworu) i zagrożenia ropno-gazowe (węglowodory, azot, hel). Bariery ekonomiczną mogą stanowić wysokie koszty wydobycia kopaliny, spowodowane gorszą jakością kopaliny, naturalnym zubożeniem rudy wybieranej i głębokością jej zalegania oraz potencjalnymi zagrożeniami dla konwencjonalnych prac górniczych (ciśnienie, chłodzenie górotworu, likwidacja zagrożeń ropno-gazowych).

W rejonie Zawiercia, Nowa Wieś Żarecka–Myszków–Mrzygłód i Doliny Będkowskiej strop strefy okruszczowanej znajduje się na względnie korzystnej głębokości (70–210 m), natomiast w rejonie Mysłowa, Pilicy i Żarki–Kotowice obecny jest znacznej miąższości nadkład w granicach 350–430 m. Ponadto rejon Nowa Wieś Żarecka–Myszków–Mrzygłód obejmuje triasowy zbiornik wód podziemnych Lubliniec–Myszków, który podlega ścisłej ochronie przed zanieczyszczeniem, rejon Doliny Będkowskiej w całości położony jest na obszarze Parku Krajobrazowego „Dolinki Krakowskie”, rejon Żarki-Kotowice i Pilica na obszarze Parku Krajobrazowego Orlich Gniazd i jego otuliny, a rejon Zawiercia pod zabudową miejską.

W Miedziance przy obecnym stanie wiedzy można mówić o braku perspektyw w tym rejonie, bowiem od 1958 roku teren ten stanowi rezerwat „Góra Miedzianka”, utworzony w granicach Chęcińskiego-Kieleckiego Parku Krajobrazowego.

6.1.8. Wnioski

1. Obecnie baza zasobowa polskiego przemysłu miedziowego związana jest ze złożami stratoidalnych rud miedziowo-srebrowych monokliny przedsudeckiej. Zasoby prognostyczne obliczone dla pięciu obszarów o powierzchni 253 km² wynoszą 22,7 mln t Cu, zasoby perspektywiczne w siedmiu obszarach o powierzchni 114 km² wynoszą 5,94 mln t Cu, a zasoby hipotetyczne dla pięciu obszarów o łącznej powierzchni 374 km² wynoszą 42,7 mln Cu.
2. Pomimo znacznej powierzchni występowania cechsztynu, możliwości udokumentowania rud bilansowych istnieją wyłącznie w SW Polsce, gdzie ujawniono liczne obszary perspektywiczne. Część z nich zalega na głębokości do 1250 m (Wartowice Zachód, Nowiny, Kożuchów, S-16, Ścinawa Zachód, Mirków), a inne na głębokości 1250–1500 m (Żarków, Luboszyce, Ścinawa NE, Borzęcin, Ślubów) lub znacznie większej (np. Kulów, Sulmierzyce, Mozów, Wilcze, Kaleje, Żerków i Florentyna).
3. Możliwość poszerzenia bazy zasobowej rud Cu w formacjach pozacechsztyńskich istnieje w bardzo ograniczonym zakresie. Najbardziej interesująca jest mineralizacja porfirowa Mo-Cu-W, związana ze strefą kontaktu bloków górnośląskiego i małopolskiego, gdzie wydzielono 5 rejonów perspektywicznych, z których Nowa Wieś Żarecka–Myszków–Mrzygłód (w bezpośrednim otoczeniu złoża Myszków), po dokładniejszym rozpoznaniu może być przekwalifikowany jako prognostyczny.

6.2. RUDY CYNKU I OŁOWIU

6.2.1. Wstęp

Stratoidalne złoża rud Zn-Pb w utworach triasu w regionie śląsko-krakowskim należą do największych złóż tego typu na świecie i niemal od tysiąca lat są eksploatowane. Występują w nich dwa rodzaje rud – siarczkowe Zn-Pb i utlenione Zn, które wykorzystuje się osobno, ze względu na duże problemy ze wzbogacaniem urobku mieszanego. Ponadto technologie przetwarzania hutniczego są też odmienne dla każdego rodzaju rud. Pomimo, że krajowe górnictwo tych złóż w ostatnim okresie ma tendencje spadkowe, nadal region ten jest praktycznie jedynym, gdzie możliwe jest rozpoznanie nowych złóż rud Zn-Pb. Pozostałe wystąpienia rud Zn-Pb czy Pb w Polsce nie mają charakteru samodzielnych złóż, a jedynie są kopalinami towarzyszącymi, z wyjątkiem utworów dewońskich i mezozoicznych w zachodnim i północno-zachodnim obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich.

6.2.2. Kryteria bilansowości

Od kilku lat obowiązują osobne kryteria bilansowości dla rud siarczkowych Zn-Pb i rud utlenionych Zn występujących w złożach stratoidalnych regionu śląsko-krakowskiego. Kryteria te zawarte są w Rozporządzeniu Ministra Środowiska w sprawie kryteriów bilansowości złóż kopalin (Dz. U. z 2001 r., Nr 153, poz. 1774, z późn. zm.), (tab. 6.2.1-6.2.2).

Tabela 6.2.1. Kryteria bilansowości dla złóż rud Zn-Pb w formie siarczkowej

Parametr	Jednostka	Wartość brzeżna
Minimalna zawartość cynku i ołowiu (Zn+Pb) w formie siarczkowej w próbce konturującej złożo, niezależnie od stopnia utlenienia rudy	%	2
Minimalna średnia ważona zawartość cynku i ołowiu (Zn+Pb) w formie siarczkowej w profilu złoża wraz z przerostami	%	2
Minimalna zasobność interwału złożowego	m%	5
Maksymalna głębokość spągu złoża	m	500

Tabela 6.2.2. Kryteria bilansowości z 2007 r., dla niezagospodarowanych złóż rud Zn-Pb w formie tlenowej dla regionu górnośląskiego

Parametr	Wartość brzeżna
Minimalna zawartość cynku w próbce konturującej złożo	5%
Minimalna średnia ważona zawartość cynku w profilu złoża wraz z przerostami	5%
Minimalna zasobność interwału złożowego	10 m%
Maksymalna głębokość spągu złoża	500 m

6.2.3. Stan rozpoznania złóż udokumentowanych

W obszarze śląsko-krakowskim w dolomitach kruszczonośnych triasu złoża rud Zn-Pb rozmieszczone są na powierzchni około 1000 km². Są zgrupowane w 4 rejonach: olkuskim, chrzanowskim, bytomskim i zawierciańskim (fig. 6.2.1). Wydobycie rud prowadzi się nadal w rejonie olkuskim ze złóż Olkusz podpoziom, Pomorzany i Klucze I oraz do połowy 2009 r. w rejonie chrzanowskim ze złoża Trzebionka k/Chrzanowa. Eksploatuje się przede wszystkim rudy siarczkowe Zn-Pb, których zasoby udokumentowane na koniec 2009 r. wynosiły 90,4 mln t rudy zawierającej 3,9 mln t Zn i 1,5 mln t Pb (tab. 6.2.3).

Tabela 6.2.3. Udokumentowane zasoby siarczkowych rud Zn-Pb w Polsce wg stanu na 31.12.2009

Złoża udokumentowane	Liczba złóż ogółem (eksploatowane)	Zasoby		
		Ruda (tys. t)	Ołów (tys. t)	Cynk (tys. t)
Rejon olkuski	9 (3)	38 571	800	1 642
Rejon zawierciański	5 (0)	51 834	736	2 279
Rejon chrzanowski	2 (0)	pozabilansowe	–	–
Rejon bytomski	2 (0)	pozabilansowe	–	–
Razem	18 (3)	90 405	1 536	3 921

6.2.4. Obszary i zasoby prognostyczne, perspektywiczne oraz hipotetyczne

W Polsce za perspektywiczne dla złóż rud cynku i ołowiu uznaje się regiony: dolnośląski i świętokrzyski, a przede wszystkim śląsko-krakowski, gdzie prócz rud siarczkowych obecne są rudy tlenowe Zn. Do ważniejszych rodzajów okruszcowania, których można się spodziewać poza regionem śląsko-krakowskim, należą rudy Pb w cechsztyńskich seriach osadowych towarzyszące stratoidalnym złożom rud Cu oraz żyły polimetaliczne siarczków (Pb, Zn-Pb, Pb-Ag, BaSO₄-Pb) wokół waryscyjskich i postwaryscyjskich intruzji magmowych.

6.2.4.1. Region śląsko-krakowski

Rudy siarczkowe Zn-Pb

W regionie śląsko-krakowskim formacjami perspektywicznymi dla złóż rud Zn-Pb są skały węglanowe triasu środkowego i dolnego wykształcone głównie jako dolomity kruszczonośne, a podrzędnie skały węglanowe dewonu oraz przypuszczalnie piaskowce kwarcowe pstrego piaskowca. Za najważniejsze przesłanki występowania złóż rud Zn-Pb uznano obecność dolomitów kruszczonośnych, tektonikę blokowo-uskokową podłoża paleozoicznego i pokrywy permomezozoicznej, kawernistość, zmienność litologiczną i chemiczną dolomitów. Oznakami są anomalie hydro- i litogeochemiczne, anomalie geoelektryczne (IP) oraz dane z wierceń o obecności rud siarczkowych i/lub tlenowych.

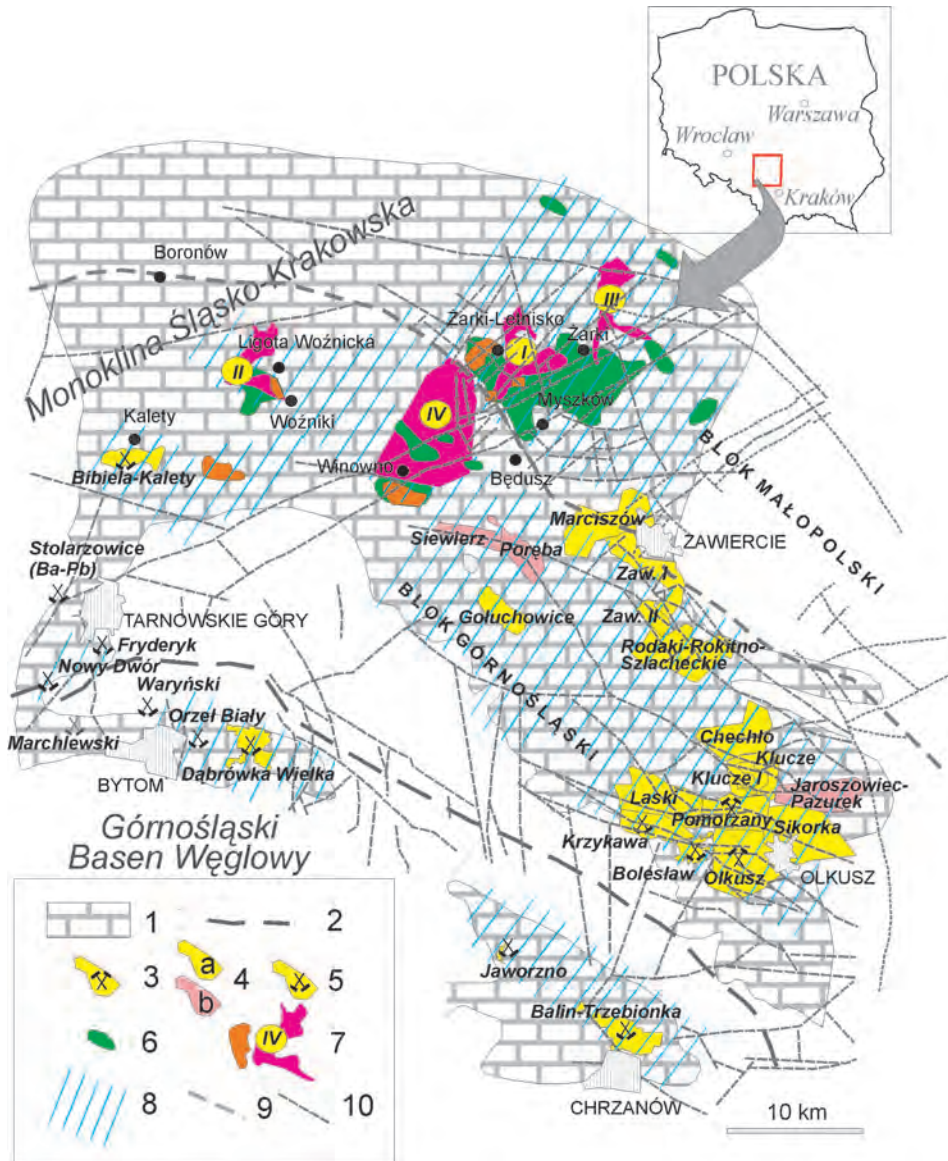


Figura. 6.2.1. Lokalizacja udokumentowanych złóż siarczkowych rud Zn-Pb, obszarów perspektywicznych oraz anomalii geochemicznych Zn i Pb w rdzeniach wiertniczych w regionie śląsko-krakowskim
 1 – zasięg dolomitów kruszczoonych; 2 – strefa tektoniczna Kraków–Lubliniec; 3 – eksploatowane złoża rud Zn-Pb; 4 – udokumentowane złoża rud Zn-Pb o zweryfikowanych w 2008 r. zasobach - a – bilansowych; b – prognostycznych; 5 – zaniechane złoża rud Zn-Pb; 6 – anomalie geochemiczne Zn lub Pb w utworach węglanowych triasu w rdzeniach wiertniczych; 7 – obszary perspektywiczne rud Zn-Pb; I-IV – omówione w tekście; 8 – strefy mineralizacji; 9 – orientacyjna granica tektoniczna GZW; 10 – uskoki w podłożu mezozoiku

Po wieloletniej eksploatacji bogatych rud Zn-Pb w rejonie bytomskim i chrzanowskim, obecnie znaczenie złożowe mają rejon olkuski i zawierciański oraz perspektywiczny rejon położony na północ Zawiercia.

W *rejonie oluskim* udokumentowano 8 złóż, spośród których 4 dotychczas nie były zagospodarowane tj. Klucze, Chechło, Laski i Sikorka, natomiast pozabilansowe złożo Jaroszwiec–Pazurek usunięto w 2008 r. z *Bilansu Zasobów Kopalin*.

Ze względu na zróżnicowany stopień rozpoznania złóż udokumentowanych tego rejonu możliwym było określenie zasobów prognostycznych w części obszarów tych złóż, które zlokalizowano między granicami zasobów bilansowych w kategorii C₂, a przypuszczalnymi granicami ciał rudnych, przy zastosowaniu pozostałych kryteriów bilansowości (tab. 6.2.1). Szacunkowa wielkość zasobów prognostycznych w poszczególnych złożach rejonu olkuskiego wynosi od ok. 46 do ok. 52 mln t rud Zn-Pb na obszarze ok. 300 km² (tab. 6.2.4). Część złóż tego rejonu: Chechło, Klucze, Klucze I, Jaroszwiec-Pazurek, fragment złoża Pomorzany oraz północny fragment złoża Sikorka zlokalizowane są w granicach Parku Krajobrazowego Orlich Gniazd.

Tabela 6.2.4. Zasoby prognostyczne rud siarczkowych Zn-Pb w udokumentowanych złożach rejonu olkuskiego

Złożo	Zasoby prognostyczne (mln t)
Pomorzany	10–15
Laski	12
Klucze	7,5–8,5
Olkusz	5
Chechło	3
Sikorka	3
Krzykawa	2,2
Bolesław	1,7
Klucze I	1,2
Jaroszwiec–Pazurek	0,2
Razem	45,8–51,8

W *rejonie zawierciańskim* udokumentowano złoża rud Zn-Pb w pasie o długości ok. 20 km i szerokości ok. 12 km, pomiędzy Zawierciem na wschodzie a Siewierzem na zachodzie. Zasoby prognostyczne określono na tych samych zasadach, jak w rejonie oluskim (tab. 6.2.5). Szacuje się je na co najmniej kilkanaście milionów ton rud Zn-Pb, zalegających w dolomitach kruszczońskich (poziomy DK1 i DK2), w dolomitach diploporowych oraz w utworach węglanowych dewonu.

Tabela 6.2.5. Zasoby prognostyczne i perspektywiczne rud Zn-Pb w udokumentowanych złożach rejonu zawierciańskiego

Złoże	Zasoby prognostyczne	Zasoby perspektywiczne
Zawiercie I	w *DK2 – 2,1 mln t rud Zn-Pb w DK1+DK2 – 4 mln t rud Zn-Pb	w *DK1 – powierzchnia ok. 155 ha
Zawiercie II	w DK2 – 70 tys. t rudy Zn-Pb	w DK1 – powierzchnia >53 ha
Gołuchowice	w DK2 – 95 tys. t Zn i 23,8 tys. t Pb w DK1+DK2 – 7,2 mln t rud Zn-Pb	w DK1 – powierzchnia 76,5 ha
Poręba	0,8 mln t rud Zn-Pb	
Siewierz	0,3 mln t rud Zn-Pb	
Marciszów	w DK2 i *DD 46,2 tys. t rud Zn-Pb w *D – 7,7 tys. t rud Zn-Pb	
Rodaki-Rokitno Szlacheckie	w D – 0,3 mln t rud Zn-Pb (9,3 tys. t Zn i 1,7 tys. t Pb)	

* objaśnienia: DK1 – dolomit kruszczośny o miąższości 20 m od spągu do stropu warstw; DK2 – dolomit kruszczośny o miąższości >20 m od spągu; DD – dolomity diploporowe; D – otwory węglanowe dewonu

Rejon północny ma powierzchnię około 2000 km² i leży na północnym i północno-wschodnim obrzeżeniu Górnośląskiego Zagłębia Węglowego, na północ od udokumentowanych złóż rud Zn-Pb rejonu zawierciańskiego w województwie śląskim. Wyróżniono w nim 4 obszary perspektywiczne okonturowane izolacją zawartości Zn – 0,5% w metalotekcie dolomitu kruszczośnego triasu dolnego oraz w dolomicie diploporowym (fig. 6.2.1):

- I na NW od Myszkowa,
- II koło Woźnik,
- III koło Żarek,
- IV na SE od Koziegłówek.

Najbardziej obiecującymi obszarami wydają się być I i IV. Próby ilościowego oszacowania zasobów w tych dwóch obszarach według aktualnych kryteriów bilansowości dla stratoidalnych złóż rud Zn-Pb okazały się nieudane. Wydzielone o te zbyt rygorystyczne kryteria, „rejonu złożowe” tworzyły nieliczne i izolowane wysepki o niewielkich wymiarach, otaczające pojedyncze otwory zakwalifikowane jako bilansowe. Obszary perspektywiczne cechują się dużą rozpiętością mineralizacji w profilu dolomitu kruszczośnego, wielohoryzontalnym charakterem prawdopodobnie gniazdowych ciał rudnych oraz niskim stopniem rozpoznania (tab. 6.2.6). Stąd zasoby w tych obszarach należy zaliczyć do zasobów perspektywicznych.

Celowe jest przeprowadzenie dalszych badań, np. metodą geofizyki IP, szczególnie w obszarze IV, gdzie odległości pomiędzy pozytywnymi otworami wynoszą od 1 do 3 km.

Tabela 6.2.6. Charakterystyka obszarów perspektywicznych w północnej części regionu śląsko-krakowskiego

Cechy obszaru	Obszar I	Obszar II	Obszar III	Obszar IV
Zwartość Ilość otworów Powierzchnia	zwarty 20 otworów 12 km ²	zwarty 14 otworów 10 km ²	6 pól 11 otworów 5,5 km ² (2 pól)	12 pól 17 otworów –
DK cynk				
Zasięg pionowy mineralizacji*	54,1–168,6 m	130,0–251,0 m	168,7–403,6 m	75,0–195,9 m
Ilość horyzontów rudnych w profilu	1–10	1–5	1–2	1–6
Mięszość horyzontów	0,3–3,25 m	0,2–2,9 m	0,1–0,9 m	0,2–4,3 m
Ilość horyzontów w profilu z zawartością Zn>1%	1–6 w 9 otworach	1–3 w 6 otworach	1–2 w 2 otworach	1 w 3 otworach
Ilość horyzontów w profilu z zawart. Zn>2%	1–7 w 5 otworach	1 w 2 otworach	1 w 1 otworze	1–3 w 10 otworach
DK ołów				
Ilość horyzontów rudnych w profilu	1–3 w 8 otworach	1 w 2 otworach	1–3 w 8 otworach	1–4 w 7 otworach
Mięszość horyzontów	0,4–1,8 m	0,2–0,3 m	0,1–0,8 m	0,4–4,3 m
Ilość horyzontów w profilu z zawart. Pb>1%	1 w 2 otworach	1 w 1 otworze	2 w 1 otworze	1–3 w 3 otworach
Ilość horyzontów w profilu z zawart. Pb>2%	2 w 2 otworach	brak	1–2 w 3 otworach	1 w 4 otworach
DD cynk				
Zasięg pionowy mineral. Zn	48,5–128,2 m	142,0–201,5 m	222,2–285,5 m	101,0–101,6
Ilość horyzontów rudnych w profilu	1–4 w 10 otworach	1–2 w 3 otworach	1 w 2 otworach	1 w 1 otworze
Mięszość horyzontów	0,4–3,0 m	0,3–1,0 m	0,4–0,5 m	0,6 m
Ilość horyzontów w profilu z zawart. Zn> 1%	po 1 w 4 otworach	brak	brak	brak
Ilość horyzontów w profilu z zawart. Zn> 2%	1 w 1 otworze	brak	brak	brak
DD ołów	brak	brak	brak	brak

* głębokość od stropu najwyższego horyzontu do spągu najniższego horyzontu rudnego w otworach

DK – dolomit kruszonośny; DD – dolomit diploporowy

Rudy tlenowe Zn (galmany)

W Polsce rudy tlenowe, tzw. galmany, są związane ze strefą utlenienia rud siarczkowych obszaru śląsko-krakowskiego. Znane były na wychodniach dolomitów kruszonośnych w pasie Trzebinia–Krzeszowice–Olkusz–Siewierz, w obszarze Tarnowskich Gór oraz niecek bytomskiej i chrzanowskiej. Eksploatację największych z tych złóż w okolicy Bytomia zakończono w połowie lat 70. natomiast w rejonie olkuskim w 1985 r. W obrębie obszarów zlikwidowanych kopalń Bolesław, Olkusz (część zrębowa), Krzykawa, Orzeł Biały, Dąbrówka nadal

zalegają rudy tlenowe, stanowiące potencjalną rezerwę zasobową. Ich zasoby ustalone wedle starych kryteriów bilansowości z 1975 r., wynoszące ok. 51,2 mln t rudy, w tym ponad 2 984 tys. t Zn i 416,6 tys. t Pb można traktować jako prognostyczne (tab. 6.2.7). Także w złożach niezagospodarowanych rud siarczkowych Zn-Pb występują strefy rud utlenionych Zn, których zasoby perspektywiczne są trudne do oszacowania.

Tabela 6.2.7. Zasoby prognostyczne rud tlenowych cynku

Kopalnia/Złoże	Zasoby rud tlenowych Zn (mln t)	Zasoby metalu (tys. t)		Średnia zawartość (%)	
		Zn	Pb	Zn	Pb
Kopalnia Orzeł Biały	5,96	342,8	51,0	5,7	0,8
Kopalnia Dąbrówka	12,24	753,3	133,2	6,2	1,1
Kopalnia Bolesław	19,07	1 057,5	118,4	5,6	0,6
Kopalnia Olkusz	6,16	350,4	34,6	5,7	2,7
Kopalnia Pomorzany	3,58	210,3	53,6	5,9	1,5
Złoże Sikorka	0,70	42,3	6,6	6,0	0,9
Złoże Klucze	1,45	89,0	9,9	6,1	0,7
Złoże Krzykawa	0,20	10,0	2,0	5,0	1,3
Kopalnia Trzebieonka	0,26	36,9	1,3	14,1	0,5
Złoże Zawiercie	1,57	91,5	6,0	5,8	0,4
Razem	51,19	2 984,0	416,6		

Dla pełnej oceny zasobów prognostycznych złóż rud Zn-Pb w Polsce niezbędna jest weryfikacja zasobów rud galmanowych, uwzględniająca nowe kryteria bilansowości. Osobne zagadnienie stanowią rudy utlenione Zn zgromadzone na zwalach byłych kopalń (tab. 6.2.8. – zasoby prognostyczne około 9,64 mln t rudy, w tym 447,2 tys. t Zn i 88,0 tys. t Pb), a także częściowo utlenione odpady poflotacyjne kopalń ZGH Bolesław S.A. (ok. 42 mln t o zawartości około 1,1% Zn / 0,7% Pb).

Tabela 6.2.8. Zasoby prognostyczne rud tlenowych cynku w zwalach kopalnianych

Lokalizacja	Zasoby rud tlenowych Zn (mln t)	Zasoby metalu (tys. t)		Średnia zawartość (%)	
		Zn	Pb	Zn	Pb
Miechowice zwał N/G/25	0,20	13,8	2,0	6,9	1,0
Miechowice–Bytom – pozostałe zwaly	0,18	10,6	1,4	5,9	0,8
Pomorzany – zwaly	0,10	6,9	1,9	6,9	1,9
Brzeziny – zwaly	3,83	196,3	31,5	4,9–7,7	0,7–1,9
Piekary Śląskie – zwaly	0,21	8,6	0,7	3,8–5,6	0,2–1,4
Bytom – zwał Nowa Wiktoria	0,87	31,1	6,3	3,6	0,7
Inne zwaly łącznie (17)	4,25	179,9	44,2		
Razem	9,64	447,2	88,0		

Zasoby prognostyczne rud siarczkowych Zn-Pb i rud galmanowych Zn w regionie śląsko-krakowskim wynoszą po około 60 mln ton (tab. 6.2.9) i są o ponad 30% mniejsze od zasobów udokumentowanych rud siarczkowych w tym regionie.

Tabela 6.2.9. Zasoby rud Zn-Pb oraz rud Zn (galmany) w regionie śląsko-krakowskim wg stanu na 31.12.2009 r.

Rodzaj	Region/rejon	Zasoby udokumentowane (mln t)	Zasoby prognostyczne (mln t)
Rudy siarczkowe Zn-Pb	rejon olkuski	38,57	45,80–51,80
	rejon zawierciański	51,83	14,80
Razem		90,40	60,60–66,60
Rudy tlenowe Zn	region śląsko-krakowski	–	51,19 (w złożach)
		–	9,64 (w zwałach kopalnianych)
Razem		–	60,83
Łącznie		90,40	121,43–127,43

6.2.4.2. Perspektywy występowania siarczków ołowiu i cynku w innych regionach

Ołów, a niekiedy cynk są kopalinami towarzyszącymi w złożach rud innych metali, głównie miedzi, nie spełniającymi jednak kryteriów bilansowości dla rud Zn-Pb. Za interesujące dla wystąpień rud Zn i/lub Pb i/lub Zn-Pb w takim charakterze o zawartości >0,5% metali są następujące formacje geologiczne:

- cechsztyńska formacja miedzionośna,
- formacje towarzyszące granitoidom w strefie kontaktu bloków małopolskiego z górnośląskim,
- formacje paleozoiczne i mezozoiczne w Górach Świętokrzyskich,
- formacje paleozoiczne i mezozoiczne w Sudetach oraz na bloku przedsudeckim.

Ze względu na towarzyszący charakter występowania rud Zn i/lub Pb i/lub Zn-Pb w złożach innych rud i ewentualną możliwość ich pozyskiwania dopiero na etapie przeróbki lub przetwarzania metalurgicznego nie oszacowano ich zasobów perspektywicznych i hipotetycznych.

Cechsztyńska formacja miedzionośna

W cechsztyńskiej formacji miedzionośnej w Polsce wydzielono szereg obszarów anomalnych Pb i Zn, z których na szczególną uwagę zasługują pola na głębokościach do 2 km wokół obszaru złożowego Lubin-Sierszowice na monoklinie przedsudeckiej, na peryklinie Żar (na SW od Zielonej Góry) i w niecce północnosudeckiej (wokół złóż Konrad i Lena–Nowy Kościół oraz na N od Zgorzelca). Miąższość interwału z podwyższonymi zawartościami Zn i Pb w obszarach anomalnych wynosi od 5 do 50 m, natomiast zasobność ołowiu zmienia się w granicach od 10 do 100 kg/m², a cynku od 5 do 50 kg/m². Średnia zawartość Pb w eksploatowanych złożach rud miedzi wynosi 0,14%, w tym w rudzie łupkowej średnio 0,67%, rudzie węglanowej 0,11%, a rudzie piaszkowej 0,01%.

Formacje towarzyszące granitoidom w strefie kontaktu bloków małopolskiego z górnośląskim

W strefie kontaktu bloków małopolskiego z górnośląskim występują intruzje górnokarbońskich skał magmowych, z którymi związane są intensywne przejawy okruszczenia oraz złoża porfirowe rud Mo-W-Cu w Myszkowie. Mineralizacji molibdenitowej w strefach brzeżnych oraz apikalnych intruzji towarzyszy lokalnie okruszczenie siarczkami Zn i Pb. Mniej bogate (ze średnimi zawartościami ok. 0,1% Zn i Pb) są drobne pola w utworach prekambryjsko-paleozoicznego podłoża na bloku małopolskim, wyodrębniające się wokół pojedynczych otworów na SE od Żarek, w rejonie Doliny Będkowskiej i w szerokim otoczeniu Myszkowa. Na bloku małopolskim zawartości cynku w granicach 0,8–4% ujawniono w granitach (rejon Myszkowa i Pilicy), metałowcach ediakaru (Dolina Będkowska, Żarki) oraz metamulowcach syluru (Zawiercie). Najwyższe zawartości ołowiu, rzędu 0,5–2,5% występują sporadycznie w metałowcach ediakaru (Dolina Będkowska) i granitach (okolice Myszkowa).

Inny charakter mają koncentracje cynku i ołowiu w brekcjach dolomitowych dewonu i rzadziej w piaskowcach permu na bloku górnośląskim, gdzie zawartości Zn+Pb powyżej 2% stwierdzono w 7 otworach. Wydzielone tam 4 obszary o podwyższonej średniej zawartości cynku (0,2–2,5% Zn) w rejonie Łaz, Poręby, Klucz i Siewierza. Pola o największych średnich koncentracjach ołowiu (w granicach 0,1–3%) znajdują się na bloku małopolskim w rejonie Żarek–Kotowic i na bloku górnośląskim, w okolicach Siewierza, Poręby, Łaz i Klucz.

Formacje paleozoiczne i mezozoiczne w Górach Świętokrzyskich

W Górach Świętokrzyskich nie ma obecnie udokumentowanych złóż rud Zn, Pb czy Zn-Pb. Liczne przejawy okruszczenia galeną zlokalizowane są głównie w zachodniej części ich trzonu paleozoicznego oraz w ich mezozoicznym obrzeżeniu. Wydzielono 5 obszarów perspektywicznych o powierzchni ok. 39 km². Za najciekawsze uznano impregnacje galenowe, lokalnie ze sfalerytem w utworach cechsztynu (synkliny: kajetanowska i gałęzicka), retu (synklina piekoszowska), wapienia muszlowego (antyklina Strawczyzna) oraz w marglisto-ilastych skałach dewonu na odcinku Dąbrowa–Porzecze (m.in. zaniechane złoża w Miedzianej Górze). W cechsztyńskich zlepieńcach w Nieczulicach k/Rudek stwierdzono impregnację galeną, a maksymalne zawartości wynoszą 2,4% Pb i 0,34% Zn.

Formacje paleozoiczne i mezozoiczne w Sudetach oraz na bloku przedsudeckim

W Sudetach srebronośna galena była przedmiotem eksploatacji od średniowiecza do początków XX w. w Srebrnej Górze, Bolesławowie, Radzimowicach, Miedzianej Górze, Czarnowie, Lutyni, Marcinkowie, Boguszowie i innych miejscach. Rudy ołowiu wydobywano głównie z niewielkich siarczkowo-kwarcowo-kalcytowo-barytowych złóż żyłowych zawierających również siarczki Zn, As, Cu, Fe. Niewystarczające rozpoznanie wgłębnej budowy geologicznej Sudetów i bloku przedsudeckiego nie pozwala na określenie perspektyw występowania małych, lecz stosunkowo bogatych złóż polimetalicznych rud Zn i Pb na większych głębokościach oraz w sąsiedztwie dawniej eksploatowanych złóż.

6.2.5. Rekomendacje dalszych prac

Dalsze prace poszukiwawcze za stratoidalnymi złożami rud Zn-Pb w obszarze śląsko-krakowskim powinny objąć rejon zawierciański i rejon perspektywiczny położony na północ od niego. Pomimo stosunkowo dużej liczby otworów wykonanych w drugiej połowie ubiegłego stulecia rozpoznanie geologiczne niezagospodarowanych złóż jest niewystarczające, co stwarza nadal możliwości lokalizacji nowych ciał rudnych, m.in. metodą spektralnego profilowania indukcyjnego (IP), która jest tańsza od wierceń. Rozpoznane poprzednio złoża rud tlenowych cynku w obszarze śląsko-krakowskim wymagają weryfikacji zasobów zgodnie z nowymi kryteriami bilansowości.

Siarczki Zn i Pb występujące w utworach cechsztyńskich Polski południowo-zachodniej stanowią duży potencjalny zasób, który powinien być brany pod uwagę jako kopalina towarzysząca przy zagospodarowaniu złóż rud miedzi. Z kolei okruszcowanie siarczkami Zn i Pb towarzyszące strefom apikalnym wokół granitoidów w strefie kontaktu bloków małopolskiego z górnośląskim wymaga dalszego rozpoznania przy okazji poszukiwań porfirowych rud Mo-Cu.

6.2.6. Bariery i ograniczenia

Poważnym ograniczeniem prowadzenia dalszych prac poszukiwawczych i udostępniających za siarczkowymi rudami Zn-Pb w regionie śląsko-krakowskim, a zwłaszcza w rejonach zawierciańskim i północnym jest konflikt z planami zagospodarowania przestrzennego, np. w rejonie Zawiercia czy Gołuchowic, istniejącymi parkami krajobrazowymi np. Orlich Gniazd, Dolinek Podkrakowskich, wartościami historycznymi np. licznych ruin średniowiecznych zamków, a także zbiornikami wód podziemnych w dewonie i triasie. Główną barierą dla wznowienia wydobywania rud tlenowych cynku są obszary zurbanizowane oraz negatywne stanowisko władz lokalnych i społeczności do ponowienia działalności górniczej.

Dla ewentualnych bogatych wystąpień siarczków Zn i Pb w utworach cechsztyńskich na obszarze Dolnego Śląska i Wielkopolski istotną barierą dla rozpoznania jest duża głębokość ich zalegania. W regionie sudeckim, ze względu na istnienie wielu obszarów chronionych programem Natura 2000, istnieją poważne ograniczenia przy prowadzeniu prac geologicznych, które mogłyby zweryfikować hipotetyczne zasoby rud Pb i/lub Zn typu żyłowego.

6.2.7. Wnioski

1. Największe perspektywy przyrostu zasobów rud cynku i ołowiu znajdują się w regionie śląsko-krakowskim, gdzie w skałach węglanowych triasu środkowego oraz dewonu występuje mineralizacja siarczkowa Zn-Pb typu MVT. W rejonie olkuskim szacunkowe zasoby prognostyczne wynoszą około 50 mln t rud Zn-Pb, a w rejonie zawierciańskim około 15 mln t rud Zn-Pb.
2. W rejonie o powierzchni około 2000 km² usytuowanym na północ od rejonu zawierciańskiego wydzielone zostały 4 obszary perspektywiczne, z których najbardziej obiecującymi są I na NW od Myszkowa oraz IV na SE od Koziegłów. Jednak ze względu na słabe rozpoznanie wiertnicze zasoby rud Zn-Pb są trudne do oszacowania. Celowe jest przeprowadze-

nie dalszych prac geofizycznych (np. metodą IP) oraz dalsze rozpoznanie wierceniami obszarów anomalnych.

3. Rudy tlenowe cynku (galmany) występujące w regionie śląsko-krakowskim nie są od dawna przedmiotem eksploatacji, a ich zasoby prognostyczne w złożach zaniechanych wymagają weryfikacji zgodnie z nowymi kryteriami bilansowości oraz analizy dostępności.
4. W cechsztyńskiej formacji miedzionośnej na monoklinie przedsudeckiej, na peryklinie Żar i w niecce północnosudeckiej znanych jest kilka obszarów występowania bogatszej mineralizacji Pb-Zn, która jest jednak tylko kopaliną towarzyszącą rudom Cu-Ag.

6.3. RUDY INNYCH METALI

6.3.1. Rudy cyny

6.3.1.1. Wstęp

Jedynie dotychczas stwierdzone i rozpoznane, a zarazem mogące w przyszłości mieć znaczenie, wystąpienia rud cyny znajdują się w obrębie pasma łupkowego Starej Kamienicy. Pasma to, zwane również niekiedy pasmem kamienickim, stanowi niewielką subjednostkę geologiczną w obrębie metamorfiku izerskiego.

6.3.1.2. Kryteria bilansowości

Obecnie obowiązują kryteria dotyczące złóż rud cyny ustalone Rozporządzeniem Ministra Środowiska w sprawie kryteriów bilansowości złóż kopalin (Dz. U. z 2001 r., Nr 153, poz. 1774, z późn. zm.) (tab. 6.3.1.1).

Tabela. 6.3.1.1. Kryteria bilansowości dla rud cyny (złoża pierwotne stratoidalne)

Parametr	Jednostka	Wartość brzeżna
Maksymalna głębokość dokumentowania	m	500
Minimalna zawartość cyny (Sn) w próbce konturującej złożo	%	0,75
Minimalna średnia ważona zawartość cyny (Sn) w profilu złoża wraz z przerostami	%	0,75 (0,5)*
Minimalna zasobność złoża (Sn)	m%	1

* – wartości dla zasobów pozabilansowych

Te kryteria są wyraźnie uproszczone i jednocześnie zaostrzone w stosunku do kryteriów jakie obowiązywały w trakcie prowadzenia prac rozpoznawczo-dokumentacyjnych w paśmie łupkowym Starej Kamienicy (1978–1996). Kryteria podane w 1978 roku przez Ministerstwo Hutnictwa, określiły następujące parametry złóżowe:

- minimalna ilość zasobów bilansowych – 13 mln t rudy (przy etapowym dokumentowaniu zasoby dla poszczególnych złóż nie mogą być mniejsze niż 3 mln t);
- maksymalna głębokość robót rozpoznawczych dla dokumentowania zasobów bilansowych – 500 m;
- minimalna wysokość furty eksploatacyjnej – 1,0 m;
- średnia graniczna zawartość metalu w rudzie dla złoża – 0,22% Sn;
- brzeżna zawartość metalu w rudzie bilansowej dla pojedynczego wyrobiska – 0,17% Sn;
- brzeżna zawartość metalu w rudzie pozabilansowej – 0,13% Sn.

6.3.1.3. Stan rozpoznania złóż udokumentowanych

Obecnie nie ma w Polsce złóż rud cyny spełniających obowiązujące kryteria bilansowości, a udokumentowane wcześniej dwa złoża: Gierczyn i Krobica są złożami pozabilansowymi i mogą być traktowane jedynie w kategorii złóż prognostycznych.

6.3.1.4. Obszary oraz zasoby prognostyczne i perspektywiczne

Na podstawie kryteriów z 1978 roku udokumentowano do początku lat 90. XX wieku w paśmie kamienickim złoża:

- Gierczyn i Krobica w kat. C₁ i C₂ z 4 626 998 ton rudy bilansowej, zawierającej 22 911 ton Sn. Zaliczono je do zasobów pozabilansowych z uwagi na niespełnienie wymaganego minimum zasobowego – 3 mln ton rudy dla pojedynczego złoża. Głębokość dokumentowania zasobów 0–234 m, przy średniej ważonej miąższości stref rudnych od 0,97 do 1,35 m i średniej ważonej zawartości Sn w rudzie bilansowej od 0,23 do 0,87%;
- Krobica II i Krobica Zachód–Czerniawa w kat. D₁ – 4 262 858 ton rudy bilansowej, 15 458 ton Sn. Głębokość dokumentowania zasobów – 0–364 m, przy średniej ważonej miąższości stref rudnych od 0,99 do 1,32 m i średniej ważonej zawartości Sn w rudzie bilansowej od 0,35 do 0,38%.

Ponadto dla głębszych partii (do 500 m) wymienionych złóż oraz dla nieudokumentowanego w sposób ostateczny złoża Przecznicza–Wzgórza Bazaltowe (dokumentowanie wstrzymane w 1992 roku, po odwierceni planowanych 31 otworów i wykonaniu większości analiz, w roku 1996 wykonane sprawozdanie wynikowe bez obliczania zasobów) przeprowadzono szacowanie zasobów perspektywicznych w niższych kategoriach, dla obowiązujących wówczas kryteriów:

- prognostyczne – 5 184 510 ton rudy bilansowej z 25 578 ton Sn (złoża Gierczyn, Przecznicza–Wzgórza Bazaltowe);
- perspektywiczne – 5 537 198 ton rudy bilansowej z 21 211 ton Sn (złoża Krobica Zachód–Czerniawa, Krobica, Przecznicza–Wzgórza Bazaltowe).

Zasoby perspektywiczne zostały poszerzone o obszar Wzgórza Bazaltowe–Mała Kamienica, dla którego oszacowano zasoby na 4 760 000 ton rudy bilansowej, zawierającej 16 800 ton Sn. Łączne zasoby perspektywiczne polskiej części pasma łupkowego Starej Kamienicy, według kryteriów z 1978 roku, określono na 19 744 566 ton rudy bilansowej, zawierającej 100 258 ton Sn.

Po wprowadzeniu od 2002 r. nowych, znacznie bardziej wymagających kryteriów bilansowości nie wykonano przeliczenia zasobów. Wynikało to z faktu, iż analizy zawartości Sn w profilach poszczególnych otworów złożowych wykazały, że koncentracje cyny spełniające wymogi nowych kryteriów bilansowości są tak nieliczne i tak ograniczone obszarowo, iż ich wystąpienia nie mają charakteru potencjalnych złóż. A zatem w paśmie łupkowym Starej Kamienicy, jedynym w Polsce miejscu występowania bogatszych i bardziej rozprzestrzenionych koncentracji cyny, brak jest zasobów spełniających wymogi kryteriów obowiązujących od roku 2002.

6.3.1.5. Rekomendacje dalszych prac

Ze względu na jakość rozpoznanych rud cyny w paśmie kamienickim oraz niespełnianie wymogów kryteriów bilansowości nie rekomenduje się żadnych prac geologicznych w tym obszarze.

6.3.1.6. Bariery i ograniczenia

Wykonana weryfikacja zasobów wymienionych złóż rud cyny wskazuje na negatywną ocenę perspektywiczności kamienickich koncentracji cyny, nawet w przypadku obniżenia minimalnej ważonej zawartości Sn z wymaganych 0,75% do 0,3–0,5%, podając jako główne

przyczyny: złożoną strukturę omawianych złóż i słaby stan rozpoznania, dużą zmienność zawartości cyny oraz drobnoziarnistość kasyterytu.

Do innej grupy zagadnień, rzutujących na potencjalne złoża rud cyny w paśmie kamienickim, należą ich odniesienia do warunków środowiskowych. I tak, złoża kamienickie zaliczone zostały w ujęciu kwalifikacji sozologicznej do klasy 2B, ze względu na ochronę wód leczniczych w Świeradowie Zdroju i Czerniawie Zdroju.

6.3.1.7. Wnioski

1. Mineralizacja kasyterytowa tworzy w obrębie łupków pasma kamienickiego wielostrefowe impregnacje, z których najbogatszych jest 5 stref głównych. Cechuje je: bardzo duża zmienność miąższości i zawartości Sn oraz drobnoziarnisty charakter kasyterytu, co powoduje niskie jego odzyski w próbach technologicznych, sięgające jedynie 30%.

6.3.2. Rudy niklu

6.3.2.1. Wstęp

W Polsce perspektywy wystąpień złóż rud niklu są związane z obszarem Dolnego Śląska, gdzie na bloku przedsudeckim już od ponad 100 lat znane są rudy krzemianowe Ni, które w Szklarach eksploatowano do 1983 r. Ponadto pewne koncentracje niklu w formie siarczkowej stwierdzone zostały w masywach skał ultrazasadowych, cechsztyńskiej formacji miedziowej oraz w rudach polimetalicznych ze złóż żyłowych, np. Czarnów, Kowary czy Chełmiec.

6.3.2.2. Kryteria bilansowości

Obecnie obowiązujące kryteria bilansowości dla wietrzeniowych rud niklu zostały wprowadzone Rozporządzeniem Ministra Środowiska w sprawie kryteriów bilansowości złóż kopalin (Dz. U. z 2001 r., Nr 153, poz. 1774, z późn. zm.), (tab. 6.3.2.1). Jednak policzone w ubiegłym stuleciu zasoby rud wietrzeniowych Ni w Polsce nie zostały zweryfikowane. Zasoby tych rud były obliczone wg starych kryteriów bilansowości, które zakładały m.in.: zawartość Ni w złożu $\geq 0,7\%$, minimalną miąższość złoża 1 m oraz stosunek miąższości nadkładu do rudy w złożu 2:1.

Tabela 6.3.2.1. Kryteria bilansowości dla złóż rud niklu wietrzeniowych w Polsce

Parametr	Jednostka	Wartość brzeżna
Maksymalna głębokość dokumentowania	m	100
Minimalna zawartość niklu (Ni) w próbce konturującej złożo	%	0,5
Minimalna średnia ważona zawartość niklu (Ni) w profilu złoża wraz z przerostami	%	0,5 (0,3)*
Minimalna zasobność złoża (Ni)	kg/m ²	30

* wartość pozabilansowa

6.3.2.3. Stan rozpoznania udokumentowanych złóż rud krzemianowych niklu

Złoża rud krzemianowych niklu typu wietrzeniowego związane są z paleozoicznymi masywami zserpentyinizowanych skał zasadowych i ultrazasadowych górnodewońskiej formacji ofiolitowej otaczającej blok sowiogórski. W kenozoiku serpentynity podległy intensywnemu i długiemu wietrzeniu, które doprowadziło do powstania krzemianowych rud niklu. Główne ich zasoby związane są z masywem Szklar, usytuowanym na wschód od kry sowiogórskiej, reprezentującym dolny człon kompleksu ofiolitowego. Masyw ten tworzy kilka odizolowanych wzgórz rozciągających się południkowo, na długości około 5 km i szerokości 1 km. Ruda niklu typu saprolitowego występuje w zwietrzelinie skał serpentynitowych w formie gniazd, kieszeni, żył i soczewek rozmieszczonych nieregularnie wzdłuż stref spękań i uskoków w masywie. Zwietrzelina ma zmienną miąższość od kilku do ponad 100 m, przeciętnie ok. 40 m. Ruda niklu, którą tworzą głównie uwodnione krzemiany niklowo-magnezowe, zawiera zmienne ilości od 0,7 do kilku % Ni. Bogate rudy występują przeważnie w przyspągowych partiach złoża, tam gdzie miąższość zwietrzeliny jest największa. Powodem zaniechania eksploatacji złoża w Szklarach były aspekty ochrony środowiska oraz wysoka energochłonność procesu metalurgicznego. Obszary złóż wietrzeniowych niklu w Szklarach były przedmiotem koncesji poszukiwawczych. Zasoby bilansowe w złożu Szklary wynoszą 14,6 mln t. ze 117 tys. t. Ni, natomiast zasoby niklu jako składnika towarzyszącego w złożach rud Cu monokliny przedsudeckiej i niecki północnosudeckiej wynoszą 56,4 tys. ton Ni.

6.3.2.4. Obszary oraz zasoby prognostyczne i perspektywiczne krzemianowych rud niklu

W obszarach wystąpień kenozoicznych powłok zwietrzelinowych na masywach serpentynitowych na bloku przedsudeckim można spodziewać się nowych zasobów krzemianowych rud Ni, w obszarach dotychczas nie objętych poszukiwaniami.

W ubiegłym stuleciu, oprócz złoża w Szklarach, rozpoznane zostały również nikłonośne zwietrzeliny serpentynitowe na innych masywach (Braszowice–Brzeźnica i Gogołów–Jordanów) w rejonie Grochowej–Braszowic, Wir–Gogołowa i Słupicy. Jednak według starych kryteriów bilansowości w złożach Grochów czy Gogołów–Wiry występują jedynie pozabilansowe rudy niklu o zasobach ok. 25 tys. t Ni, które można uznać za zasoby prognostyczne.

Za najbardziej interesujące dla innych wystąpień krzemianowych rud niklu należy uznać następujące obszary:

- na południowy zachód od Szklar w kierunku Braszowic (badania geofizyczne potwierdziły obecność skał zasadowych i ultrazasadowych pod utworami kenozoicznymi);
- na północ od Szklar w kierunku Przerzeczyna Zdroju (kontynuacja ofiolitu Szklar);
- na SW od wzgórza Braszowice;
- południowe zbocza wzgórza Grochowej;
- w północno-zachodniej części pokrywy zwietrzelinowej masywu serpentynitowego Gogołów–Jordanów w rejonie Wirek;
- w południowym obrzeżeniu masywu Gogołów–Jordanów w rejonie Słupicy.

We wszystkich wymienionych obszarach zasoby krzemianowych rud niklu są trudne do oszacowania, ze względu na brak dokładniejszego rozpoznania. Ich zasoby perspektywiczne i hipotetyczne są prawdopodobnie niewielkie i mogą wynosić od kilkunastu do kilkudziesięciu

tysięcy ton niklu, bowiem występują w odizolowanych gniazdach na powierzchniach od kilku do kilkunastu ha, pod zróżnicowanej miąższości przykryciem utworów kenozoicznych.

6.3.2.5. Wystąpienia magmowych rud siarczkowych niklu

Wystąpienia siarczków niklu i miedzi w dolnym członie ofiolitowym w masywach Gogołów–Jordanów, Braszowice–Brzeźnica i Nowa Ruda można zakwalifikować do kategorii hipotetycznych. Znane przejawy mineralizacji stanowią przesłanki dla rozpoznania nagromadzeń rud siarczkowych Ni-Cu typu likwacyjnego, związanych z ultrazasadowymi kumulantami sekwencji ofiolitowej. Jednak dotychczas stwierdzone przejawy mineralizacji nie zawierają ponad 1% Ni, pomimo istniejących anomalii hydrochemicznych i chemicznych zarówno w północnej, jak i południowej osłonie gnejsów sowiogórskich.

6.3.2.6. Rekomendacje dalszych prac

Dalsze prace poszukiwawcze, takie jak nowoczesne badania geofizyczne (magnetyka, VLF) i geochemiczne (podglebowe) oraz płytkie wiercenia (20–100 m) powinny objąć obszary wystąpień zwietrzelin serpentynitowych na masywach: Szklar, Braszowice–Brzeźnica i Gogołów–Jordanów. Ze względu na niewielkie i gniazdowe formy wystąpień wietrzeniowych rud niklu prace geofizyczne i geochemiczne powinny mieć charakter szczegółowych profilowań.

Udokumentowane w ubiegłym stuleciu niewielkie ilości pozabilansowych rud niklu w złożach Grochów i Gogołów–Wiry na Dolnym Śląsku wymagają obecnie weryfikacji według nowych kryteriów bilansowości.

6.3.2.7. Bariery i ograniczenia

Ograniczeniem dla poszukiwań i udostępnienia jest forma występowania rud wietrzeniowych Ni w postaci niewielkich i odizolowanych gniazd o małych zasobach.

Z kolei poważnym ograniczeniem w prowadzeniu prac poszukiwawczych za siarczkowymi rudami Ni-Cu typu likwacyjnego na Dolnym Śląsku jest występowanie chronionych obszarów środowiskowych, w tym Natura 2000 oraz ich duże zalesienie.

6.3.2.8. Wnioski

1. Zasoby prognostyczne rud niklu występujących w zwietrzelinach serpentynitowych wokół bloku gnejsowego Gór Sowich na Dolnym Śląsku wynoszą ok. 25 tys. t niklu.
2. Wraz z intensyfikacją poszukiwań można oczekiwać przyrostu zasobów krzemianowych rud niklu, głównie w niewielkich i odizolowanych gniazdach w zwietrzelinach serpentynitowych masywów Szklar, Braszowice–Brzeźnicy i Gogołowa–Jordanowa.
3. Istnieją przesłanki dla występowania hipotetycznych magmowych złóż rud Ni-Cu typu likwacyjnego związanych z ultrazasadowymi kumulantami sekwencji ofiolitowej w masywach: Gogołów–Jordanów, Braszowice–Brzeźnica i Nowa Ruda.

6.3.3. Rudy złota

6.3.3.1. Wstęp

Poszukiwania i wydobycie złota na obszarze Polski mają długą, ponad 1000-letnią tradycję. Już w VI w. przemywano piaski złotonośne w dolinach rzek Kaczawa i Bóbr na Dolnym Śląsku, a produkcja złota ze złóż okrucowych i pierwotnych z rejonu dolnośląskiego, w latach 1175–1492, mogła osiągnąć łącznie nawet 50 t. Późniejsze całkowite wydobycie złota było znacznie niższe, pomimo wielowiekowej eksploatacji złoża skarnowego w Żłotym Stoku oraz kilku niewielkich złóż żyłowych jeszcze na początku XX w. Obecnie złoto w Polsce jest pozyskiwane jedynie ze szlamów po rafinacji miedzi i srebra w hutach KGHM Polska Miedź SA., jako składnik towarzyszący rudom Cu w złożach na monoklinie przedsudeckiej.

6.3.3.2. Kryteria bilansowości

Obowiązujące kryteria bilansowości dla pierwotnych (żyłowych, skarnowych, stratoidalnych) i okrucowych złóż złota są zawarte w Rozporządzeniu Ministra Środowiska w sprawie kryteriów bilansowości złóż kopalin (Dz. U. z 2001 r., Nr 153, poz. 1774, z późn. zm.) (tab. 6.3.3.1 i 6.3.3.2)

Tabela 6.3.3.1. Kryteria bilansowości dla złóż pierwotnych złota (żyłowe, skarnowe, stratoidalne) w Polsce

Parametr	Jednostka	Wartość brzeźna
Maksymalna głębokość dokumentowania	m	1250
Minimalna średnia ważona zawartość złota (Au) w profilu złoża wraz z przerostami, a w przypadku obecności miedzi, której średnia zawartość w profilu złoża jest większa od 0,5%, minimalna średnia ważona zawartość ekwiwalentna złota (Au) z uwzględnieniem zawartości miedzi (Cu) i srebra (Ag) $Au_e = (g/t Au) + 2 (\% Cu) + 0,01 (g/t Ag)$	g/t	2,5
Minimalna zasobność złoża (Au), w przypadku obecności miedzi, której średnia zawartość w profilu złoża jest większa od 0,5% (Au_e)	g/m ²	5

Tabela 6.3.3.2. Kryteria bilansowości dla złóż złota (okrucowe) w Polsce

Parametr	Jednostka	Wartość brzeźna
Maksymalna głębokość dokumentowania	m	50
Minimalna średnia ważona zawartość złota (Au) w profilu złoża wraz z przerostami	g/m ³	0,5
Minimalna zasobność złoża (Au)	g/m ²	5

6.3.3.3. Stan rozpoznania złóż udokumentowanych

W Polsce nie ma udokumentowanych pierwotnych ani okruchowych złóż złota. Zasoby złota udokumentowane zostały w 1954 r. w złożu rud arsenu w Żłotym Stoku na Dolnym Śląsku. Pozostałe, po zamknięciu kopalni w 1960 r., w złożu zasoby wynoszą około 0,537 mln t rudy arsenowej zawierającej około 1500 kg Au.

6.3.3.4. Obszary oraz zasoby prognostyczne, perspektywiczne i hipotetyczne dla złota pierwotnego

Ze względu na stosunkowo nierównomierne rozpoznanie wystąpień złota pierwotnego w Polsce za najbardziej interesujące dla jego nagromadzeń należy uznać:

- piaskowcowo-ilaste utwory z pogranicza czerwonego spągowca i cechsztynu oraz zalegające powyżej łupki miedzionośne basenu cechsztyńskiego w SW Polsce,
- strefy kontaktowo-metasomatyczne wokół intruzji granitoidowych i porfirowych w waryscydach Polski południowej,
- zmetamorfizowane osadowe i wulkaniczne (bimodalne) formacje paleozoiczne Sudetów i bloku przedsudeckiego.

Monoklina przedsudecka

W obrębie cechsztyńskiej serii miedzionośnej, złoto występuje w utworach o charakterze redukcyjnym (z mineralizacją siarczkową), a przede wszystkim w utworach utlenionych Rote Fäule (z mineralizacją hematytową). Największe zawartości złota obecne są w brzeźnych partiach obszarów utlenionych w pasie od Bytomia Odrzańskiego, poprzez centrum Gaworzyc, do Radwanic i jego pogranicza z obszarami górniczymi Sierszowice i Polkowice, a następnie – już na obszarach górniczych – poprzez Polkowice, aż do zachodnich krańców Lubina. Obszar perspektywiczny występowania złota w złożach rud Cu-Ag na monoklinie przedsudeckiej wyznaczony został przy zawartości brzeźnej 100 ppb Au w próbce. Średnia miąższość i zawartość złota zmienia się od 1,05 m i 105 ppb na obszarze Bytomia Odrzańskiego, poprzez 1,39 m i 403 ppb Au w rejonie Gaworzyc, do 1,26 m i 495 ppb w rejonie Radwanic. Ogółem, na wskazanym obszarze o łącznej powierzchni 184 km², znajduje się ok. 256 ton złota (tab. 6.3.3.3), któremu towarzyszy ok. 29 t Pt i 39 t Pd. Złoto w utworach utlenionych występuje głównie w formie drobnodispersyjnej (< 5µm średnicy) w postaci własnych faz mineralnych (złoto rodzime, elektrum) w paragenezie z hematytem, kowelinem, bornitem i materiałem organicznym lub z chalkozynem, digenitem, clausthalitem i arsenkami Ni, Co i Pd, oraz w postaci podstawień izomorficznych w siarczkach Cu, Ag i arsenkach Pd.

Uwzględniając wszystkie dostępne wyniki, w obszarze złożowym Polkowic wyodrębniono bloki z najbogatszą mineralizacją metalami szlachetnymi przy brzeźnej zawartości 500 ppb Au w próbce, o średniej miąższości 0,23 m i średniej zawartości 2,37 ppm Au, z zasobami prognostycznymi w ilości ok. 86 t Au. Testy wzbogacalności metodą separacji grawitacyjnej i flotacją wykazały, że opłacalny jest odzysk złota z rudy zawierającej ponad 1,627 ppm Au i 0,67% Cu.

Tabela 6.3.3.3. Zasoby perspektywiczne złota w zachodnim otoczeniu obszaru złoża Lubin–Sieroszowice

Obszar	Zasoby perspektywiczne złota w tonach
Gaworzyce	ok. 130
Bytom Odrzański	ok. 51
Radwanice	ok. 75
Razem	ok. 256

Podobnie, jak na obszarze złóż rud Cu-Ag Lubin–Sieroszowice, także w innych rejonach na monoklinie przedsudeckiej utlenione odmiany białego spągowca i łupku miedzionośnego wzbogacone są w złoto (średnia zawartość złota zmienia się w zbadanych profilach od 100 do 600 ppb), co oznacza, że wszystkie obszary utlenione należy traktować jako potencjalnie złotonośne. Najwyższe zawartości (od 500 do 2000 ppb) stwierdzono w próbkach utlenionego łupku miedzionośnego w rejonach Zielonej Góry i Ostrowa Wielkopolskiego, gdzie średnia zawartość złota w przeciętnym interwale złotonośnym o miąższości 0,4–0,6 m zmienia się w zakresie od 100 do 140 ppb.

Niecka północnosudecka

W niecce północnosudeckiej złoto związane jest z utworami utlenionymi w 2 rejonach: Lena–Nowy Kościół, Konrad–Wartowice i śladowo w okolicach Lutolu (<0,2 ppm). W profilach rejonu Lena–Nowy Kościół, rejestrowano zarówno bardzo zmienną miąższość interwału złotonośnego (w granicach od kilkunastu centymetrów do 2 m), jak i średnie zawartości (od kilkudziesięciu do ok. 1000 ppb Au), dlatego szacunki ilości złota zgromadzonego w utworach utlenionych tego rejonu są bardzo utrudnione i nie ma podstaw do wydzielenia zasobów prognostycznych i perspektywicznych. Niemniej, na powierzchni ok. 80 km² można spodziewać się obecności zasobów hipotetycznych w ilości ok. 24 t Au.

Inne obszary w waryscydach południowej Polski

Wokół wystąpień waryscyjskich intruzji granitoidowych i porfirowych zarówno w Sudetach, jak i w strefie kontaktu bloku małopolskiego z blokiem górnośląskim istnieją możliwości rozpoznania wystąpień złota typu kontaktowo-metasomatycznego (skarny, berezyty) oraz żyłowego, pozwalające jedynie na określenie zasobów hipotetycznych dla niektórych wystąpień.

W Sudetach, w dawnych obszarach górnictwa złotonośnych rud siarczkowych istnieje możliwość rozpoznania nowych ciał rud zalegających w postaci gniazd, soczewek czy żył w głębszych partiach. Szczególnie interesujące są obszary:

- w północno-zachodniej i wschodniej części osłony metamorficznej intruzji kłodzko-złotostockiej,
- na bloku przedsudeckim wzdłuż uskoku sudeckiego brzeżnego oraz
- rejon wschodniej osłony metamorficznej intruzji karkonoskiej na odcinku od Czarnowa do Miedzianki. Można oczekiwać tam wystąpień złota głównie w metasomatycznych i żyłowych rudach siarczkowych od 1 do 10 ppm Au i hipotetycznych zasobach od kilku do kilkunastu ton Au, zalegających na głębokościach do kilkuset metrów.

W strefie kontaktu bloku małopolskiego z blokiem górnośląskim najbardziej interesujące są obszary Doliny Będkowskiej i Pilicy, gdzie otworami na głębokości od 250 do 600 m stwierdzono zawartości do kilkunastu ppm Au w żyłkach kwarcowo-siarczkowych wokół górnokarbońskich intruzji granitoidowych.

W Górach Kaczawskich istnieją możliwości odkrycia niewielkich orogenicznych wystąpień żyłowych złota związanych ze zmetamorfizowanymi osadowo-wulkanicznymi formacjami paleozoicznymi. W południowej części struktury kaczawskiej obiecujący jest obszar skatklazowanych łupków paleozoicznych o szerokości ok. 10 km i długości ok. 50 km na odcinku od Ubocza koło Gryfowa po Mysłów. Można spodziewać się w nim złota nie tylko w obrębie starych obszarów kopalnictwa Au, ale również pomiędzy tymi obszarami, gdzie żyły złotonośne nie wychodzą na powierzchnię. Strefy żył rudnych utworzyły się najprawdopodobniej na całym obszarze sfałdowanych i słabo zmetamorfizowanych łupków (grafitowych i/lub zieleńcowych). Podobnie w rejonie opuszczonego złoża w Radzimowicach, w strefie górnokarbońskiej intruzji porfirów, istnieją możliwości wystąpień mezo- i epitermalnych żył kwarcowo-siarczkowych ze złotem. Zasoby hipotetyczne rejonu (Radzimowice–Lipa–Grudno) można ocenić na 5–10 ton Au. W sumie zasoby złota w żyłach Gór Kaczawskich mogą wynosić od kilkunastu do kilkudziesięciu ton Au. Złoto występuje tu głównie w formie submikroskopowej w siarczku (As, Fe), jak i drobnoziarnistej. Rudy siarczkowe zawierają od kilku do kilkunastu ppm Au, a lokalnie nawet >100 ppm oraz domieszki Ag, Bi i Te.

Obszarami hipotetycznymi dla wystąpień złóż złota są słabo rozpoznane, znajdujące się pod przykryciem utworów kenozoicznych, jednostki bloku przedsudeckiego oraz Sudetów Wschodnich. W rejonie Głuchołazów istnieją szanse na przedłużanie występującej w Czechach formacji złóż pirytowo-polimetalicznych ze złotem typu SEDEX.

6.3.3.5. Złoto okrucowe

Wystąpienia złota okrucowego w Polsce są związane ze zwirowo-piaszczystymi formacjami kenozoiku w Sudetach i na bloku przedsudeckim. W Sudetach złoto okrucowe pospolicie występuje w osadach łozyskowych współczesnych strug wodnych, od śladów (pojedynczych złocin w 1 m³ osadu) do maksymalnie kilkuset miligramów na m³. Było ono, wraz z towarzyszącymi mu minerałami ciężkimi, przedmiotem prowadzonych na szeroką skalę regionalnych prac rozpoznawczych. Na ich podstawie, jak również na podstawie prac geologów niemieckich (dotyczących w głównej mierze historycznie udokumentowanych robót górniczych za złotem okrucowym, po wojnie ponownie opisanych przez geologów czeskich i polskich, w rejonie Złotoryi, Jeleniej Góry i Głuchołazów) można wydzielić co najmniej kilkanaście rejonów występowania złota we współczesnych strugach wodnych zlewni Wierzbiaka, zlewni potoku Żeliszewskiego, doliny środkowej Skory, doliny środkowej Kaczawy, okolic Tapadeł i Uliczna, zlewni Złotouchy, wododziału Nysy Szalonej i Strzegomki, wododziału Złotego Potoku i Bystrzycy, zlewni Sierpnicy, doliny górnego Prudnika, okolic Sulikowa, zlewni Brusznika, okolic Kościelniki–Szyszkowa i Złotnik Lubańskich.

Liczne przejawy złota okrucowego w Sudetach i na bloku przedsudeckim, o średnich zawartościach nieprzekraczających z reguły 0,1 g/m³, związane są z plejstoceniowymi i holoceńskimi osadami tarasów rzecznych Bobru, Kaczawy, Kwisy i Nysy Kłodzkiej oraz ich dopływów, jak również neogeńskimi kwarcowymi, oligomiktycznymi rzeczными żwirami okolic Lwówka Śląskiego i Bolesławca. Jedyne kilka z tych tarasów, charakteryzujących się

szerokim rozprzestrzenieniem poziomu złotonośnego, posiada zasoby perspektywiczne rzędu od kilkudziesięciu do kilkuset kilogramów (tab. 6.3.3.4). Zasoby te zostały oszacowane według obowiązujących w latach 80. ubiegłego stulecia kryteriów bilansowości dla złóż złota okrucowego. Kryteria dla okrucowych zasobów perspektywicznych muszą uwzględniać kilka parametrów, które jak pokazują dane w poniższej tabeli mogą zmieniać się w szerokim zakresie. W wielu obszarach, np. Rakowice, Kraszowice zostały one w znacznym stopniu uszczuplone wskutek wybierania piasków i żwirów w ostatnim dwudziestoleciu.

Tabela 6.3.3.4. Zasoby perspektywiczne złota okrucowego w osadach dolin rzecznych Bobru i Kwisy w Sudetach

Obszar	Zasoby perspektywiczne (kg)	Powierzchnia (km ²)	Miąższość (m)	Zawartość (mg/m ³)	Ilość wierceń
Rakowice	226,4–376,6	1,0	3,5–11,5	54	18
Winna Góra	1 000	4,5	2,9	84,2	6
Kraszowice	400	2,0	2,5	88,8	4
Suszki–Włodzice	600	1,63	3,8	97,6	7
Dolina Oldzy	88	2,0	2,6	około 17	7
Razem	2 314,4–2 464,6				

Sudeckie punktowe przejawy złota okrucowego w redeponowanych eluwiach glin zwałowych złodowaceń skandynawskich i w brukach morenowych z okolic Lubomierza, cechujące się zawartościami dochodzącymi nawet do 0,2-0,3 g/m³, mogą być jedynie uznane za ważną przesłankę poszukiwawczą.

Okrucowe wystąpienia złota w holocenijskich rzecznych osadach zlewni Popradu w rejonie Szczawnicy w Pieninach i Sanu w okolicach Baligrodu w Bieszczadach mają jedynie znaczenie mineralogiczne.

6.3.3.6. Złoto antropogeniczne

Na obecnym etapie rozpoznania, wystąpienia złota antropogenicznego (technogenicznego) w Polsce związane są z odpadami górniczymi i hutniczymi dawnych i obecnych kopalń rud złota, arsenu i metali kolorowych, jak również odpadami poeksploatacyjnymi kopalń kruszywa naturalnego.

Złoto antropogeniczne w Polsce występuje w następujących typach odpadów przemysłowych: szlamach poflotacyjnych dawnego górnictwa rud arsenu w Złotym Stoku (tab. 6.3.3.5), szlamach poflotacyjnych górnictwa rud miedzi w Lubińsko-Głogowskim Zagłębiu Miedziowym, w odpadach górniczych (kamieniu) i żużlach hutniczych dawnych sudeckich kopalń i hut arsenu, złota oraz metali kolorowych (Złoty Stok, Czarnów, Miedzianka, Klecza–Radomice, Radzimowice i Muchów–Myślubórz), w średniowiecznych odpadach po eksploatacji złota okrucowego (Suszki–Włodzice, Bielanka, Płakowice–Nowy Dworek, Złotyryja, Głuchołazy), jak również we współczesnych odpadach po eksploatacji złóż kruszywa naturalnego (m.in. Rakowice, Bolesławiec). Nagromadzenia złota powstałe na drodze różnorodnych procesów technologicznych cechują się skomplikowaną budową i kapryśnym rozmieszczeniem metalu w profilu utworów antropogenicznych. Zasoby złota w tych utworach zaklasyfikowano do per-

spektywicznych, a kryteria są różne w zależności od rodzaju odpadów. Na przykład dla hałd po górniczych kopalnictwa złota w Sudetach brano pod uwagę zawartości Au powyżej 0,5 ppm w próbkach. Z kolei dla przemitych okruczowych zwałów pogórnich w rejonie Kopacza czy Głuchołazów zawartości na poziomie kilkudziesięciu mg Au w 1m³ osadu.

Tabela 6.3.3.5. Zasoby perspektywiczne złota antropogenicznego w Polsce

Obszar	Rodzaj odpadów	Zasoby (kg Au)
Złoty Stok	szlamy arsenowe	1 200–1 380
Lubińsko-Głogowskie Zagłębie Miedziowe	szlamy anodowe, szlamy flotacyjne	< 200
Sudety (Radzimowice Czarnów, Miedzianka, Klecza–Radomice, Muchów–Myślubórz)	hałdy odpadów górniczych (tzw. kamień)	100–150
Kopacz k/Złotoryji i Głuchołazy	przemity okruczowe zwały pogórnice	30–50
Miedzianka–Janowice Wlk.	żużle hutnicze	kilka
Razem		1 530–1 780

Zasoby prognostyczne i perspektywiczne złota pierwotnego w Polsce dla różnych jego wystąpień szacuje się łącznie na niemal 350 ton (tab. 6.3.3.6). Największe jego ilości obecne są w utworach utlenionych cechsztyńskiej serii miedzionośnej (342 tony Au), jednak trudne do pozyskania. Zasoby złota okruczowego i antropogenicznego na Dolnym Śląsku są niewielkie, a możliwości jego odzysku ograniczone.

Tabela 6.3.3.6. Zasoby prognostyczne oraz perspektywiczne złota w Polsce

Rodzaj/obszar	Zasoby prognostyczne (t)	Zasoby perspektywiczne (t)
Utwory utlenione cechsztyńskiej serii miedzionośnej/Polkowice	86	–
Utwory utlenione cechsztyńskiej serii miedzionośnej/monoklina przedsudecka	–	256
Złoto okruczowe/Sudety	–	2,3–2,5
Złoto antropogeniczne/Dolny Śląsk	–	1,5–1,8
Razem	86	259,8–260,3

6.3.3.7. Rekomendacje dalszych prac

Prace poszukiwawcze powinny objąć żyłowe nagromadzenia złotonośnych siarczków w strefach wystąpień warwicyjskich intruzji granitoidowych na obszarze Dolnego Śląska. Prace geologiczne powinny zostać przeprowadzone przede wszystkim w dawnych obszarach kopalnictwa złota w Sudetach, takich jak: Radzimowice, Klecza–Radomice, Czarnów–Miedzianka, Złoty Stok). W ramach tych prac należy wykonać zdjęcie geochemiczne i geofizyczne (np. metodami VLF, IP), które należy zweryfikować płytkimi wierceniami kierunkowymi (100–300 m). Rozpoznanie rud w dawnych obszarach kopalnictwa Au powinno być podstawą podjęcia prac w skali regionalnej, np. jednostki Pilchowic i Bolkowa w Górach Kaczawskich.

Mineralizacja Au (z platyną i palladem), obecna w utlenionych utworach kontaktu cechsztyń/czerwony spągowiec (płonnych w miedź i srebro), powinna być badana w dostępnych rdzeniach wiertniczych równocześnie z prowadzonymi badaniami mineralizacji Cu-Ag, zwłaszcza przy rozpoznawaniu obszarów perspektywicznych, gdyż złoto i platynowce stanowią istotny składnik towarzyszący. Ważnym zagadnieniem jest dokładne zbadanie stopnia zmienności przestrzennej mineralizacji złota zarówno w wierceniach naftowych, jak również w obszarach eksploatacji rud Cu-Ag oraz w strefach ich wystąpień pod niewielkim nakładem młodszych utworów. W niecce północnosudeckiej należy zweryfikować możliwość rozprzestrzeniania się powierzchniowych wystąpień złota płytkimi wierceniami w ramach zadań dla Państwowej Służby Geologicznej. Podobnie należałoby zweryfikować w polskiej części Sudetów Wschodnich kontynuację złóż typu SEDEX ze złotem, znanych wzdłuż naszej granicy po stronie czeskiej. Dalszych prac wymagają również wystąpienia złotoonośnych siarczków rozpoznanych w pojedynczych wierceniach ze strefy kontaktu bloków małopolskiego z blokiem górnośląskim.

W przypadku dolnośląskich złóż kruszywa naturalnego, pełniejsze gospodarcze wykorzystanie złota okrucowego (i towarzyszących mu ciężkich minerałów użytecznych) wymagałoby uwzględnienia jego zasobów jako kopaliny towarzyszącej w dokumentacjach geologicznych. Z uwagi na koncentrację przeważającej masy złota okrucowego w najgłębszych, spągowych partiach tych złóż, w trakcie eksploatacji poszczególnych złóż kruszywa naturalnego należałoby dążyć z jednej strony do maksymalnie pełnej ich odbudowy, z drugiej zaś jak najpełniejszego odzysku złota w trakcie przeróbki kruszywa naturalnego z pulpy ścierów oraz pulpy piaskowej i mułowej (mułowo-piaskowej).

Złoto okrucowe uwężone w dotychczas wytworzonych odpadach (zarówno w kopalniach kruszywa naturalnego, jak i w odpadach po średniowiecznych robotach górniczych) wymaga opracowania stosownej metodyki jego dokumentowania.

6.3.3.8. Bariery i ograniczenia

Ograniczeniem w prowadzeniu prac poszukiwawczych za złotem na Dolnym Śląsku, szczególnie w Sudetach, jest występowanie licznych obszarów chronionych programem Natura 2000. Poważnym utrudnieniem jest tam słabe odsłonięcie formacji rudonośnych, zalegających często pod przykryciem młodszych utworów, jak również górski oraz zalesiony teren. Ponadto, sudeckie siarczkowe, trudnowzbogacalne rudy złotoonośne zawierają znaczne ilości arsenu, którego emisja związków do środowiska wymaga dodatkowych zabezpieczeń.

Większość znanych wystąpień złota w utworach utlenionych (z wyjątkiem południowej części niecki północnosudeckiej) występuje na znacznych głębokościach, dlatego jego odzysk możliwy jest jedynie w przypadku rozpoczęcia głębinowej eksploatacji kopaliny głównej – rud Cu-Ag. Występowanie mineralizacji złota oddzielnie – obocznie względem rud miedziowo-srebrowych (z wyjątkiem mineralizacji Au-Pt-Pd podścielającej rudy Cu-Ag) oznacza konieczność oddzielnego rozpoznania i udokumentowania zasobów. Odzysk złota ze stref utlenionych towarzyszących cechsztyńskim rudom miedzi będzie wymagał opracowania, odrębnego niż w przypadku rud siarczkowych, procesu przeróbki rud.

Dla antropogenicznych nagromadzeń złota w Sudetach, znaczną barierą w możliwości jego odzyskania jest duża zmienność jego wystąpień w różnorodnych odpadach, niewielkie zasoby oraz wysokie koszty odzysku.

6.3.3.9. Wnioski

1. Zasoby perspektywiczne złota pierwotnego w Polsce związane są głównie z wystąpieniami piaskowcowo-ilastych osadów z pogranicza czerwonego spągowca i cechsztynu w SW Polsce. Są trudne do oszacowania ze względu na dużą zmienność zawartości Au w profilu litologicznym oraz w rozprzestrzenieniu lateralnym. Największe nagromadzenia złota występują w strefach bezpośredniego kontaktu cechsztyńskich utworów facji utlenionej z facją redukcyjną. Zasoby prognostyczne w złożu Polkowice wynoszą 86 ton Au, a perspektywiczne można szacować na ok. 256 ton w całym obszarze złożowym monokliny przedsudeckiej.
2. W dawnych obszarach górnictwa złota w Sudetach istnieją szanse na rozpoznanie nowych zasobów trudnowzbogacalnych rud siarczkowych bogatych w złoto (o zawartościach Au 5–10 ppm), zalegających w postaci gniazd, soczew lub żył w głębszych partiach górotworu. Zasoby perspektywiczne w poszczególnych zarzuconych ośrodkach dawnego górnictwa złota (Radzimowice, Klecza–Radomice i in.) można szacować na > 5 t. Szczególnie interesujące są regionalne strefy ścinania intrudowane przez górnokarbońskie granitoidy i porfiry, zarówno w Sudetach, jak i na bloku przedsudeckim. W południowej części struktury kaczawskiej perspektywiczny dla wystąpień Au jest obszar skatklazowanych łupków paleozoicznych o szerokości ok. 10 km i długości ok. 50 km na odcinku od Ubocza po Mysłów.
3. Obszarami perspektywicznymi dla różnorodnych wystąpień złota są obszary warwicyjskiej aktywności pomagmowo-tektonicznej w strefie kontaktu bloku małopolskiego z blokiem górnośląskim.
4. Obszarami hipotetycznymi dla wystąpień złota są słabo rozpoznane jednostki bloku przedsudeckiego oraz Sudetów Wschodnich, znajdujące się pod przykryciem utworów kenozoicznych.
5. Zasoby perspektywiczne złota okruchowego w osadach dolin rzecznych Bobru, Kaczawy i Kwisy w Sudetach wynoszą 2,3–2,45 t, natomiast złota antropogenicznego na Dolnym Śląsku są trudne do oszacowania, niemniej można się spodziewać co najmniej 1,5–1,73 t złota.

6.3.4. Rudy molibdenu i wolframu

6.3.4.1. Wstęp

Liczne przejawy mineralizacji molibdenowo-wolfranowej, znane zwłaszcza w różnych jednostkach geologicznych Sudetów i bloku przedsudeckiego nie wskazały dotychczas koncentracji o charakterze złożowym. Dopiero trwające około 20 lat badania i prace rozpoznawcze w utworach prekambriu i paleozoiku północnego obrzeżenia GZW doprowadziły do rozpoznania i udokumentowania złoża typu porfirowego rud Mo-W-Cu w Myszkowie, na bloku małopolskim. Blok ten uchodzi za bardziej uprzywilejowany niż górnośląski dla tego typu złóż, tym bardziej, że rozpoznano na nim szereg anomalii oraz oznak występowania złóż porfirowych.

6.3.4.2. Kryteria bilansowości

Obecnie obowiązujące kryteria bilansowości zawarte w Rozporządzeniu Ministra Środowiska w sprawie kryteriów bilansowości złóż kopaliny (Dz. U. z 2001 r., Nr 153, poz. 1774, z późn. zm.) dla porfirowych złóż rud molibdenowo-wolframowo-miedziowych przedstawia tab. 6.3.4.1.

Tabela 6.3.4.1. Kryteria bilansowości dla złóż rud molibdenowo-wolframowo-miedziowych (porfirowych) w Polsce

Parametr	Jednostka	Wartość brzeżna
Maksymalna głębokość dokumentowania złoża	m	1000 (1200)*
Minimalna zawartość ekwiwalentna molibdenu (Mo) z uwzględnieniem zawartości wolframu (W) i miedzi (Cu) w próbce konturującej interwał rudy $Mo_e = (\%Mo) + 1,5 (\%W) + 0,3 (\%Cu)$	%	0,1
Minimalna średnia ważona zawartość ekwiwalentna molibdenu Mo_e w profilu wydzielonej części (bloku) złoża	%	0,1
Minimalna zasobność wydzielonej części (bloku) złoża (Mo_e)	m%	0,3 (0,15)*

* Wartości brzeżne ujęte w nawiasy dotyczą zasobów pozabilansowych

6.3.4.3. Stan rozpoznania złóż udokumentowanych

W latach 1975–1992, w wyniku intensywnej pracy wiertniczej, rozpoznano złożę rud molibdenowo-wolframowo-miedziowych w Myszkowie. Występuje ono na głębokości od ok. 200 do 1250 m, a średnia zawartość molibdenu i wolframu jest niska: 0,049% Mo i 0,041% W. Złożę to reprezentuje sztokwerkowy typ mineralizacji molibdenitowo-scheelitowej z miedzią i jest związane z granitoidami, porfirami i utworami ich osłony. Wykazuje charakterystyczną strefowość rozmieszczenia metali, typową dla złóż porfirowych. Zweryfikowane w ostatnich latach zasoby złoża Myszków wynoszą 550,8 mln t rudy zawierającej 295 tys. t Mo, 238 tys t W i 804 t Cu.

6.3.4.4. Obszary oraz zasoby perspektywiczne i hipotetyczne rud Mo i/lub W

Złoża porfirowe rud Mo-Cu-W i skarnowo-metasomatyczne rud Cu (Mo-Zn-Pb-Fe-Te) strefy kontaktowej bloku górnośląskiego i małopolskiego

Największe perspektywy występowania rud molibdenu i wolframu należy wiązać z utworami prekambryjsko-paleozoicznymi w strefie kontaktu bloków małopolskiego i górnośląskiego, gdzie obecna jest mineralizacja Mo-Cu-W typu porfirowego. Rudy Mo i W nie tworzą tu samodzielnych koncentracji, lecz współwystępują na ogół w asocjacji z chalkopirytem i pirytem w obrębie intruzji granitoidów i dajek porfirowych oraz w utworach ich osłony metamorficznej, reprezentowanej głównie przez metałowce i metamułowce ediakaru, w mniejszym stopniu syluru, a także przez skały węglanowe i węglanowo-klastyczne ordowiku i dewonu.

W strefie krawędziowej bloku małopolskiego wydzielono 5 rejonów perspektywicznych mineralizacji porfirowej Mo-Cu-W, gdzie średnie zawartości Mo ekwiwalentnego $Mo_e = (\%Mo) + 1,5 (\%W) + 0,3 (\%Cu)$ były na poziomie około 0,1%: Nowa Wieś Żarecka–Myszków–Mrzygłód, Żarki–Kotowice, Zawiercie, Pilica i Dolina Będkowska oraz rejon Mysłowa w strefie brzeżnej bloku górnośląskiego. Najbardziej interesującym jest rejon Nowa Wieś Żarecka–Myszków–Mrzygłód, usytuowany w bezpośrednim otoczeniu złoża Myszków. Najwięcej molibdenonośnych próbek ujawniono w okolicy Myszkowa, gdzie zarejestrowano ponad 200 próbek bruzdowych miąższości 3 m, o zawartości Mo w granicach 0,005–1,82%. Maksymalne koncentracje ujawniono w próbkach granitu i porfiru oraz żył kwarcowej

i metamułowcach ediakaru. Z pozostałych rejonów, najwięcej próbek punktowych o podwyższonej zawartości Mo (w granicach 0,005–0,88%) stwierdzono w okolicach Pilicy, Doliny Będkowskiej i Zawiercia. W rejonie Żarki–Kotowice, średnie zawartości w najbogatszych interwałach są niskie i nie przekraczają 0,01% Mo i W, lecz wobec wysokiej średniej zawartości miedzi (0,25%), Mo_e w najbogatszym interwale wynosi 0,09%.

Rejon Zawiercia z rozpoznąną wcześniej miedziową mineralizacją porfirowo-skarnową (z nieznacznym współudziałem Mo i W), wedle najnowszych badań wciąż stanowi obiecujący obiekt, lecz jego nieznaczna powierzchnia i skomplikowana budowa geologiczna są istotnymi czynnikami ograniczającymi możliwość wyznaczenia obszaru perspektywicznego.

W rejonie Pilicy mineralizacja molibdenowo-miedziowa występuje przede wszystkim w bardzo słabo wiertniczo spenetrowanym obszarze wokół otworów KH-1 i KH-2 (ze średnimi zawartościami w najbogatszych interwałach w granicach 0,02–0,03% Cu, 0,001–0,02% Mo i 0,001–0,003% W, przy maksymalnej średniej zawartości miedzi do 0,03%), który może ulec powiększeniu w stronę strefy uskokowej Kraków–Lubliniec.

Rozpoznanie obszaru Doliny Będkowskiej dziesięcioma odwiertami jedynie w centralnej jego części na obszarze o pow. ok. 11 km² jest znikome. Średnia zawartość w najbogatszych interwałach nie przekracza 0,005% Mo i 0,003% W, przy maksymalnej średniej zawartości miedzi w wysokości 0,03%. Znaczenie może mieć wyłącznie żyłkowe okruszcowanie polimetaliczne Cu (Mo-W-Zn-Pb-Au), związane z płytko występującymi żyłami porfirowymi i andezytowymi oraz utworami ediakaru.

We wszystkich wskazanych rejonach (w 71 próbkach z 21 otworów) ujawniono zawartość molibdenu ekwiwalentnego ponad 0,1%, najczęściej w rejonie Nowej Wsi Żareckiej–Myszkowa–Mrzygłodu, Doliny Będkowskiej i Zawiercia, lecz wyniki te nie są wystarczające dla okonturowania także obszarów perspektywicznych na podstawie Mo_e, jak w przypadku złoża Myszków.

W rejonie Mysłowa mamy do czynienia ze względnie ubogą mineralizacją Cu-Mo, w porównaniu z innymi rejonami z bloku małopolskiego. Średnia zawartość w najbogatszych interwałach nie jest wysoka i zawiera się w przedziale 0,02–0,06% Cu, 0,001–0,02% Mo i 0,001–0,003% W.

Na podstawie wielkości złoża Myszków (500x800x1000 m) i jego strefowości można sądzić, że przy obecnej gęstości siatki otworów istnieje jeszcze wiele rejonów bardzo słabo zbadanych, gdzie mogą istnieć ciała rudne porównywalne z tym złożem, a przede wszystkim z klasycznymi złożami porfirowymi Mo-Cu(±W), którymi są zwykle złoża o średniej wielkości (obszar 0,3–4 km²) i zmiennych zawartościach metali Mo, Cu, W w rudach.

Porfirowe i żyłowe rudy Mo(-Cu) i żyłowe na bloku przedsudeckim i w Sudetach

Na bloku przedsudeckim wystąpienia molibdenu (rzadziej wolframu) stwierdzone zostały przede wszystkim w granitoidowym masywie Strzegom–Sobótka, którego zachodnia część uważana jest za molibdenonośną. Można przyjąć, że przy obecnym stanie znajomości przejawów mineralizacji molibdenitowej, cały obszar pomiędzy Paszowicami i Strzegomiem o powierzchni ok. 120 km² jest hipotetycznym dla wystąpienia koncentracji Mo-Cu typu porfirowego. Główną przesłanką dla takich przypuszczeń są rozwinięte procesy pomagmowe w NW części masywu strzegomskiego, które przejawiają się występowaniem licznych pegmatytów z różnorodnym zespołem mineralnym, żył aplitowych oraz żył kwarcowych i kwarcowo-siarczkowych z molibdenitem.

W Sudetach liczne przejawy mineralizacji Mo-W-Sn wraz z REE oraz U-Th poznane zostały w wielu miejscach masywu karkonoskiego (m.in. Szklarska Poręba, Michałowice, Łomnica). Mineralizacja stwierdzona została w pegmatytach, żyłkach kwarcowych oraz na powierzchniach

spekań – głównie w aplogranitach i granitach typu porfirowego. Dane geochemiczne oraz liczne przejawy okruszcowania w granitach karkonoskich wskazują na silny rozwój procesów hydrotermalnych oraz możliwość uformowania się złóż rud Mo, które zostały najprawdopodobniej zerodowane w kenozoiku, lecz niektóre ze złóż żyłowych lub skarnowo-metasomatycznych molibdenitu w strefach jego kontaktów ze skałami metamorficznymi mogły nie ulec zniszczeniu. Obszar Karkonoszy stanowi Park Narodowy, a zatem działalność poszukiwawcza i ewentualnie eksploatacyjna mogą mieć jedynie ograniczony zakres.

Formacje czarnych łupków molibdenośnych

Molibden należy do grupy metali towarzyszących w rudach miedziowo-srebrowych formacji cechsztyńskiej, osiągających największe koncentracje w redukcyjnych odmianach łupku miedzionośnego oraz lokalnie w dolomicie granicznym i stropie białego spągowca. Średnia zawartość molibdenu w złożu rud miedzi wynosi 38 ppm (140 ppm w rudzie łupkowej oraz 19–24 ppm w rudzie węglanowej i piaskowcowej). W złożach rud Cu-Ag na monoklinie przedsudeckiej szacunkowe zasoby molibdenu wynoszą ok. 66,43 tys. t. Zasoby molibdenu związane są głównie ze spagowymi partiami łupku miedzionośnego, gdzie występuje on w postaci domieszek, głównie w pircie, chalkozyne i bornicie.

Podwyższone zawartości molibdenu wraz z wanadem, ołowiem i miedzią występują w sylurskiej formacji czarnych łupków grafitowych w metamorficznym kompleksie Gór Kaczawskich oraz w bogatych w substancję organiczną ordowickich czarnych łupkach dictyonemowych obniżenia podlaskiego w NE Polsce. Z uwagi na niskie zawartości molibdenu oraz brak odpowiednich technologii jego odzysku z tego typu skał, wymienione formacje czarnych łupków należy uznać za nieperspektywiczne.

Mineralizacja scheelitowa w strefach kontaktowych intruzji granitoidowych z osłonami metamorficznymi w Sudetach

Dotychczasowe rezultaty prac poszukiwawczych we wschodniej osłonie metamorficznej intruzji karkonoskiej wskazują na możliwość wystąpień małych ciał skarnowych z scheelitem oraz molibdenitem, a także żył kwarcowych z molibdenitem wzdłuż kontaktu granitu karkonoskiego ze skałami wschodniej osłony metamorficznej, na odcinku od rejonu Miedzianki i Mniszkowa po Czarnów.

Pojedyncze przejawy mineralizacji scheelitowej (średnio 0,184 do 0,223% WO_3) w rejonie Ptasznika w masywie kłodzko-złotostockim są uboższe w porównaniu z notowanymi w kontaktowo-metasomatycznych złożach scheelitu. Jednak ze względu na słabe rozpoznanie powierzchniowe wymagają weryfikacji oraz dokładniejszego rozpoznania. Obecnie wystąpienia wolframu w strefie Ptasznika można zakwalifikować do obszarów hipotetycznych.

Mineralizacja wolframowa w strefach grejzenizacji

Rozproszona mineralizacja wolframowa, głównie w formie scheelitu występuje w grejzenach w zachodniej części Pogórza Izerskiego na południe od Mirska, w strefie równoleżnikowej o długości do 12 km i szerokości około 0,3 km od Pobiednej poprzez Kamień do Rębiszowa. W pojedynczych próbkach koncentracje wolframu osiągają 1% WO_3 i są związane głównie z grejzenami kwarcowo-topazowymi oraz strefami muskowitowymi.

6.3.4.5. Rekomendacje dalszych prac

Dalsze bardziej szczegółowe prace poszukiwawcze za rudami Mo-Cu-W typu porfirowego oraz innych typów w rejonach wystąpień waryscyjskich intruzji granitoidowych w strefie kontaktu bloku małopolskiego z blokiem górnośląskim powinny w pierwszej kolejności objąć dotychczas wydzielone obszary anomalne. Prace te powinny być wsparte wykonaniem nowoczesnego i szczegółowego zdjęcia geofizycznego (grawimetria i magnetyka). Ich pozytywna interpretacja, uzupełniona rezultatami z prac archiwalnych, powinna być podstawą zaprojektowania uzupełniających prac wiertniczych. Poszukując złóż rud Mo-Cu-W należy również mieć na uwadze możliwość znalezienia innych typów mineralizacji (skarny Zn-Pb, żyły kwarcowe z Au) w strefach peryferycznych intruzji granitoidowych oraz skarnów polimetalicznych przy kontakcie granitoidów ze skałami węglanowymi ordowiku i dewonu.

W Sudetach i bloku przedsudeckim istotne dla dalszych poszukiwań mineralizacji Mo i (lub) W powinno być powierzchniowe zdjęcia geochemiczne i geofizyczne (np. grawimetria, magnetyka) w poszczególnych obszarach anomalnych (np. zachodnia część masywu strzegomskiego, strefy grejzenizacji na Pogórze Izerskim). Wykazane strefy anomalne należy zweryfikować płytkimi wierceniami (do 300 m).

6.3.4.6. Bariery i ograniczenia

Istotną barierą poszukiwań złóż rud Mo-Cu-W w strefie kontaktu bloku małopolskiego z blokiem górnośląskim jest stosunkowo duża głębokość ich wystąpień, a także fakt, że koncentracje metali zarówno w jednym udokumentowanym dotychczas złożu Myszków, jak i w rejonach perspektywicznych są raczej niskie. Dodatkowym ograniczeniem prac poszukiwawczych są uwarunkowania środowiskowe, ponieważ Dolina Będkowska znajduje się na obszarze Parku Krajobrazowego Dolinki Krakowskie, a rejony Żarek-Kotowice i Pilicy zlokalizowane są na obszarze Parku Krajobrazowego Orlich Gniazd i jego otuliny.

W obszarze dolnośląskim, barierę poszukiwań stanowią obszary objęte programem Natura 2000 oraz obszary chronionego krajobrazu.

6.3.4.7. Wnioski

1. Obszary perspektywiczne dla złożowych koncentracji rud Mo-Cu-W typu porfirowego oraz typu skarnowo-metasomatycznego mogą być wiązane z utworami prekambryjsko-paleozoicznymi intrudowanymi przez górnokarbońskie granitoidy oraz porfiry, w strefie kontaktu bloków małopolskiego i górnośląskiego oraz w regionie dolnośląskim.
2. Obszary perspektywiczne w strefie kontaktu bloków małopolskiego i górnośląskiego (Żarki-Kotowice, Zawiercie, Pilica, Dolina Będkowska i Mysłów) wymagają dodatkowych prac rozpoznawczych, a rejon Nowa Wieś Żarecka-Myszków-Mrzygłód po ich wykonaniu może zostać zakwalifikowany do obszarów prognostycznych.
3. Liczne przejawy mineralizacji molibdenowej i wolframowej w Sudetach zaliczono do kategorii hipotetycznych. Stanowią one przesłanki lub pojedyncze oznaki dla poszukiwań rud Mo i/lub W typu grejzenowego kontaktowo-metasomatycznego, porfirowego lub żyłowego.

7. KOPALINY CHEMICZNE

7.1. BARYT I FLUORYT

7.1.1. Wstęp

Baryt i fluoryt występują najczęściej we wspólnej paragenезie mineralnej, a w złożach żyłowych są kopalinami współwystępującymi. Główne wykorzystanie barytu wiąże się z aktywnością poszukiwań ropy i gazu, gdzie jest stosowany do produkcji ciężkich płuczek zawieszinowych. Coraz mniej barytu wykorzystuje się w przemyśle materiałów budowlanych, chemicznym, farbiarskim, gumowym, szklarskim. W Polsce ponowny wzrost zapotrzebowania na surowiec barytowy związany jest ze wzrastającą liczbą głębokich wierceń. Wydobywany dawniej we wspólnych złożach fluoryt nie był gospodarczo wykorzystywany.

W Polsce złoża barytu i barytowo-fluorytowe występują głównie na Dolnym Śląsku oraz w regionie świętokrzyskim. Dotychczas nie rozpoznano samodzielnych złóż fluorytu. Złoża i wystąpienia w Sudetach są związane z różnowiekowymi procesami hydrotermalnymi i metasomatycznymi w strefach tektonicznych, z reguły o głębokich założeniach. Z kolei wystąpienia barytu w Górach Świętokrzyskich są związane przede wszystkim z endogeniczną (hydrotermalną) mineralizacją, a także z mineralizacją egzogeniczną (osadowo-katageniczną i wietrzeńową). Obecnie znaczenie mogą mieć jedynie wystąpienia w Sudetach.

7.1.2. Kryteria bilansowości

O jakości kopaliny i możliwościach jej wykorzystania decyduje udział dwóch głównych składników użytecznych: barytu i fluorytu. W zależności od stosunku wagowego (k), obliczanego jako $\text{CaF}_2/\text{BaSO}_4$ w złożu, wyróżnia się złoża barytu ($k < 0,5$), barytowo-fluorytowe (k od 0,5 do 1,5) i fluorytu ($k > 1,5$). Jako domieszki w kopalinie występują siarczki Pb-Zn, a także niepożądane siarczki Cu i Fe, tlenki i wodorotlenki Mn i Fe oraz węglany i kwarc. Obowiązujące kryteria bilansowości dla złóż barytu, fluorytu i barytowo-fluorytowych wprowadzono Rozporządzeniem Ministra Środowiska w sprawie kryteriów bilansowości złóż kopalin (Dz. U. z 2001 r., Nr 153, poz. 1774, z późn. zm.), (tab. 7.1.1–7.1.3).

Tabela 7.1.1. Kryteria bilansowości dla złóż barytu

Parametr	Jednostka	Wartość brzeźna
Maksymalna głębokość dokumentowania	m	500
Minimalna średnia zawartość BaSO_4 w profilu złoża	%	50
Minimalna zasobność złoża (BaSO_4)	m%	30
Stosunek wagowy $\text{CaF}_2/\text{BaSO}_4$	m%	< 0,5

Tabela 7.1.2. Kryteria bilansowości dla złóż barytowo-fluorytowych

Parametr	Jednostka	Wartość brzeźna
Maksymalna głębokość dokumentowania	m	500
Minimalna średnia zawartość CaF ₂ w profilu złoża	%	15
Minimalna ekwiwalentna zawartość (BaSO ₄) _e z uwzględnieniem zawartości CaF ₂ w profilu złoża (BaSO ₄) _e =BaSO ₄ +CaF ₂	%	50
Minimalna zasobność złoża [(BaSO ₄) _e]	m%	30
Stosunek wagowy CaF ₂ /BaSO ₄		od 0,5 do 1,5

Tabela 7.1.3. Kryteria bilansowości dla złóż fluorytu

Parametr	Jednostka	Wartość brzeźna
Maksymalna głębokość dokumentowania	m	500
Minimalna średnia zawartość CaF ₂	%	20
Minimalna zasobność złoża (CaF ₂)	m%	40 (30)*
Stosunek wagowy CaF ₂ /BaSO ₄	m%	>1,5

* wartości dla zasobów pozabilansowych

7.1.3. Stan rozpoznania złóż udokumentowanych

W ciągu ostatnich 20 lat w gospodarce kopalinami barytowo-fluorytowymi w Polsce zaszły radykalne zmiany. Do roku 1997 eksploatacja barytu i fluorytu była prowadzona sposobem podziemnym w dwóch złożach – Stanisławów koło Jawora i Boguszów koło Wałbrzycha. Koncentraty produkował wspólny zakład wzbogacania w Boguszowie. Od 1998 roku nie notuje się zmian zasobów w udokumentowanych złożach z powodu zaniechania wydobywania. W latach 1999–2006 w zakładzie przerobczym produkowano flotacyjną mączkę barytową na bazie odpadów nagromadzonych w stawach osadowych.

Według stanu na koniec 2009 r. w Polsce było udokumentowanych 5 złóż barytu i barytowo-fluorytowych. Złoże w Jeżowie Sudeckim jest niezagospodarowane, pozostałe należą do zaniechanych (tab. 7.1.5).

W regionie świętokrzyskim stan udokumentowania zasobów nie zmienił się od wielu lat. Status udokumentowanego złoża ma jedno wystąpienie kopaliny barytowej – zaniechane złoże Strawczynek.

7.1.4. Obszary oraz zasoby prognostyczne i perspektywiczne

Ze względu na niewielki zasięg nowych prac poszukiwawczo-rozpoznawczych w ostatnim dwudziestolecu nie zmienił się – za wyjątkiem otoczenia złóż barytowo-fluorytowych w Stanisławowie i w Jeżowie Sudeckim – stan rozpoznania zasobów prognostycznych i perspektywicznych barytu i fluorytu.

W regionie dolnośląskim aktualny pozostaje podział mineralizacji barytowej i fluorytowej na wcześniej już wyróżnione formacje złożowe: charakterystyczne typy złóż o określonym składzie chemicznym i zbliżonych warunkach powstawania. Jako najbardziej perspektywiczną wskazuje się formację barytowo-fluorytową, co zostało potwierdzone późniejszymi pracami geologiczno-złożowymi i wynikami ostatniej analizy metalogenicznej dla regionu dolnośląskiego.

Do obszarów prognostycznych zaliczyć można otoczenie złóż: Stanisławów, Jeżów Sudecki i Głuszycza, a do perspektywicznych – otoczenie złoża Jedlinka i rejon Kletno–Śnieżnik (tab. 7.1.4).

Tabela 7.1.4. Zasoby prognostyczne i perspektywiczne barytu i fluorytu na Dolnym Śląsku

Nazwa obszaru	Powiat	Zasoby (tys. t)	
		prognostyczne	perspektywiczne
Baryt			
Woj. dolnośląskie			
Stanisławów	Jawor	2090	–
Jeżów Sudecki	Jelenia Góra	300	–
Głuszycza	Wałbrzych	100	–
Jedlina-Zdrój	Wałbrzych	–	100
Woj. świętokrzyskie			
Strawczynek II	Kielce	–	1570
Razem		2490	1670
Fluoryt			
Woj. dolnośląskie			
Stanisławów	Jawor	242	–
Jeżów Sudecki	Jelenia Góra	50	–
Kletno–Śnieżnik	Kłodzko	–	100
Razem		292	100

Obszar prognostyczny w Stanisławowie wyznaczono w SE skrzydle złoża, w jego głębszych poziomach. Wiązkę żył rozpoznano do głębokości około 1000 m, a ciągłość złoża potwierdzono do 650–800 m. Udział fluorytu wzrasta wraz z głębokością i w żyłach towarzyszących. Zasoby kopaliny oszacowano dla sześciu żył (ekstrapolacja wartości miąższości i jakości złoża z otworów brzeżnych, dla poszczególnych rodzajów kopaliny). Zasoby kopaliny barytowej szacuje się na 2090 tys. ton, przy zawartości $BaSO_4$ od 66,72 do 75,61%. Zasoby kopaliny barytowo-fluorytowej szacuje się na 141 tys. ton, przy zawartości $BaSO_4$ rzędu 40% i CaF_2 rzędu 25–30%. Zasoby kopaliny fluorytowej oszacowano na 242 tys. ton, przy zawartości CaF_2 od 43,37 do 56,67%. Obszar prognostyczny w Jeżowie Sudeckim wyznaczono w zachodnim przedłużeniu złoża. Mineralizacja występuje w formie jednej-dwóch nieciągłych żył i soczew. Zasoby barytu szacuje się na 300 tys. ton; a fluorytu na 50 tys. ton, przy zmiennej zawartości $BaSO_4$ od 18 do 99% i CaF_2 około 8%. Te dwa wystąpienia należą do formacji barytowo-fluorytowej.

Wzdłuż SE strefy krawędziowej bloku Gór Sowich stwierdzono liczne przejawy dwóch typów mineralizacji: żyłowej barytowo-polimetalicznej w obrębie bloku sowiogórskiego i uranowej, rozproszonej i drobnożyłkowej w osadowych utworach depresji śródsudeckiej. Strefa ma

charakter skomplikowanego systemu dyslokacyjnego. W rejonie Głuszycy wyznaczono obszar prognostyczny, który obejmuje całe złożo barytu (jego zasoby nie zaliczono do bilansowych), wraz z przedłużeniem po biegu i po upadzie. Do głębokości 20 m stwierdzono robotami górniczymi istnienie ośmiu żył i ich odgałęzień. Długość wychodni dochodzi do 220 m, miąższość żył jest zmienna (0,1–1,6 m). Średnia zawartość $BaSO_4$ wynosi 84,78%, przy stosunkowo niskiej zawartości Fe_2O_3 (śr. 4,58%) i wysokiej podatności na wzbogacanie. Obszar perspektywiczny w rejonie Jedliny-Zdroju wyznaczono na północnym przedłużeniu złoża barytu Jedlinka. Strefa mineralizacji o długości 900 m, obejmująca dwie żyły (środkową i północną), stanowi wypełnienie szczeliny tektonicznej (dyslokacja Szczawno-Głuszycza). Żyła środkowa jest nieciągła i ma zmienną miąższość; żyła północna – eksploatowana przed II wojną – na wielu odcinkach jest ślepa. Średnia zawartość $BaSO_4$ w złożu wynosi 60%. Wystąpienie to należy do formacji barytowo-węglanowej.

Pozostałe, choć liczne wystąpienia barytu, które były obiektem prac badawczo-rozpoznawczych po II wojnie, nie mają dziś znaczenia. Analiza poniemieckich materiałów kartograficznych lub też źródłowych danych geologiczno-górniczych wykazała, że część znanych żył została wyeksploatowana łącznie z kruszcami, np. żyły w Lubachowie, Bystrzycy Górnej, Przegorzałach, Dzieńmorowicach, Srebrnej Górze; inne zostały zniszczone w czasie dawnych robót górniczych: np. żyły w Kamionkach koło Pieszyc, Zagórzu Śląskim, na wzgórzu Kokotna Łąka, w rejonie Jabłowa. Do znacześniejszych, lecz słabo zbadanych, należy wystąpienie barytu w dolnopermskim ryolicie w Kwietnikach koło Bolkowa. Oprócz niewielkich gniazd barytu w ryolicie występują nieregularne żyły barytu, które tworzą strefę o szerokości 2 m i długości co najmniej 50 m. Wystąpienia te mogą dziś mieć jedynie znaczenie mineralogiczne, istotne dla rozwiązywania zagadnień genezy i następstwa czasowego mineralizacji barytowej.

W obrębie grupy formacji polimetaliczno-barytowo-fluorytowej znaczenie złożowe ma również formacja fluorytowo-kwarcowa. Należy do niej złożowe wystąpienie fluorytu w Kletnie i pod Śnieżnikiem Kłodzkim (metamorfit Kładka i Śnieżnika). W Kletnie w strefie nasunięć na kontakcie marmuru i gnejsu oraz w kwarcytach występuje okruszcowanie uranowe i polimetaliczne, z którym współwystępuje fluoryt w formie gniazd i żył w brekcji kwarcowej. Mineralizacja kwarcowo-fluorytowo-polimetaliczna śledzona była do głębokości około 260 m. Średnia zawartość CaF_2 w gniazdach wynosiła od 45,61 do 91,3%. Z kolei mineralizacja fluorytowa na stoku Śnieżnika rozwinięta jest w brekcji kwarcowo-gnejsowej na kontakcie tektonicznym z gnejsami. Fluoryt razem z kwarcem tworzy cienkie soczewy i gniazda. Zawartość CaF_2 dochodzi do 80%. Długość soczewy wynosi 70 m, a jej grubość do 2,5 m. Obydwa wystąpienia tworzą obszar perspektywiczny wzdłuż strefy tektonicznej rozwiniętej w obrębie gnejsów (tzw. nasunięcie Kletna).

Wystąpienia mineralizacji fluorytowej w Sudetach, należące do grupy formacji pierwiastków rzadkich z fluorytem, związane są z leukogranitami Pogórza Izerskiego. Zawartość fluorytu w skale jest mała, miejscami dochodzi do 23%. W wyniku próbnego wzbogacania uzyskiwano koncentraty o zawartości 99,6% CaF_2 . Formacja ta związana jest z przeobrażeniami metasomatycznie-hydrotermalnymi gnejsów izerskich. Ze względu na stosunkowo małe rozmiary skupień fluorytowych nie można jej traktować jako perspektywicznej, a jedynie jako hipotetyczną, bez określania zasobów.

Podobnie spośród licznych, lecz punktowych wystąpień mineralizacji fluorytowej związanej z grupą formacji fluorytowej żadne nie może stanowić obszaru prognostycznego czy też perspektywicznego. Przesądza o tym duże rozproszenie mineralizacji, np. fluoryt akcesoryczny w strefach grejzenizacji w okolicach Mirska, lub też wyeksploatowanie kopaliny, np. mineralizacja uranowo-polimetaliczna w żyłach fluorytowej w dawnej kopalni Rübezahl koło Kowar.

W Górach Świętokrzyskich złoża barytu są całkowicie wyeksploatowane, z wyjątkiem okolic Strawczynka, gdzie znajdują się jeszcze znaczne zasoby niskoprocentowej kopaliny barytowej. W rejonie Strawczynek II zasoby pozabilansowe do głębokości około 150 m oszacowano na 1570 tys. ton, przy grubości stref zmineralizowanych od 1,7 do 20,4 m i średniej zawartości BaSO₄ 28%.

Tabela 7.1.5. Zasoby barytu i fluorytu wg stanu na 31.12.2009 r.

Województwo	Bilansowe		Prognostyczne		Perspektywiczne	
	liczba złóż	zasoby (tys. t)	liczba złóż	zasoby (tys. t)	liczba złóż	zasoby (tys. t)
Baryt						
Dolnośląskie	4	5 558	3	2 490	1	100
Świętokrzyskie	1	110	–	–	1	1 570
Razem	5	5 668	3	2 490	2	1 670
Fluoryt						
Dolnośląskie	2	542	2	292	1	100
Razem	2	542	2	292	1	100

7.1.5. Rekomendacje dalszych prac

Notowany od kilku już lat wzrost popytu na mączkę barytową, stosowaną do głębokich wierceń upoważnia do podjęcia prac studialnych nad wznowieniem górnictwa barytowego w Polsce. Najbardziej uzasadnione ekonomicznie wydaje się ponowne uruchomienie eksploatacji zaniechanego złoża Stanisławów – jednego z większych złóż w Europie (około 9 mln ton rozpoznanych zasobów kopaliny barytowej, barytowo-fluorytowej i fluorytowej; w tym ponad 5 mln ton bilansowego barytu). Rekomenduje się prowadzenie dalszych poszukiwań w głębszych poziomach złoża Stanisławów, na jego SE skrzydle.

Perspektywy powiększenia zasobów barytu należy też wiązać z drugorzędnymi strefami tektonicznymi wzdłuż uskoku śródsudeckiego. Do dalszych prac poszukiwawczych za pomocą kompleksowych metod geofizycznych i wierceń rekomenduje się dwa jego odcinki:

- w zachodnim przedłużeniu udokumentowanego złoża w Jeżowie Sudeckim,
- w północnym przedłużeniu udokumentowanego złoża w Jedlinie.

7.1.6. Bariery i ograniczenia

Najistotniejszym utrudnieniem dla wznowienia eksploatacji barytu z fluorytem w rejonie zlikwidowanej kopalni Stanisławów jest konieczność głębień nowego szybu (ewentualnie rekonstrukcja i pogłębienie starego szybu wydobywczego) oraz budowa nowoczesnego zakładu przerobczego. Tereny dawnej kopalni wraz ze złożem znajdują się obecnie w granicach Parku Krajobrazowego Chełmy i obszaru Natura 2000: Góry Kaczawskie i Pogórze Kaczawskie.

Rekomendowane rozpoznanie obszaru złożowego w rejonie Jeżowa Sudeckiego i Jedlinki może być utrudnione ze względu na bliskość zabudowań Jeleniej Góry i Jedliny-Zdroju. Niemniej istotnym ograniczeniem w górniczym zagospodarowaniu obu rejonów jest obecnie szczupłość zasobów kopaliny. Z kolei ograniczenia środowiskowe – położenie w granicach parku krajobrazowego i obszaru Natura 2000, rejonu złoża w Głuszycy.

Górnictwo zagospodarowanie samodzielnych wystąpień fluorytu w rejonie Kletna i Śnieżnika wydaje się mało prawdopodobne, a konieczność ochrony atrakcyjnych przyrodniczo terenów w tym rejonie (lasy, park krajobrazowy, obszar Natura 2000) jest dodatkowym ograniczeniem.

7.1.7. Wnioski

1. W ciągu minionych dwóch dekad w krajowej gospodarce barytem i fluorytem zaszły radykalne zmiany: zlikwidowano kopalnie barytu w Boguszowie i Stanisławowie, a znaczną część zasobów przekwalifikowano do pozabilansowych.
2. Stan rozpoznania zasobów prognostycznych i perspektywicznych barytu i fluorytu – poza otoczeniem złóż w Stanisławowie i w Jeżowie Sudeckim – w zasadzie nie uległ zmianie.
3. Wobec trwającego od kilku już lat wzrostu zapotrzebowania na mączki barytowe dla wiertnictwa celowe wydaje się ponowne zagospodarowanie wielokopalinowego złoża w Stanisławowie i uruchomienie nowej kopalni wraz z zakładem przeróbczym.
4. Do dalszych prac poszukiwawczo-rozpoznawczych rekomenduje się głębsze poziomy złoża w Stanisławowie, a także drugorzędne strefy tektoniczne na przedłużeniu złóż w Jeżowie Sudeckim i w Jedlinie, wzdłuż uskoku śródsudeckiego.
5. Ze względów środowiskowych szczegółowe rozpoznanie pozostałych wystąpień barytu i fluorytu wydaje się obecnie mało prawdopodobne.

7.2. SIARKA RODZIMA

7.2.1. Wstęp

Złoża siarki rodzimej występujące w północnej części zapadliska przedkarpackiego są nadal głównym źródłem siarki elementarnej w Polsce. Pozostała część siarki elementarnej jest pozyskiwana z odsiarczania ropy naftowej w rafineriach, gazu ziemnego oraz w koksowniach. Ponadto siarka w postaci kwasu siarkowego i oleum odzyskiwana jest w hutach metali nieżelaznych przetwarzających koncentraty siarczkowe rud Cu i Zn-Pb. Obligatoryjnie wprowadzone odsiarczanie paliw praktycznie wyeliminowało zainteresowanie gospodarcze złożami siarki rodzimej oraz pirytów.

7.2.2. Kryteria bilansowości

Obowiązujące kryteria bilansowości dla złóż siarki rodzimej wprowadzono Rozporządzeniem Ministra Środowiska w sprawie kryteriów bilansowości złóż kopalin (Dz. U. z 2001 r., Nr 153, poz. 1774, z późn. zm.), (tab. 7.2.1).

Tabela 7.2.1. Kryteria bilansowości dla siarki rodzimej

Parametr	Jednostka	Wartość brzeźna
Maksymalna głębokość dokumentowania	m	400
Minimalna zawartość siarki (S) w próbce konturującej złożę	%	10
Minimalna średnia zawartość siarki (S) w serii złożowej	%	10
Minimalna zasobność złoża (S)	m%	150 (100)*

* wartości dla zasobów pozabilansowych

7.2.3. Stan rozpoznania złóż udokumentowanych

Złoża siarki rodzimej są skoncentrowane w brzeźnej części zapadliska przedkarpackiego. Koncentracje bilansowe siarki rodzimej obecne są głównie w wapieniach pogipsowych miocenijskiego poziomu ewaporatowego. W obszarach złożowych siarka rodzima występuje także w klastycznych utworach stropowej części podłoża i spągowej części nadkładu poziomu ewaporatowego, jedynie miejscami osiągając niewielką miąższość i podrzędne ilości.

Głównym składnikiem mineralnym wapieni siarkonośnych jest kalcyt (średnio ok. 62%) i siarka rodzima (średnio 25–35%). Pozostałą część rudy stanowią lokalnie obfitsze minerały ilaste, gips, celestyn, piryt i baryt oraz domieszki kwarcu i minerałów akcesorycznych (stroncjanit, witeryt i in.). Łączne zasoby siarki w złożach udokumentowanych wynoszą prawie 521 mln ton (tab. 7.2.2.).

Tabela 7.2.2. Zasoby bilansowe złóż siarki w Polsce wg stanu na 31.12.2009

Wyszczególnienie	Liczba złóż	Zasoby geologiczne (mln t)			Zasoby przemysłowe (mln t)
		Razem	A+B+C ₁	C ₂	
Złóża zagospodarowane:					
– złoża zakładów czynnych	4	31,93	31,93	–	31,54
– złoża eksploatowane okresowo	1	0,00	0,00	–	0,00
Złóża niezagospodarowane:					
– rozpoznane szczegółowo	4	158,94	158,94	–	–
– rozpoznane wstępnie	3	97,76	42,23	55,53	–
Złóża, których eksploatacji zaniechano	6	232,10	231,21	0,89	–
Razem	18	520,73	464,31	56,42	31,54

7.2.4. Obszary oraz zasoby prognostyczne i perspektywiczne

Granice obszarów perspektywicznych wynikają z rozmieszczenia gipsów rozpoznanych wierceniami. Ze względu na zmienny zasięg i udział gipsów w ich bezpośrednim otoczeniu zarysy wytypowanych obszarów są bardzo przybliżone. Seria siarkonośna na obszarze złóż zawiera zmienne ilości gipsów, ilów, margli oraz nieregularne płyty wapieni płonnych. Na podstawie prac wiertniczych stwierdzono, że bilansowe koncentracje siarki rodzimej obecne są jedynie na ok. 30% obszaru perspektywicznego.

Miąższość serii siarkonośnej na obszarach złożowych jest zmienna, od 0,5 do ok. 45 m, średnio ok. 10 m. Współczynnik zmienności miąższości określony na podstawie licznych dokumentacji złóż wynosi średnio ok. 52%. Wielkość zasobów siarki rodzimej w wytypowanych obszarach jest iloczynem przyjętej powierzchni obszaru perspektywicznego, przewidywanej miąższości wapieni siarkonośnych w tym obszarze, gęstości przestrzennej rudy (średnio 2,25 t/m³) i średniej zawartości siarki w dotychczas udokumentowanych złożach.

Rejony perspektywiczne stanowią elementy silnie wydłużone, co jest zgodne z kształtem większości złóż siarki w zapadlisku przedkarpackim. Występują generalnie w obrębie struktur zrębowych, na głębokości do 300–400 m i są słabo rozpoznane wiertniczo. Na podstawie prac geologicznych wytypowano trzy obszary, w których mogą wystąpić złożowe koncentracje siarki rodzimej w brzeżnej części zapadliska przedkarpackiego (fig. 7.2.1):

1. Obszar północny – położony w najbardziej północnym krańcu zasięgu utworów mioceńskich, na północ od Rozwadowa. Stwierdzona nielicznymi otworami wiertniczymi miąższość gipsów dochodzi do ponad 40 m.
2. Obszar wschodni – stanowiący północne przedłużenie złoża Basznia w rejonie Cieszanowa. Występują tam wapienie płonne i osiarkowane o bardzo zmiennej miąższości (do ok. 22 m), a miąższość siarczanów wynosi ponad 40 m. Osiarkowanie tych utworów zaklasyfikowano wcześniej jako zasoby prognostyczne.

3. Obszar zachodni – pas o szerokości ok. 20 km i długości ok. 60 km rozciągający się poprzecznie do przebiegu zrębów i progów od Połańca w kierunku południowo-zachodnim do Kazimierzy Wielkiej. Ta część strefy brzeżnej zapadliska ma dość złożony plan tektoniczno-strukturalny i dzieli się na kilka rejonów o zmieniających się facjach i miąższości gipsów (dochodzących do ok. 30 m, zwykle jednak mniejszych, do 10–20 m, zwłaszcza w części południowo-zachodniej), generalnie mniejszych niż na innych obszarach zapadliska przedkarpackiego. Na występujących tam paleowyniesieniach podłoża pojawiają się nieduże obszary, na których brak jest gipsów. Sugeruje to obecność paleopłyczn, w sąsiedztwie których można oczekiwać generalnie niewielkich wystąpień wapieni osiarkowanych. Na obszarze zachodnim wydzielono rejonu perspektywiczne: na północ i na południe od Słupca, Pacanów, Mędrzechów, Senisławice (rejon wcześniej rozpoznany wierniczo w związku ze stwierdzonym osiarkowaniem wapieni w Czarkowych), Charbiewice i Kazimierza Wielka.

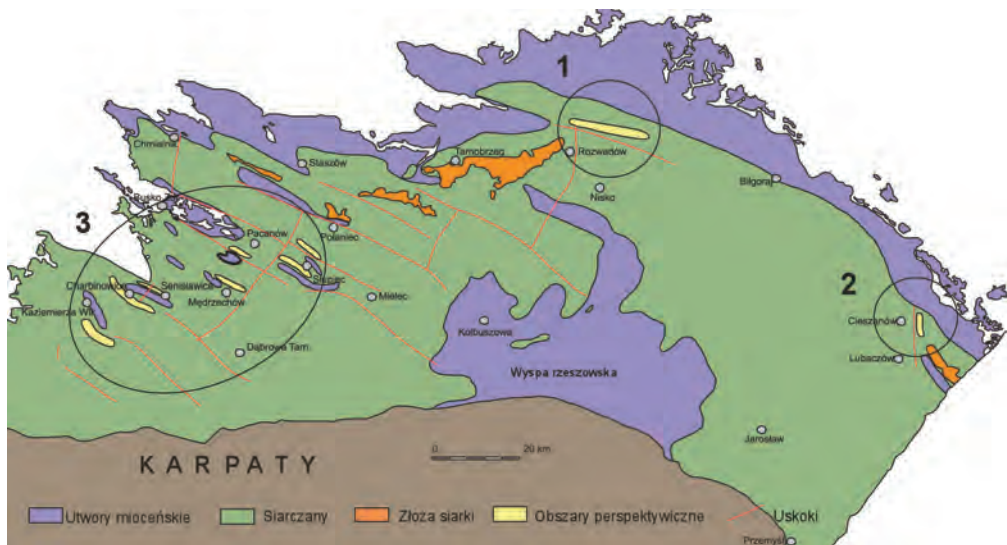


Figura 7.2.1. Obszary perspektywiczne występowania wapieni osiarkowanych (1-3) w utworach mioceńskich i plan tektoniczny (uproszczony i częściowo zmieniony)

Zestawienie zbiorcze zasobów perspektywicznych w brzeżnej części zapadliska przedkarpackiego (tab. 7.2.3) wskazuje generalnie na nieduże możliwości zwiększenia zasobów siarki rodzimej. Szacowane wystąpienia koncentracji siarki rodzimej są niewielkie. Zasoby prognostyczne wynoszą około 55 mln ton, a perspektywiczne 17 mln ton, natomiast hipotetyczne około 252 mln ton.

Tabela 7.2.3. Zasoby prognostyczne, perspektywiczne i hipotetyczne siarki rodzimej w strefie brzeżnej zapadliska przedkarpackiego

Lokalizacja obszaru (rejon)	Powierzchnia (km ²)	Miąższość średnia (m)	Gęstość przestrzenna (t/m ³)	Zasoby prognostyczne (w mln t)	Zasoby perspektywiczne (w mln t)	Zasoby hipotetyczne (w mln t)
Na północ od Rozwadowa	10	12	2,25			84
Cieszanów	9	8	2,25	55		
Na północ od Słupca	5	8	2,25			28
Na południe od Słupca	5	8	2,25			28
Pacanów	5	8	2,25			28
Mędrzechów	5	8	2,25			28
Senisławice	3	8	2,25		17	
Charbiewice	8	5	2,25			28
Kazimierza Wielka	8	5	2,25			28
Razem				55	17	252

Perspektywy zasobowe siarki rodzimej są o połowę mniejsze od udokumentowanych zasobów bilansowych, przy czym niemal 80% ich wielkości przypada na zasoby hipotetyczne (tab. 7.2.4).

Tabela 7.2.4. Zasoby siarki rodzimej wg stanu na 31.12.2009 r.

Rodzaj	Zasoby bilansowe (mln t S)	Zasoby prognostyczne (mln t S)	Zasoby perspektywiczne (mln t S)	Zasoby hipotetyczne (mln t Cu)
Siarka rodzima	520,73	55	17	252

Wobec stałego wzrostu pozyskiwania siarki, jako produktu ubocznego, głównie w trakcie przeróbki węglowodorów (kwaśnego gazu ziemnego i zasiarzonej ropy naftowej), a w mniejszym stopniu jako kwasu lub oleum z siarczków i gazów przemysłowych, zainteresowanie siarką uzyskiwaną przez górnictwo siarkowe systematycznie maleje. Stała się niekonkurencyjna, skutkiem czego w ostatnich dekadach zamykano kolejne kopalnie siarki rodzimej na świecie i w Polsce. Istotnym czynnikiem bardzo niesprzyjającym rozwojowi kopalnictwa siarki jest także jego negatywny wpływ na środowisko.

7.2.5. Rekomendacje dalszych prac

Niemal całkowite odejście od wykorzystywania gospodarczego złóż siarki rodzimej skutkuje brakiem jakichkolwiek rekomendacji dla dalszych prac w tym zakresie.

7.2.6. Bariery i ograniczenia

Wymienione obszary perspektywiczne w większości występują na terenie zurbanizowanym. Prace związane z zagospodarowaniem potencjalnych zasobów siarki rodzimej niosą możliwość konfliktów środowiskowych. Rejon perspektywiczny położony na północ od Rozwadowa zachodzi częściowo na potencjalny obszar specjalny ochrony siedlisk wyznaczony granicami obszaru Natura 2000.

7.2.7. Wnioski

1. Polska nadal dysponuje jednymi z największych zasobów siarki rodzimej na świecie, w łącznej ilości prawie 521 mln ton. Zasoby prognostyczne i perspektywiczne są stosunkowo niewielkie i wynoszą odpowiednio 55 i 17 mln ton, natomiast hipotetyczne można szacować na około 252 mln ton.
2. Istniejąca baza zasobowa siarki rodzimej w Polsce oraz bardzo silne, negatywne oddziaływanie górnictwa siarkowego na środowisko naturalne nie rekomenduje żadnych obecnie programów prac badawczo-poszukiwawczych w strefie brzeżnej zapadliska przedkarpackiego.
3. Ważnym czynnikiem powodującym, że nie są udostępniane nowe złoża siarki rodzimej, a istniejące jej kopalnie są zamykane, jest wymuszona względami ochrony środowiska konieczność pozyskiwania siarki jako produktu ubocznego przy odsiarczaniu gazu ziemnego i ropy naftowej oraz z koncentratów siarczkowych rud metali (miedzi, cynku i ołowiu – głównie) przetwarzanych hutniczo.

7.3. SÓL KAMIENNA I SOLE POTASOWO-MAGNEZOWE

7.3.1. Wstęp

Sól kamienna występuje w Polsce głównie w obrębie dwóch formacji salinarnych: wczesnoneogeńskiej (miocenińskiej; jeden kompleks soli kamiennej) i późnopermskiej (cechsztynińskiej), zajmujących łącznie obszar ponad 2/3 powierzchni kraju. W obrębie formacji permskiej występują 4 miąższe kompleksy soli kamiennej (Na1, Na2, Na3 i Na4), odpowiadające kolejnym cyklom ewaporatowym cechsztynu (odpowiednio PZ1, PZ2, PZ3 i PZ4). Wystąpienia soli potasowo-magnezowych koncentrują się w obrębie utworów ewaporatowych cykli PZ1 do PZ3, zaś ich nagromadzenia złożowe udokumentowano głównie w obrębie wysadów solnych i złóż pokładowych soli w regionie gdańskim. Wśród utworów chlorkowych mają one zwykle charakter pierwotny, natomiast występujące w obrębie siarczanów są tworem najczęściej epigenetycznym.

Sól kamienna jest osadową skałą zwięzłą, pochodzenia chemicznego, o dobrej łupliwości kostkowej, gęstości 2,1–2,2 g/cm³, stosunkowo miękką, dobrze rozpuszczalną w wodzie, o dobrej przewodności cieplnej, ulegającą łatwo deformacjom i przebudowie struktury wewnętrznej w warunkach podwyższonego ciśnienia i temperatury (temperatura topnienia – ok. 800°C). Podstawowym składnikiem mineralnym jest chlorek sodu (minerał halit [NaCl]; zawartość 15–100%), jako składniki towarzyszące występują różne minerały (głównie solne, ponadto minerały ilaste, klastyczne i węglanowe), których rodzaj i udział procentowy determinuje barwę soli (od bezbarwnych po odmiany kolorowe, np. białe, szare, pomarańczowe czy niebieskie) oraz przezroczystość (przezroczyste do nieprzezroczystych). Sól kamienną urabia się w Polsce metodami: strzałową, kombajnem i poprzez ługowanie.

Najczęściej występujące w Polsce sole potasowo-magnezowe zbudowane są głównie z chlorków (np. minerały: sylwin, karnalit), siarczanów potasu i magnezu (kizeryt, polihalit, langbajnit), bądź minerałów mieszanych (kainit). Cechy fizyczne tych skał są podobne jak soli kamiennej (halit stanowi nieodłączny minerał współtowarzyszący), przy znacznie wyższej podatności na deformacje i rozpuszczalności w przypadku odmian soli chlorkowych (sole siarczanowe są bardzo słabo rozpuszczalne). Przezroczystość i barwa soli (dość powszechne są odmiany barwne) zależą od rodzaju i procentowego udziału budujących je minerałów. Sole potasowo-magnezowe urabiano okazjonalnie metodą strzałową (kopalnia soli w Kłodawie) i poprzez ługowanie (kopalnia soli w Inowrocławiu).

7.3.2. Kryteria bilansowości

Obowiązujące kryteria bilansowości dla złóż soli kamiennej wprowadzone Rozporządzeniem Ministra Środowiska w sprawie kryteriów bilansowości złóż kopalni (Dz. U. z 2001 r., Nr 153, poz. 1774, z późn. zm.) ustalają, że złoża pokładowe dokumentuje się do głębokości 1200 m, przy minimalnej miąższości serii złożowej (wraz z przerostami) wynoszącej 30 m i minimalnej średniej ważonej zawartości NaCl (liczonej dla serii solnej wraz z przerostami) równej 80%. Dla złóż wysadowych przyjmuje się głębokość dokumentowania 1400 m, przy minimalnej odległości stropu złoża soli od powierzchni zwierciadła solnego (półka ochronna) wynoszącej 150 m. Pozostałe parametry przyjmowane są jak dla złóż pokładowych. Złoża soli potasowych w świetle tych kryteriów dokumentowane są do głębokości 1200 m, za minimalną miąższość złoża przyjmuje się 2 m, a minimalną średnią ważoną zawartość K₂O w profilu złoża ustala się na 8% (tab. 7.3.1).

Tabela 7.3.1. Kryteria bilansowości dla złóż soli kamiennej i soli potasowo-magnezowych

Maksymalna głębokość dokumentowania złożeń (m)	Minimalna grubość pokładu soli z przerostami (m)	Minimalna odległość stropu pokładu soli od zwierciadła solnego (dla złóż w wysadach) (m)	Minimalna średnia ważona zawartość składnika użytecznego (%)
Złóż soli kamiennej			
1200 (złóż pokładowe) 1400 (złóż w wysadach)	30	150	80 (NaCl)
Złóż soli potasowo-magnezowych			
1200	2	–	8 (K ₂ O)

Do oszacowania zasobów prognostycznych i perspektywicznych soli kamiennej i soli potasowo-magnezowych przyjęto następujące kryteria (tab. 7.3.2):

Tabela 7.3.2. Kryteria szacowania zasobów prognostycznych i perspektywicznych soli kamiennej i soli potasowo-magnezowych

Typ kopaliny	Miąższość pokładu (m)	Przedział głębokości zalegania pokładu (km)	Gęstość kopaliny (t/m ³)
Sól kamienna			
Złóż pokładowe na wyniesieniu Łeby	35	0,1–0,7 = zasoby perspektywiczne	2,1
		0,7–1,0 = zasoby perspektywiczne	
Złóż pokładowe syneklizy perybałtyckiej	35	1–2 = zasoby perspektywiczne	
Złóż pokładowe obniżenia podlaskiego	5	1,5–2,0 = zasoby perspektywiczne	
Złóż pokładowe monokliny przedsudeckiej	50	do 1,0 = zasoby prognostyczne	
		do 2,0 = zasoby perspektywiczne	
Złóż pokładowo-fałdowe w zapadlisku przedkarpaccim	35 x 0,3 (współczynnik komplikacji budowy tektonicznej złożeń)	do 1,5 = zasoby prognostyczne	
		1,5–2,0 = zasoby perspektywiczne	
Złóż w wysadach solnych	grubość pokładu x 0,3 (współczynnik komplikacji budowy tektonicznej złożeń)	do 1,0 = zasoby prognostyczne	
		do 2,0 = zasoby perspektywiczne	
Sole potasowo-magnezowe			
Złóż pokładowe monokliny przedsudeckiej	5 x 0,3 (współczynnik komplikacji budowy tektonicznej złożeń)	do 1,0 = zasoby prognostyczne	
		do 2,0 = zasoby perspektywiczne	
Złóż w wysadach solnych	przewiercona miąższość pokładu	do 1,0 = zasoby prognostyczne	
		do 2,0 = zasoby perspektywiczne	

7.3.3. Stan rozpoznania złóż udokumentowanych

Najbardziej zasobną i perspektywiczną jest formacja późnopermska (cechsztyńska), zajmująca obszar całego Nizżu Polskiego. Złoża permskiej soli kamiennej występują w dwu formach:

- pokładowej, głównie na obrzeżu dawnego basenu permskiego, np. obszar wyniesienia Łeby, synekliza perybałtycka, monoklina przedsudecka z perykliną Żar;
- wysadowej, w obrębie różnorodnych struktur solnych (od kopuły po słupy i grzebień solne) wysokości do 7 km, występujących na obszarze bruzdy śródpolskiej, gdzie najwcześniej poznane struktury solne są związane z regionem kujawskim.

Na 14 udokumentowanych złóż permskich (cechsztyńskich) soli kamiennej o geologicznych zasobach bilansowych szacowanych na ponad 80 mld ton (stan na koniec 2009 r.) składają się 4 złoża pokładowe (Zatoka Pucka, Łeba, Mechelinki oraz Kazimierzów-Sieroszewice; kategorie B, C₁ i C₂) o zasobach ok. 24,9 mld ton i 10 złóż wysadowych (zasoby >53,9 mld ton; kategorie A, B, C₁ i C₂) ulokowanych w 7 wysadach. Eksploatowane są metodą podziemną jedno złożo wysadowe (Kłodawa centrum) oraz metodą otworową trzy złoża wysadowe (w tym dwa: Mogilno II i Góra pełnią rolę podziemnych magazynów paliw). Z wymienionych eksploatowanych trzech złóż wysadowych pochodzi obecnie niemal całe krajowe wydobycie soli kamiennej. Ponadto pozyskuje się sól w ramach prac rozpoznawczych ze złoża pokładowego Kazimierzów-Sieroszewice.

Najwcześniej rozpoznane i zagospodarowane zostały złoża soli kamiennej formacji mioceńskiej, występującej w zapadlisku przedkarpackim. Ma ona obecnie już jedynie historyczne znaczenie wobec zakończenia wydobycia soli w latach 90. ub. wieku, a udokumentowane w niej siedem złóż soli (kategorie B, C₁ i C₂) znajduje się blisko brzegu nasunięcia Karpat na przedpole, od terenu Śląska poprzez Wieliczkę i Bochnię w kierunku wschodniej granicy Polski. Udokumentowane zasoby złóż tej formacji – z których jedynie trzy są obecnie ujmowanie w bilansie zasobów kopalni – stanowią 5,4% krajowych zasobów soli kamiennej. Zestawienie stanu zasobów bilansowych w 2009 roku udokumentowanych złóż soli kamiennej w Polsce przedstawia tab. 7.3.3.

Tabela 7.3.3. Zasoby bilansowe soli kamiennej wg stanu na 31.12. 2009

Województwo	Liczba złóż	Zasoby (tys. t)	
		geologiczne bilansowe	przemysłowe
Dolnośląskie	1	2 936 171	–
Kujawsko-pomorskie	5	33 393 259	552 198
Łódzkie	2	10 739 000	–
Małopolskie	3	2 270 883	–
Pomorskie	3	22 062 032	–
Śląskie	1	2 098 600	–
Wielkopolskie	4	11 864 746	112 155
Razem	19	85 364 692	664 353

Nagromadzenia złożowe permskich soli potasowo-magnezowych udokumentowano głównie w obrębie wysadów solnych i złóż pokładowych soli w regionie gdańskim (fig. 7.3.1).

W rejonie Zatoki Puckiej w latach 1964–1971 rozpoznano i udokumentowano w kategorii C₂ cztery złoża (Chłapowo, Mieroszyno, Swarzewo i Zdrada) soli potasowo-magnezowych typu polihalitytowego (wczesnodiagenetyczne) o łącznych zasobach bilansowych 597 mln ton (tab. 7.3.4). Ich zasoby należy jednak zaliczyć do zasobów prognostycznych ze względu na stosunkowo słaby stopień rozpoznania (niska kategoria udokumentowania), głębokość występowania do 1000 m, brak zagospodarowania i zmianę koncepcji powstania mineralizacji polihalitytowej, rzutuującą na oszacowanie zasobów.



Figura 7.3.1. Występowanie udokumentowanych permskich złóż pokładowych soli kamiennej i soli potasowo-magnezowych typu polihalitytowego w regionie gdańskim

Tabela 7.3.4. Zasoby bilansowe soli potasowo-magnezowych wg stanu na 31.12. 2009

Województwo i liczba złóż	Liczba złóż	Zasoby geologiczne bilansowe (tys. t)
Pomorskie	4	597 025
Wielkopolskie, Kłodawa (część środkowa)	1	72 086
Razem	5	669 111

Na obszarze Niżu Polskiego nagromadzenia soli potasowych i potasowo-magnezowych udokumentowano w kategoriach złożowych (B i C₁) jedynie w wysadzie kłodawskim (zasoby bilansowe oceniono na ponad 72 mln ton, zaś prognostyczne na 100 mln ton). Złoże bilansowe eksploatowano sporadycznie, w 2000 r. wydobyto 1,4 tys. ton.

Na obszarze przedsudeckim serie soli potasowo-magnezowych typu pokładowego w obrębie ewaporatów cykli PZ2 i PZ3 były opisywane od lat 60. ubiegłego wieku, lecz do chwili obecnej nie zostały udokumentowane złożowo.

7.3.4. Obszary oraz zasoby prognostyczne i perspektywiczne

Ogólna powierzchnia przewidywanych zasobów permskiej (cechsztyńskiej) soli kamiennej w Polsce szacowana jest na 19 577,2 km², w tym zasoby prognostyczne na ponad 192 mld ton, zaś perspektywiczne – na prawie 2 062 mld ton (tab. 7.3.5). Łączna wielkość tych zasobów soli w Polsce wynosi ponad 2 254 mld ton, z czego ponad 96,7% stanowią zasoby wystąpień pokładowych soli (fig. 7.3.2).

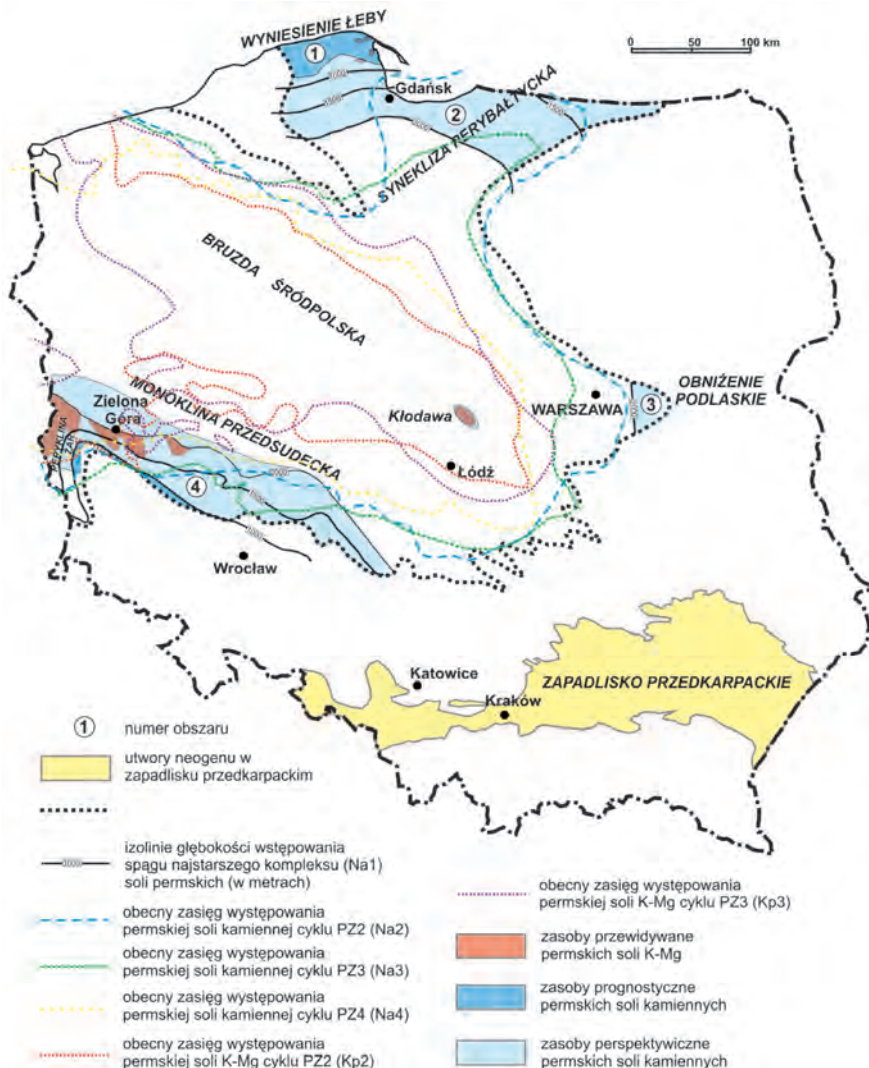


Figura 7.3.2. Obszary perspektywiczne i prognostyczne występowania permskich złóż soli kamiennej i soli potasowo-magnezowych

Powierzchnia zasobów prognostycznych pokładowych wystąpień soli kamiennej to 1940,4 km², zaś powierzchnia zasobów perspektywicznych 17 500 km², z czego większą część stanowią pokłady soli w syneklizie perybałtyckiej. Zasoby złóż pokładowych szacowane są na ponad 2 180,2 mld ton, w tym zasoby prognostyczne stanowią mniej niż 152 mld ton (głównie na wyniesieniu Łeby), zaś perspektywiczne to ponad 2 028 mld ton (w większości w syneklizie perybałtyckiej i na monoklinie przedsudeckiej).

Zasoby przewidywane soli kamiennej w rozpoznanych wysadach solnych (9 struktur – 97,5 km²) wynoszą ponad 58 mld ton, w tym zasoby prognostyczne – 39,98 mld ton i zasoby perspektywiczne – 18,1 mld ton. Szacowana powierzchnia zasobów przewidywanych (ponad 15,86 mld ton) w rozpoznanych powierzchniowo wysadach (5 struktur) oceniana jest na 39,3 km², w tym zasoby prognostyczne stanowią jedynie 538 mln ton (tab. 7.3.5).

Tabela 7.3.5. Zasoby przewidywane permskiej (cechsztyń) soli kamiennej

Nazwa obszaru złożowego	Powierzchnia (km ²)	Zasoby		Głębokość występowania soli (m)	Miąższość soli (m) x współczynnik kompliakcji budowy tektonicznej złoża	Zawartość składnika użytecznego (% NaCl)
		progno- styczne (mln t)	perspekty- wiczne (mln t)			
1	2	3	4	5	6	7
WYSTĄPIENIA POKŁADOWE						
Wyniesienie Łeby	1491 ¹	107 025 ¹	–	700–1000*	35*	80,0–99,8
	900*	–	65 000*	100–700*	35*	b.d.*
Synekliza perybałtycka	9 900*	–	1 036 810	1000–2000*	35*	do 98*
Obniżenie podlaskie	500*	–	5000*	1500–2000*	5*	b.d.*
Monoklina predsudecka	449,4 ²	44 913,7 ²	–	do 1000*	50*	85–99*
	6 200	–	921 522	1000–2000*	50*	82–99
WYSTĄPIENIA W WYSADACH SOLNYCH						
Wysady udokumentowane i wstępnie rozpoznane						
Mogilno (I+II)	4,3*	2 710*	–	1000–2000*	1000 x 0,3*	95,6*
Góra	0,5*	300*	–	1000–2000*	1000 x 0,3*	82–99
Damasławek	15,5*	5 860*	–	1400–2000*	600 x 0,3*	95,1*
Kłodawa (część północna)	15,0*	–	9 250*	1000–2000*	1000 x 0,3*	97,5*
Kłodawa (część środkowa)	14,9*	9 250*	–	1000–2000*	1000 x 0,3*	97,5*
Kłodawa (część południowa)	9,8*	–	6 000*	1000–2000*	1000 x 0,3*	97,5*
Lubień	3,5*	2 000*	–	1000–2000*	1000 x 0,3*	90,0*
Łanięta	8,5*	5 360*	–	1000–2000*	1000 x 0,3*	96,1*
Rogóżno	21,0*	13 000*	–	1000–2000*	1000 x 0,3*	97,5*
Izbica Kujawska	4,0*	1 250*	–	do 1000*	500 x 0,3*	b.d.*
		–	2 550*	1000–2000*	1000 x 0,3*	b.d.*

Tabela 7.3.5. (cd.)

1	2	3	4	5	6	7
Dębina	0,5*	250*	–	do 1000*	750 x 0,3*	96,5–98*
		–	300*	1000–2000*	1000 x 0,3*	b.d.*
Wysady powierzchniowo rozpoznane, nieudokumentowane						
Międzyzdroje/ Przytór	3,9 ^	–	1 228	1000–2000	500 x 0,3	b.d.
Wolin	10,6 ^	–	4 508	1000–2000	675 x 0,3	b.d.
Goleniów	7,0 ^	538	–	do 1000	122 x 0,3	b.d.
		–	4 410	1000–2000	1000 x 0,3	
Grzęzno	4,1 ^	–	1 467	1000–2000	568 x 0,3	b.d.
Człopa	13,7 ^	–	3 711	1000–2000	430 x 0,3	b.d.
Razem	19 577,2	192 456,7	2 061 756	–	–	–

* dane wg Bąk & Przeniosło (red.) 1993

¹ dane wg Bąk & Przeniosło (red.) 1993, pomniejszone o złożę soli kamiennej Mechelinki

² dane wg Bąk & Przeniosło (red.) 1993, pomniejszone o złożę soli kamiennej Sieroszowice

^ dane wg Ślizowski i in. 2004

b.d. – brak danych

Ogólna powierzchnia przewidywanych zasobów miocenijskiej soli kamiennej szacowana jest na 115 km², zasoby prognostyczne wynoszą 2,447 mld ton, zaś perspektywiczne – 44 mln ton, łącznie 2,491 mld ton (tab. 7.3.6, fig. 7.3.3).

Tabela 7.3.6. Zasoby przewidywane miocenijskiej soli kamiennej

Nazwa obszaru złożowego	Powierzchnia (km ²)	Zasoby		Głębokość występowania soli (m)	Miąższość soli (m) x współczynnik kompliakcji budowy tektonicznej złoża	Średnia zawartość składnika użytecznego (% NaCl)
		prognosty- czne (mln t)	perspekty- wiczne (mln t)			
Wieliczka- -Brzesko	60,0	1 323	–	do 1000	35 x 0,3	80
Brzesko- -Tarnów	48,0	1 058	–	do 1500	35 x 0,3	80
Tarnów- -Dębica	3,0 (obszar Pilzno)	66	–	do 1500	35 x 0,3	75
	2,0 (obszar Pogórska Wola)	–	44	1500-2000	35 x 0,3	75
Razem	115,0	2 447	44			

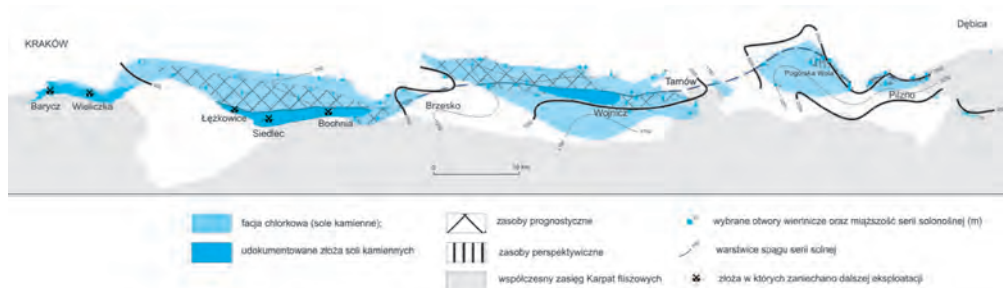


Figura 7.3.3. Rozmieszczenie zasobów przewidywanych miocieńskiej soli kamiennej

Ogólna powierzchnia przewidywanych zasobów permskich (cechsztyńskich) soli potasowo-magnezowych w Polsce jest szacowana na 117,76 km², ich zasoby prognostyczne oceniono na ponad 719 mln ton, zaś perspektywiczne – 300 mln ton (tab. 7.3.7). Łączna wielkość zasobów przewidywanych tych soli to prawie 1,02 mld ton, z czego 70,6% stanowią zasoby prognostyczne wystąpień „pokładowych” soli typu polihalityowego w rejonie Zatoki Puckiej, zakwalifikowane tak – mimo udokumentowania w kategorii C₂ czterech złóż – ze względu na niski stopień rozpoznania i zmianę koncepcji występowania mineralizacji polihalityowej, mogącą drastycznie zmienić wielkość oszacowanych dotychczas zasobów. Pozostałe to głównie zasoby perspektywiczne soli K-Mg w rejonie Zielona Góra–Nowa Sól na monoklinie przedsudeckiej. Udokumentowane, ale nie eksploatowane zasoby w wydzielisku Kłodawa mają znaczenie marginalne (9,8% ogólnych zasobów).

Tabela 7.3.7. Zasoby przewidywane permskich (cechsztyń) soli potasowo-magnezowych

Nazwa obszaru złóżowego	Powierzchnia (km ²)	Zasoby		Głębokość występowania pokładu (m)	Miąższość (od-do/średnia w m pokładu x % udziału)	Zawartość składnika użytecznego od-do/średnia (% K ₂ O)
		prognostyczne (mln t)	perspektywiczne (mln t)			
WYSTĄPIENIA POKŁADOWE						
Wyniesienie Łęby	17,75	(597,02)** 619,44	–	do 1000*	1,9-73,0/ 6,03-31,3	3,5-15,97/ 7,74-13,78
Monoklina przedsudecka	100,0*	–	300*	1000-2000*	-/5 x 30*	1,0-25,0/10,0*
ZŁOŻA W WYSADACH SOLNYCH (WYSADY CZĘŚCIOWO UDOKUMENTOWANE)						
Kłodawa (część północna i część południowa)	0,01*	(72,09)** 100*	–	500-1000*	-/10*	-/8,5*
Razem	117,76	(669,11); 719,44	300	–	–	–

* dane wg Bąk & Przeniosło (red.) 1993; ** zasoby bilansowe

Prognostyczne zasoby soli kamiennej ponad dwukrotnie przewyższają zasoby złóż udokumentowanych, natomiast zasoby perspektywiczne są ponad dwudziestokrotnie większe od zasobów udokumentowanych. Zasoby prognostyczne soli potasowo-magnezowych są nieznacznie większe od zasobów udokumentowanych, natomiast zasoby perspektywiczne są o połowę mniejsze (tab. 7.3.8).

Tabela 7.3.8. Zasoby soli kamiennej i potasowo-magnezowej wg stanu na 31.12.2009 r.

Kopalina	Bilansowe		Prognostyczne		Perspektywiczne	
	liczba złóż	zasoby (mln t)	liczba złóż	zasoby (mln t)	liczba złóż	zasoby (mln t)
Sól kamienna						
Cechsztyń	16	83 093,81	12	192 456,70	12	2 061 756,00
Miocen	3	2 270,83	3	2 447,00	1	44,00
Razem	19	85 364,64	15	194 903,70	13	2 061 800,00
Sole potasowo-magnezowe						
Cechsztyń	5	669,11	2	719,44	1	300
Razem	5	669,11	2	719,44	1	300

7.3.5. Rekomendacje dalszych prac

W najbliższym dziesięcioleciu krajowe zapotrzebowanie na sól kamienną warzoną i kruszoną dla potrzeb przemysłu chemicznego, spożywczego i drogownictwa będzie zaspokajane poprzez korzystanie z zasobów dotychczas zagospodarowanych złóż soli kamiennej i funkcjonujących obecnie kopalń w złożach soli permskich. Rosnące znaczenie będzie miało wykorzystanie wystąpień tych soli jako obiektów pod lokalizację operacyjnych kawernowych magazynów gazu i paliw płynnych, a także jako potencjalnych składowisk odpadów ciężkich, w tym promieniotwórczych (specjalnie wybudowane lub zaadaptowane stare wyrobiska podziemne). Potencjalnymi miejscami pod lokalizację takich inwestycji będą wskazane obszary perspektywiczne i prognostyczne pokładowych wystąpień permskich złóż soli kamiennej (wyniesienie Łęby, część syneklizy perybałtyckiej, Przedsudacie) o odpowiednich miąższościach oraz szereg struktur wysadowych na Niżu Polskim. Wymienione wystąpienia wymagają jednak dokładnego rozpoznania geologicznego. Podstawową metodą wstępnego rozpoznania wystąpień soli kamiennej jest zdjęcie sejsmiczne o wysokiej rozdzielczości (optymalne 3D), zaś w przypadku form wysadowych pomocne w dokładniejszym okonturowaniu obiektu jest zdjęcie grawimetryczne. Absolutnie niezbędne dla poznania budowy wewnętrznej, określenia parametrów kopaliny i jej zasobów oraz wypracowania koncepcji zagospodarowania obiektu (kopalnia wydobywcza, magazyn czy składowisko) jest wykonanie otworów pełnordzeniowych w serii solnej.

Złoża soli kamiennej wieku miocenińskiego w południowej Polsce mogą w przyszłości być wykorzystywane jedynie wybiórczo do pozyskiwania solanki metodą podziemnego ługowania, po dokładnym rozpoznaniu obiektów poprzez wykonanie zdjęcia sejsmicznego i otworów dokumentujących.

Sole potasowo-magnezowe, jako towarzyszące określonym poziomom permskich złóż soli kamiennej, będą rozpoznawane podczas badań wystąpień soli kamiennej. Obecny stan ich rozpoznania, szczególnie soli typu chlorkowego, jest wyjątkowo słaby (praktycznie brak dokumentacji złożowych), zaś jedyną wiarygodną podstawą udokumentowania jest materiał rdzeniowy z wykonanych otworów wiertniczych.

7.3.6. Bariery i ograniczenia

Barierami natury geologicznej przy podjęciu decyzji o określonej formie zagospodarowania wystąpień soli kamiennej i soli potasowo-magnezowych są wymagane parametry złożowe (np. głębokość zalegania i grubość serii solnej, minimalna zawartość składnika użytecznego) i górnicze, zależne od celu eksploatacji (pozyskiwanie soli kruszonej, solanki czy budowa magazynu/składowiska) i postępu technicznego. Barię ekonomiczną może być mała opłacalność wydobycia danej kopaliny ze złóż krajowych w porównaniu z niską ceną produktu na rynku światowym (tańszy import niż rodzima produkcja jak obecnie w przypadku soli potasowo-magnezowych). Ograniczenia natury środowiskowej mogą się pojawić w przypadku lokalizacji konkretnych obiektów górniczych na terenach chronionych przyrodniczo oraz konieczności rzutu solanek ługowniczych (budowa kawernowych magazynów i składowisk) do wód powierzchniowych.

7.3.7. Wnioski

1. Zasoby przewidywane soli kamiennej (wieku permskiego i miocenijskiego) w Polsce oszacowano w 2009 r. na ponad 2 256 mld ton. W porównaniu ze stanem rozpoznania z 1993 roku ich wielkość wzrosła o ponad 1 801,3 mld ton (w tym zasoby soli miocenijskiej stanowią tylko 0,1%). Zasoby prognostyczne soli zmalały o 2 216,3 mln ton do 194 903,7 mln ton, zaś zasoby perspektywiczne wzrosły o 1 803 550 mln ton do 2 061,8 mld ton. Zasoby soli miocenijskiej w obu przypadkach stanowią znikomą część ogólnych zasobów przewidywanych soli kamiennej.
2. Wielkość zasobów przewidywanych permskich (cechszyńskich) soli potasowo-magnezowych w Polsce szacowana jest na prawie 1,02 mld ton, z czego 70,6% stanowią zasoby prognostyczne wystąpień „pokładowych” soli typu polihalitowego w rejonie Zatoki Puckiej. Pozostałe to głównie zasoby hipotetyczne soli K-Mg w rejonie Zielona Góra–Nowa Sól na monoklinie przedsudeckiej. Udokumentowane, ale nie eksploatowane zasoby w wydzie Kłodawa mają znaczenie marginalne (9,8 % ogólnych zasobów). Wielkość zasobów przewidywanych wzrosła o 119,44 mln ton w porównaniu ze stanem rozpoznania z 1993 roku wskutek zaliczenia do grupy zasobów prognostycznych zasobów udokumentowanych w kategorii C₂ złóż soli typu polihalitowego na wyniesieniu Łeby (rejon Zatoki Puckiej). Obecnie w Polsce praktycznie nie wydobywa się tej kopaliny.

8. KOPALINY BUDOWLANE, DROGOWE I PRZEMYSŁU CEMENTOWEGO

8.1. KOPALINY ILASTE CERAMIKI BUDOWLANEJ

8.1.1. Wstęp

Perspektywy surowcowe dla kopaliny ilastej ceramiki budowlanej wiążą się z płytkim występowaniem ilów, mułków, rzadziej łożupków i glin o korzystnych parametrach jakościowych. Surowcami do produkcji ceramiki budowlanej są różnorodne skały ilaste, które zarobione wodą tworzą masę plastyczną, poddającą się formowaniu. Uformowane i wypalone wyroby muszą posiadać odpowiednie cechy fizyczne i techniczne określone przez normy. W celu określenia możliwości wykorzystania kopaliny ilastej jako surowca ceramiki budowlanej konieczna jest znajomość jej właściwości ceramicznych. Składają się na nie: właściwości samej kopaliny, właściwości technologiczne otrzymanego z niej surowca oraz właściwości fizyczne tworzywa ceramicznego (otrzymanego w procesie wypalania). Jakość kopaliny ilastej zależy przede wszystkim od ilości i rodzaju składników mineralnych: minerałów ilastych, składników płonnych oraz składników szkodliwych (ziarna mineralne większe od 2 mm, ziarna węglanowe większe od 0,5 mm, piryt, gips i inne siarczany). W typowych surowcach jest około 40–60% różnych minerałów ilastych: kaolinitu, illitu, montmorylonitu i chlorytów, występujących w zmiennych proporcjach.

8.1.2. Kryteria bilansowości

Kryteria bilansowości złóż zmieniały się wielokrotnie na przestrzeni lat. Obecnie obowiązują kryteria wprowadzone Rozporządzeniem Ministra Środowiska w sprawie kryteriów bilansowości złóż kopaliny (Dz. U. z 2001 r., Nr 153, poz. 1774, z późn. zm.) zestawione w tab. 8.1.1.

Tabela 8.1.1. Kryteria bilansowości dla kopaliny ilastej ceramiki budowlanej

Parametr	Jednostka	Wartość brzeżna
Maksymalna głębokość dokumentowania	m	do głębokości możliwej eksploatacji
Minimalna miąższość złoża	m	2
Maksymalny stosunek N/Z		0,5
Maksymalna zawartość ziaren o śr. pow. 2 mm	%	1
Maksymalna zawartość marglu w ziarnach o śr. pow. 0,5 mm	%	0,4
Minimalna skurczliwość wysychania	%	6

8.1.3. Stan rozpoznania złóż udokumentowanych

Według stanu na 31.12.2009 r. bilansowe zasoby geologiczne surowców ilastych ceramiki budowlanej wynoszą ponad 2 mld m³ i zostały udokumentowane w 1232 złożach (tab. 8.1.2). Ponad 36% tych zasobów przypada na jedno, wstępnie rozpoznane złożo Legnica – Pole Wschodnie, zalegające w nadkładzie węgla brunatnych. Zasoby złóż aktualnie zagospodarowanych wynoszą niespełna 22%, ponad 25% to zasoby złóż niezagospodarowanych, reszta przypada na zasoby złóż, których eksploatacji z różnych przyczyn zaniechano. Ponad 2/3 stanowią zasoby złóż, które zostały zbadane tylko wstępnie, w stopniu odpowiadającym kategorii C₂. Zasoby przemysłowe wynoszą ogółem prawie 164 mln m³ (tab. 8.1.2). Biorąc pod uwagę ostatnią dekadę, wydobyte utrzymuje się na dość wysokim poziomie (łącznie 3,355 mln m³). Wśród udokumentowanych złóż surowców ilastych ceramiki budowlanej podstawowe znaczenie mają kopaliny ilaste czwartorzędu (zwłaszcza iły i mułki zastoiskowe) oraz neogenu (iły poznańskie i iły krakowieckie), które pokrywają ponad 80% wydobycia. O wiele mniejsze znaczenie mają kopaliny triasu i jury, a zupełnie podrzędne pozostałe (iłowupki fliszowe, iłowupki karbonu, iły permu itp.).

Tabela 8.1.2. Zasoby kopalin ilastych ceramiki budowlanej wg stanu na 31.12.2009 r.

Województwo	Zasoby udokumentowane			Zasoby prognostyczne	
	liczba złóż	zasoby bilansowe (tys. m ³)	zasoby przemysłowe (tys. m ³)	liczba złóż	zasoby prognostyczne (tys. m ³)
Dolnośląskie	71	793 490	19 727	5	1 008 684
Kujawsko-pomorskie	21	29 213	3 844	1	997
Lubelskie	127	86 000	5 996	7	17 095
Lubuskie	39	43 464	4 833	1	300
Łódzkie	112	45 866	9 777	14	31 682
Małopolskie	75	129 193	16 565	19	31 429
Mazowieckie	149	93 960	15 317	15	47 954
Opolskie	44	58 404	9 762	1	6 930
Podkarpackie	166	149 669	10 776	17	140 770
Podlaskie	23	25 696	301	2	6 032
Pomorskie	31	36 707	2 788	4	33 124
Śląskie	147	99 664	12 976	9	54 838
Świętokrzyskie	56	225 340	22 627	6	241 832
Warmińsko-mazurskie	43	56 437	3 500	0	0
Wielkopolskie	105	115 741	17 677	5	3 151
Zachodniopomorskie	23	32 982	7 351	0	0
Razem	1 232	2 021 826	163 817	106	1 624 818

8.1.4. Obszary oraz zasoby prognostyczne i perspektywiczne

Na podstawie analizy poszczególnych arkuszy *Mapy geosrodowiskowej Polski* w skali 1:50 000 wyznaczono 106 złóż (obszarów) o zasobach prognostycznych (fig. 8.1.1 do 8.1.14), a ponadto około 280 obszarów o zasobach perspektywicznych. Zasoby prognostyczne surowców ilastych ceramiki budowlanej są w Polsce bardzo duże – ponad 1,6 mld m³ (tab. 8.1.2) i wciąż istnieją możliwości ich powiększenia. Należy jednak podkreślić, że ponad 60% zasobów prognostycznych przypada na obszary Legnica – Pole Zachodnie I i II. Wiele kopaliny ilastych cechuje się dobrą, a przynajmniej zadowalającą jakością, pozwalającą na produkcję różnorodnych i nowoczesnych wyrobów ceramiki budowlanej.

Trzeba mieć na uwadze, że surowce ilaste ceramiki budowlanej mają w zdecydowanej większości znaczenie regionalne lub lokalne, a o rentowności złóż często decydują koszty transportu do potencjalnych odbiorców. Rozmieszczenie obszarów perspektywicznych i prognostycznych niestety w dużej mierze odzwierciedla generalną lokalizację złóż już udokumentowanych. Prawie połowa takich obszarów przypada na trzy i tak bardzo zasobne województwa: podkarpackie, małopolskie i mazowieckie. Z kolei największe zasoby prognostyczne wyznaczono w województwach dolnośląskim i świętokrzyskim. Należy też podkreślić regionalne zróżnicowanie jakości kopaliny w obszarach prognostycznych i perspektywicznych, co bezpośrednio wpływa na przyszły asortyment wyrobów. Najbogatszy jest niewątpliwie obszar Polski południowej, gdzie województwa są przeważnie bardzo zasobne w surowce ilaste ceramiki budowlanej. Powinno to umożliwiać produkcję pełnego asortymentu wyrobów grubościennych, drażonych, cienkościennych, a wielu regionach także dachowych i klinkierowych. Najbardziej deficytowy jest obszar Polski północnej i północno-wschodniej. Obejmuje on województwa o małych i średnich perspektywach. Zasoby prognostyczne obejmują zróżnicowane pod względem jakości surowce do produkcji wyrobów grubościennych, drażonych i tylko miejscami cienkościennych. Zaznacza się brak surowców do produkcji wyrobów klinkierowych i dachowych.

8.1.5. Rekomendacje dalszych prac

Przyszłe prace poszukiwawcze powinny uwzględniać następujące założenia:

- w pierwszej kolejności należy prowadzić bardziej szczegółowe rozpoznanie w istniejących złóżach udokumentowanych w kategorii C₂, które wciąż stanowią większość zasobów złóż niezagospodarowanych zamieszczanych w *Bilansie zasobów złóż...*,
- rozpoznawanie wyznaczonych obszarów prognostycznych (jak też poszukiwanie nowych) powinno być prowadzone głównie w deficytowych województwach Polski północnej i północno-wschodniej,
- w pozostałych województwach ewentualne prace poszukiwawcze lub rozpoznawcze powinny się koncentrować na kopalinach najwyższej jakości, stanowiących potencjalne surowce do produkcji pustaków ceramicznych, wyrobów dachowych, klinkieru itp.

8.1.6. Bariery i ograniczenia

Istnieje niewiele barier i ograniczeń w możliwości przyszłego zagospodarowania kopalni, zarówno w już udokumentowanych złożach, jak i na obszarach prognostycznych i perspektywicznych. Za najważniejsze należy uznać:

- nierównomierne występowanie zasobów udokumentowanych, prognostycznych i perspektywicznych, wynikające głównie z budowy geologicznej Polski;
- duże regionalne zróżnicowanie jakości kopaliny, ograniczające możliwość wytwarzania szerokiego asortymentu nowoczesnych i poszukiwanych wyrobów na znacznych obszarach kraju;
- dość duży odsetek obszarów (złóż) małych, o zasobach nieprzekraczających 1 mln m³;
- lokalny konflikt z powodu występowania w nadkładzie gleb o wysokich klasach bonitacyjnych (rzadziej kolizja z obszarami chronionymi ze względów przyrodniczych).



Figura 8.1.1. Obszary prognostyczne kopalni ceramiki budowlanej w woj. dolnośląskim



Figura 8.1.2. Obszar prognostyczny kopalni ceramiki budowlanej w woj. kujawsko-pomorskim



Figura 8.1.3. Obszary prognostyczne kopalni ceramiki budowlanej w woj. lubelskim



Figura 8.1.4. Obszar prognostyczny kopalin ceramiki budowlanej w woj. lubuskim

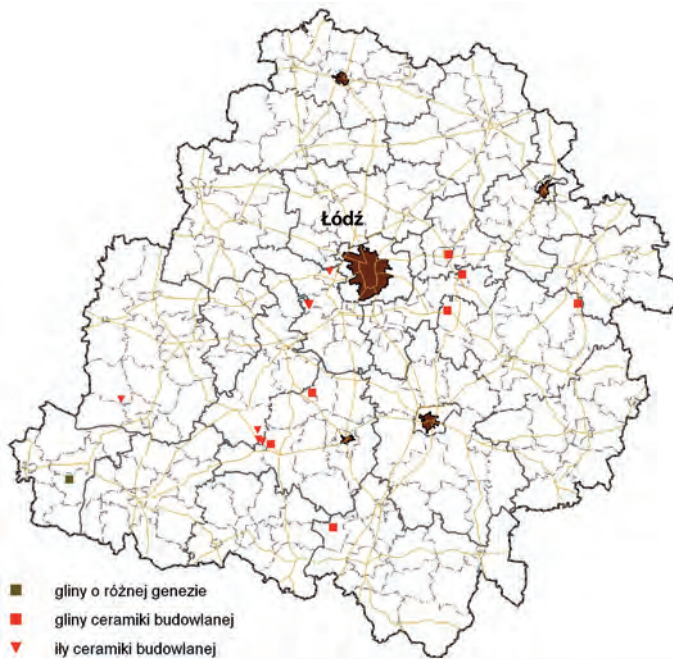


Figura 8.1.5. Obszary prognostyczne kopalin ceramiki budowlanej w woj. łódzkim

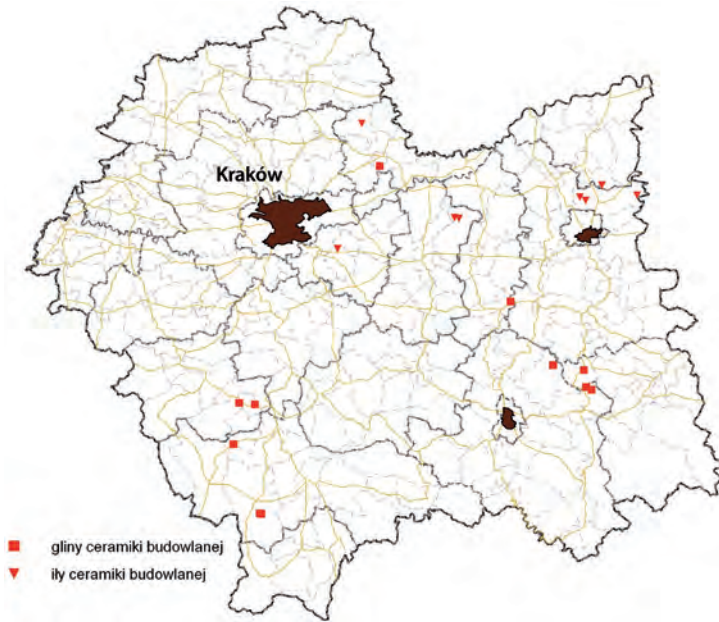


Figura 8.1.6. Obszary prognostyczne kopalni ceramiki budowlanej w woj. małopolskim



Figura 8.1.7. Obszary prognostyczne kopalni ceramiki budowlanej w woj. mazowieckim



Figura 8.1.8. Obszar prognostyczny kopalin ceramiki budowlanej w woj. opolskim

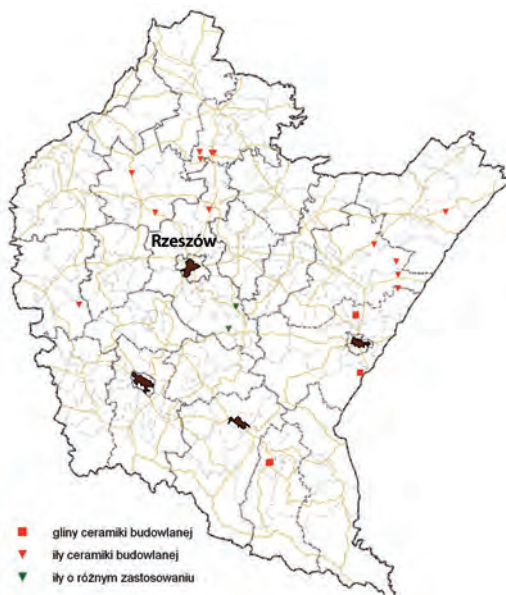


Figura 8.1.9. Obszary prognostyczne kopalin ceramiki budowlanej w woj. podkarpackim



Figura 8.1.10. Obszary prognostyczne kopalni ceramiki budowlanej w woj. podlaskim



Figura 8.1.11. Obszary prognostyczne kopalni ceramiki budowlanej w woj. pomorskim



Figura 8.1.12. Obszary prognostyczne kopalni ceramiki budowlanej w woj. śląskim

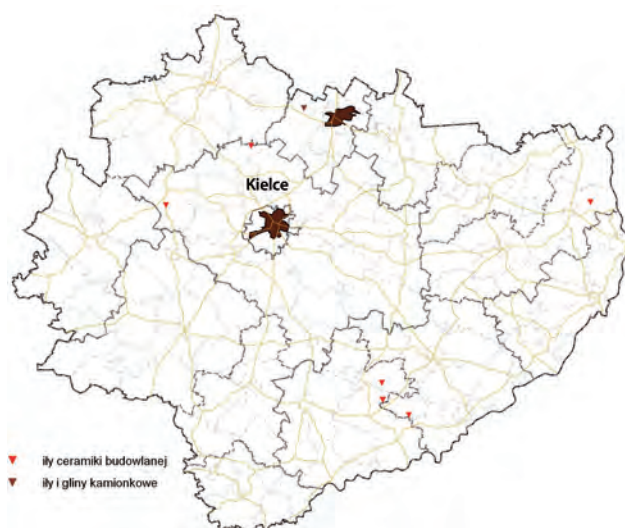


Figura 8.1.13. Obszary prognostyczne kopalni ceramiki budowlanej w woj. świętokrzyskim



Figura 8.1.14. Obszary prognostyczne kopalni ceramiki budowlanej w woj. wielkopolskim

8.1.7. Wnioski

1. Zasoby prognostyczne kopalni ilastych ceramiki budowlanej są w Polsce bardzo duże, ale występują nierównomiernie na obszarze kraju, a kopalina jest bardzo zróżnicowana pod względem jakości.
2. Dokumentowane złoża powinny mieć zasoby na poziomie przynajmniej 1 mln m³ i zawierać kopalinę umożliwiającą produkcję różnorodnych, możliwie nowoczesnych wyrobów (inne złoża mogą nie zapewnić rentowności inwestycji).
3. Opłaty koncesyjne na poszukiwanie kopalni ilastych na obszarach deficytowych (oraz kopalni najwyższej jakości także w innych regionach Polski) powinny być możliwie niskie.

8.2. KRUSZYWO NATURALNE PIASKOWO-ŻWIROWE

8.2.1. Wstęp

Polska jest szczerze wyposażona przez naturę w złoża naturalnych kruszyw piaskowo-żwirowych, których występowanie z większym udziałem żwirów przypomina literę C wpisaną w kontur granic Polski. W centrum kraju obecne są przede wszystkim złoża piasków, a jedynie sporadycznie złoża z większą, rzędu 30–40%, domieszką żwirów.

Za kruszywa naturalne żwirowo-piaskowe uznaje się luźną mieszaninę materiału okruczowego, w skład którego wchodzi otoczaki, żwir i piasek. W grupie tej wyróżnić można, w zależności od składu ziarnowego oraz sposobu i stopnia przeróbki:

- kruszywa żwirowo-piaskowe niekruszone: *piasek zwykły* 0–2 mm, *żwiry* (frakcje 2–4, 4–8, 8–16, 16–31,5, 31,5–63 mm oraz frakcje mieszane np. 2–8, 2–16, 2–31,5 mm), *mieszanki klasyfikowane* (np. frakcje 0–4, 0–8, 0–16, 0–31,5, 0–63 mm), *mieszanki nieklasyfikowane* (np. frakcje 0–16, 0–31,5, 0–63 mm) i *otoczaki* (> 63 mm);
- kruszywa naturalne żwirowo-piaskowe kruszone: *piasek łamany* 0–2 mm, *grysy z otoczków* (frakcje jak u żwirów) oraz *mieszanki z otoczków* (frakcje identyczne jak *mieszanek naturalnych*).

Dla potrzeb jakościowej klasyfikacji złóż kruszyw naturalnych, wskazujących jednocześnie kierunki ich wykorzystania, zaproponowano na podstawie wielkości punktu piaskowego (pp) ich podział na:

- piaski o pp > 90%,
- piaski z domieszką żwirów o pp 75–90%,
- kruszywo piaskowo-żwirowe o pp 50–75%,
- kruszywo żwirowo-piaskowe o pp 25–50%,
- żwiry o pp < 25%.

Pojęcie kruszyw mineralnych piaskowo-żwirowych nie obejmuje piasków do produkcji wyrobów z betonu komórkowego i cegły wapienno-piaskowej, piasków podsadzkowych oraz wyżej cenionych piasków formierskich i piasków do badania jakości betonu, zaliczanych łącznie do grupy piasków przemysłowych, jak również piasków szklarskich.

Pozyskiwanie naturalnych kruszyw żwirowo-piaskowych w Polsce od 4 lat stanowi największy ilościowo dział górnictwa, dostarczający od 2005 r. ponad 100 mln ton/rok, przy niemal 150 mln ton w 2008 r. Pomimo ciągłego wzrostu wydobywania, stan zasobów bilansowych i przemysłowych nie zmienił się w tym czasie, a nawet w niewielkim stopniu wzrósł i wynosił na koniec 2007 roku odpowiednio około 15,0 mld ton zasobów bilansowych i niespełna 2,2 mld ton zasobów przemysłowych. Wykazana baza zasobowa bilansowych złóż udokumentowanych w ujęciu statycznym wystarczy na około 100 lat, przyjmując wydobywanie na poziomie 150 mln ton/rok, ale już zabezpieczenie zasobami przemysłowymi wskazuje jedynie na horyzont ok. 15-letni. Ponadto wiele z udokumentowanych złóż znajduje się na terenach konfliktowych ze środowiskiem i infrastrukturą, wobec czego ich zasoby nie w pełni będą mogły być wykorzystane. Obserwuje się także pogorszenie jakości pozyskiwanych kruszyw, głównie spadek tzw. punktu piaskowego, który w ostatnim okresie oscyluje wokół 65% średnio dla kraju, z tendencją do dalszego pogarszania. Dlatego też istotnym zagadnieniem jest określenie zasobów prognostycznych i perspektywicznych kruszyw naturalnych piaskowo-żwirowych w Polsce. Zrealizowano je na podstawie kompleksowych

danych i informacji zawartych przede wszystkim w materiałach znajdujących się w objaśnieniach do *Mapy geologiczno-gospodarczej Polski (MGGP)* w skali 1:50 000 oraz *Mapy geośrodowiskowej Polski (MGŚP)* w skali 1:50 000, bazujących na danych i opracowaniach autorów poszczególnych arkuszy. Obszary perspektywiczne i prognostyczne wyznaczano na podstawie analizy dokumentacji geologiczno-złożowych, sprawozdań z prac poszukiwawczych i *Szczegółowej mapy geologicznej Polski (SMGP)* w skali 1:50 000. Jako materiał źródłowy wykorzystywano orzeczenia i sprawozdania z badań geologiczno-poszukiwawczych, zawierające profile wierceń i sond archiwalnych oraz punkty występowania kopalini. Dane i informacje poddano wnikliwej analizie i weryfikacji. W odróżnieniu od innych kopalini i w stosunku do MGGP i/lub MGŚP przedstawiono je wedle klucza geograficzno-administracyjnego, zbieżnego z prezentacją złóż w *Bilansie zasobów kopalini i wód podziemnych w Polsce*.

8.2.2 Kryteria bilansowości

Kryteria bilansowości, poprawniej nazywane kryteriami geologicznymi złóż kruszywa naturalnych, zmieniały się w czasie i w ostateczności zrezygnowano z kryterium minimalnych zasobów – decyduje wielkość dostępnego gruntu przez przedsiębiorcę rozpoznającego złożo i jego ocena opłacalności przedsięwzięcia, a także kryterium maksymalnej głębokości eksploatacji, podyktowanej poprzednio głównie występowaniem poziomów wodonośnych. Obecnie eksploatacja wielkoskalowa zawodnionych serii kruszywa naturalnych jest bardziej pożądana ze względów techniczno-technologiczno-ekonomicznych. Wskutek upowszechnienia metod przerobu kruszywa naturalnych można opłacalnie uzyskiwać frakcje żwirowe, nawet z kruszywa z 10–20% udziałem żwirów w niektórych regionach. Wobec zachodzących zmian w eksploatacji i przerobie kruszywa naturalnych oraz zmian w prawie geologiczno-górnicznym wprowadzono Rozporządzeniem Ministra Środowiska kryteria bilansowości złóż kopalini (Dz. U. z 2001 r., Nr 153, poz. 1774, z późn. zm.), (tab. 8.2.1).

Tabela 8.2.1. Kryteria bilansowości dla naturalnych kruszywa piaskowo-żwirowych

Parametr	Jednostka	Wartość brzeżna
Minimalna miąższość	m	2
Maksymalna grubość nadkładu	m	5
Maksymalny stosunek N/Z		1
Maksymalna zawartość pyłów mineralnych	%	15

8.2.3. Stan rozpoznania złóż udokumentowanych

Kruszywa naturalne żwirowo-piaskowe są kopalinią powszechnie występującą w Polsce i tworzą złożo a ogromnych zasobach. Przeważnie są to ładowe złożo czwartorzędowe związane ze zlodowaczeniami, głównie północnopolskim, i złożo w dolinach rzecznych. W Karpatach i Sudetach obecne są złożo aluwialne, przy czym występujące w dolinach rzek sudeckich charakteryzują się najwyższą jakością ze względu na granulację i skład petrograficzny frakcji żwirowo-

wych. Sporadyczne są złoża starsze niż czwartorzędowe, m.in. permskie w woj. świętokrzyskim, dolnojurajskie w opolskim, śląskim i świętokrzyskim oraz paleogeńsko-neogeńskie na Lubelszczyźnie, Dolnym Śląsku i w Małopolsce. Znane są także złoża morskie w południowej części Bałtyku, m.in. ławice Słupska, Koszalińska i Południowa, których łączne zasoby nie przekraczają 140 mln ton.

Ogółem wg stanu na 31.12.2009 r. udokumentowanych było w Polsce 7323 złóż kruszyw naturalnych żwirowo-piaskowych z łącznymi zasobami bilansowymi 16 245 mln t. Największymi ich zasobami w ilości ponad 1 mld ton dysponuje tylko 5 województw, w kolejności: dolnośląskie, małopolskie, opolskie, podlaskie, podkarpackie i lubuskie. Z kolei najmniejszymi zasobami – kujawsko-pomorskie, łódzkie i pomorskie (tab. 8.2.2).

Natomiast spośród złóż zagospodarowanych największe zasoby przemysłowe występują w złożach dolnośląskich, podlaskich i wielkopolskich, najmniejsze zaś w kujawsko-pomorskim i świętokrzyskim. Charakteryzując jakość złóż kruszyw naturalnych, trzeba podkreślić wzrost średniego punktu piaskowego, który przekroczył 63%. Najlepsze pod tym względem złoża występują na południu Polski w aluwjach rzek spływających z Sudetów (zwłaszcza) i Karpat, w mniejszym stopniu w NE Polsce.

Potencjał zasobowy rozpoznanych złóż kruszywa naturalnych w Polsce, pomimo intensywnej, rosnącej eksploatacji, praktycznie się nie zmienił i na koniec 2009 r. odnotowano przyrost o 1 mln t zasobów bilansowych i ok. 34 tys. t zasobów przemysłowych w stosunku do roku poprzedniego. Zwiększyła się za to dość istotnie liczba złóż – o ponad 900, a powodem tego były przede wszystkim podziały złóż na pola lub partie, w zależności od dostępności terenu, przez przedsiębiorców lub osoby fizyczne, w tym głównie dla koncesji udzielanych przez starostów. W mniejszym stopniu na stan bazy zasobowej wpłynęły odkrycia nowych złóż, bardziej – dodatkowe rozpoznanie w obszarach znanych, głównie złóż piasków.

8.2.4. Obszary oraz złoża prognostyczne i perspektywiczne

Dla kruszyw naturalnych wydzielono tylko obszary i zasoby prognostyczne oraz perspektywiczne. Pierwsze z nich określono ilościowo dla tych obszarów, gdzie znane były z wierceń i odsłoneń naturalnych bądź sztucznych podstawowe parametry geologiczno-górnictwa i jakościowe w odniesieniu do obowiązujących kryteriów geologicznych wydzielania złóż (tab. 8.2.1). Natomiast zasoby perspektywiczne wyznaczono głównie na podstawie przesłanek geologicznych oraz pojedynczych oznak występowania złóż kruszywa naturalnych.

Możliwe do obliczenia zasoby prognostyczne kruszywa naturalnych na koniec 2009 r. stanowiły tylko 48% znanych i udokumentowanych zasobów bilansowych (tab. 8.2.2). Podobnie jak w złożach udokumentowanych, przeważają złoża piasków. Najmniejsze zasoby prognostyczne wyliczono w województwach: kujawsko-pomorskim – 102 mln t, śląskim – 141 mln t, zachodniopomorskim – 145 mln t, a następnie w warmińsko-mazurskim – 147 mln t i pomorskim – 190 mln t. Są wśród nich województwa, gdzie w ostatnich latach rozwinięto znacznie wydobywanie (warmińsko-mazurskie, zachodniopomorskie, pomorskie) nastawione, poza pomorskim, głównie na produkcję żwirów przeznaczanych na inne, sąsiednie rynki. Zasobami prognostycznymi w przedziale 200–250 mln t dysponują województwa: podlaskie – 228 mln t, opolskie 230 mln t, lubuskie 233 mln t oraz wielkopolskie 248 mln t (fig. 8.2.1–8.2.16). Wielkości te wskazują, że potencjał zasobowy tych województw został już w najwyższym stopniu rozpoznany, a gospo-

darka zasobami na ich terenie wymaga wielkiej ostrożności i uwagi w połączeniu z racjonalnością, wynikającą z uwarunkowań środowiskowych i administracyjnych. Ta sama uwaga dotyczy 5 województw o najmniejszych zasobach. Największe z kolei zasoby prognostyczne występują w woj. podkarpackim – niemal 2,2 mld t i są 2-krotnie większe od znanych zasobów, lubelskim (głównie piaski) – niemal ta sama wielkość co w złożach udokumentowanych. Zasobami prognostycznymi ponad 500 mln t dysponują województwa: małopolskie – 750 mln t, łódzkie i świętokrzyskie – po 569 mln t, dolnośląskie – 561 mln t oraz mazowieckie – 548 mln t (tab. 8.2.2).

Zasoby perspektywiczne, tylko sporadycznie określone liczbowo, dla wskazanych wystąpień kruszyw piaskowo-żwirowych, zostały oszacowane na podstawie ilości wyznaczonych obszarów perspektywicznych w poszczególnych województwach w stosunku do liczby wyznaczonych obszarów prognostycznych. W skali kraju ilość obszarów perspektywicznych jest około 2-krotnie większa od ilości obszarów prognostycznych, a zatem zasoby perspektywiczne są prawdopodobnie dwukrotnie większe od prognostycznych i nie przekraczają 15 mld ton. Zdecydowanie przeważają wśród nich obszary z piaskami lub piasków z domieszką żwirów. Łącznie z zasobami prognostycznymi dają około 23 mld ton i są większe o ponad 7 mld ton od znanych zasobów bilansowych kraju (tab. 8.2.2).

Tabela 8.2.2. Zasoby kruszyw naturalnych piaskowo-żwirowych wg stanu na 31.12.2009 r.

Województwo	Złoża prognostyczne		Złoża udokumentowane	
	liczba	zasoby prognostyczne (tys. t)	liczba	zasoby bilansowe (tys. t)
Dolnośląskie	45	561 147	360	1 975 159
Kujawsko-pomorskie	36	102 940	527	251 553
Lubelskie	85	878 442	733	919 950
Lubuskie	33	233 354	222	1 077 321
Łódzkie	95	569 196	556	498 114
Małopolskie	41	750 511	303	1 842 283
Mazowieckie	116	548 961	1 035	1 049 314
Opolskie	25	230 523	158	1 410 002
Podkarpackie	72	2 180 797	524	1 092 181
Podlaskie	21	227 907	461	1 222 858
Pomorskie	48	189 755	442	750 051
Śląskie	27	140 600	223	841 246
Świętokrzyskie	39	569 682	162	615 349
Warmińsko-mazurskie	37	147 884	480	936 497
Wielkopolskie	38	248 089	868	763 625
Zachodniopomorskie	26	145 376	266	859 913
Obszar morski	4	65 250	3	139 696
Polska	788	7 790 414	7 323	16 245 112

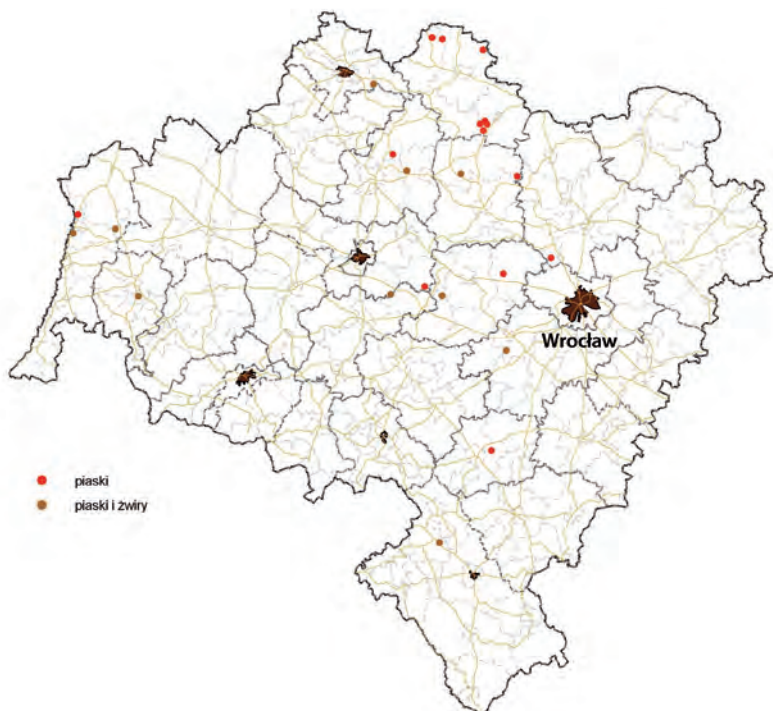


Figura 8.2.1. Obszary prognostyczne kruszywa naturalnego w woj. dolnośląskim



Figura 8.2.2. Obszary prognostyczne kruszywa naturalnego w woj. kujawsko-pomorskim

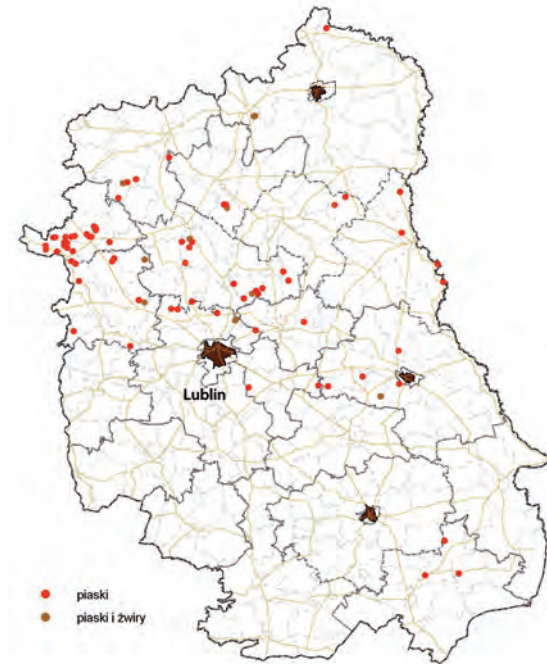


Figura 8.2.3. Obszary prognostyczne kruszywa naturalnego w woj. lubelskim



Figura 8.2.4. Obszary prognostyczne kruszywa naturalnego w woj. lubuskim

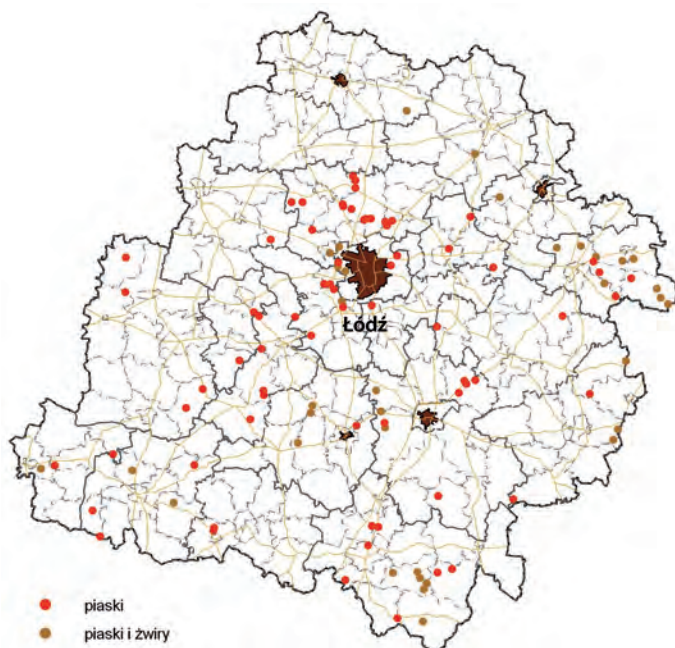


Figura 8.2.5. Obszary prognostyczne kruszywa naturalnego w woj. łódzkim

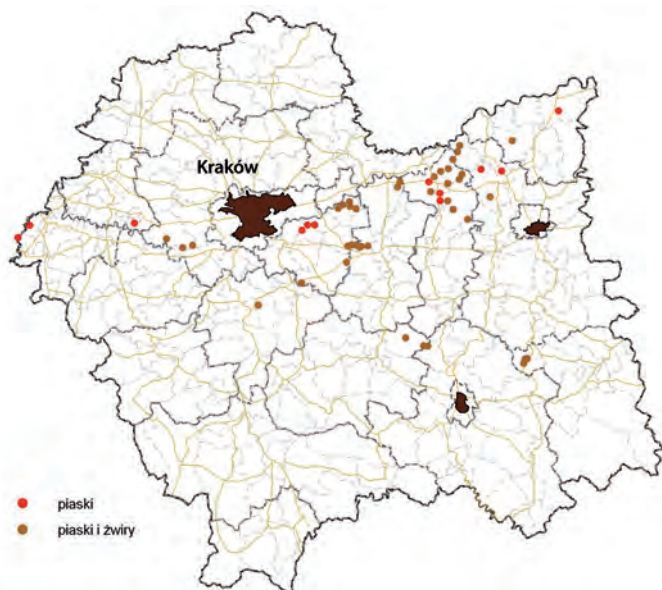


Figura 8.2.6. Obszary prognostyczne kruszywa naturalnego w woj. małopolskim



Figura 8.2.7. Obszary prognostyczne kruszywa naturalnego w woj. mazowieckim



Figura 8.2.8. Obszary prognostyczne kruszywa naturalnego w woj. opolskim

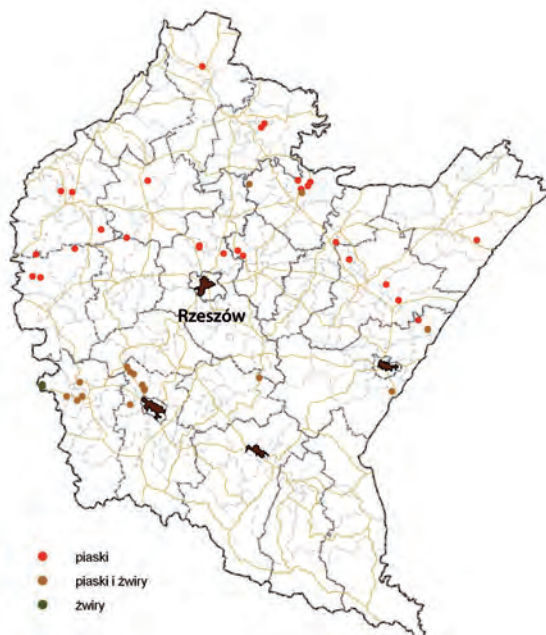


Figura 8.2.9. Obszary prognostyczne kruszywa naturalnego w woj. podkarpackim



Figura 8.2.10. Obszary prognostyczne kruszywa naturalnego w woj. podlaskim

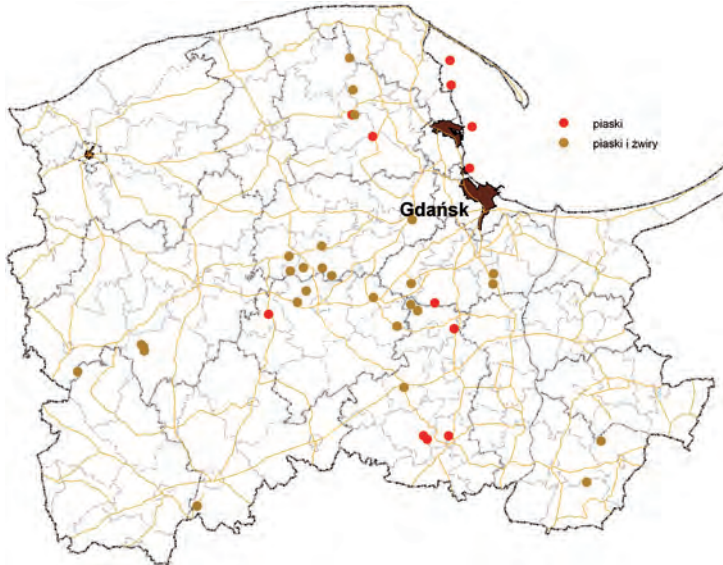


Figura 8.2.11. Obszary prognostyczne kruszywa naturalnego w woj. pomorskim

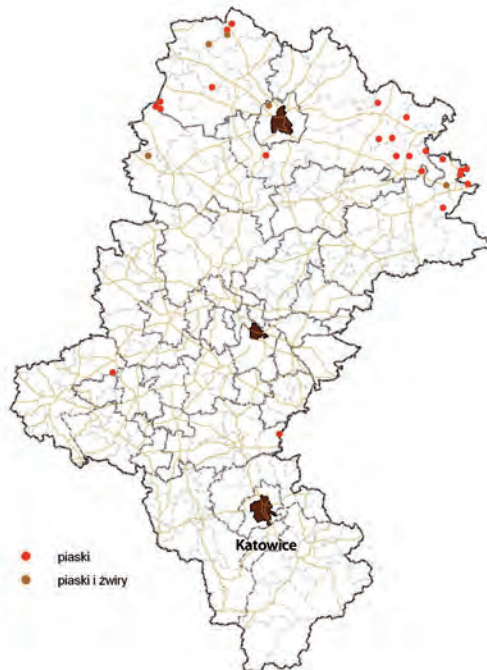


Figura 8.2.12. Obszary prognostyczne kruszywa naturalnego w woj. śląskim

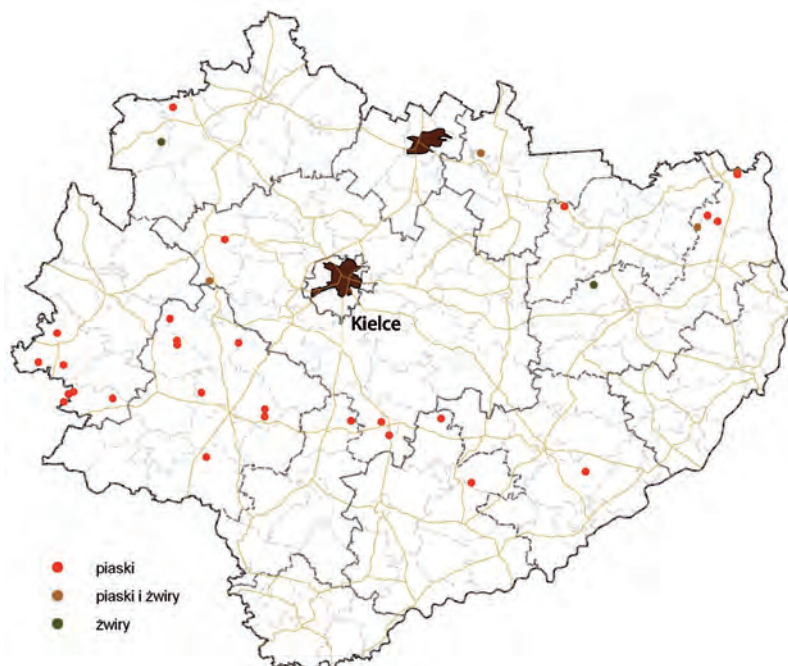


Figura 8.2.13. Obszary prognostyczne kruszywa naturalnego w woj. świętokrzyskim

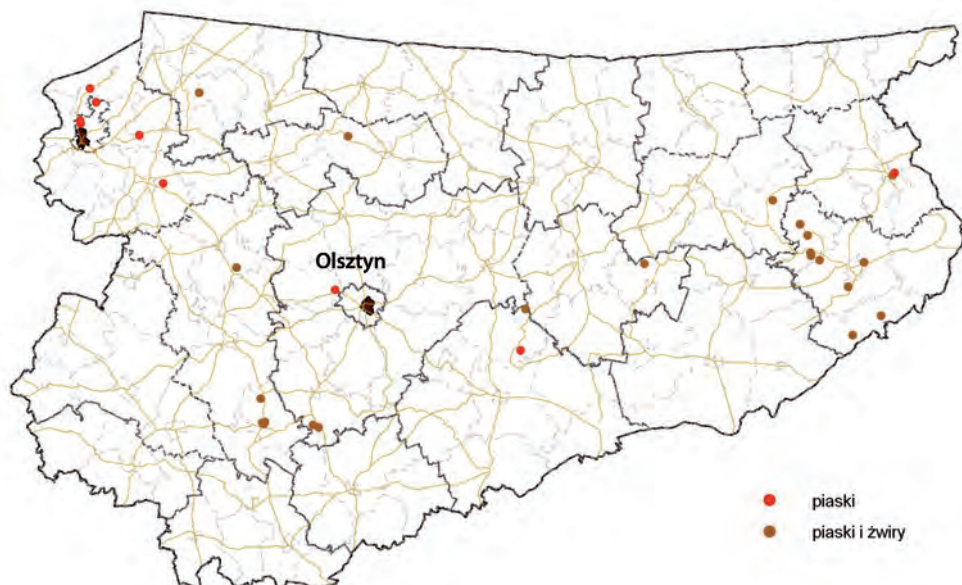


Figura 8.2.14. Obszary prognostyczne kruszywa naturalnego w woj. warmińsko-mazurskim

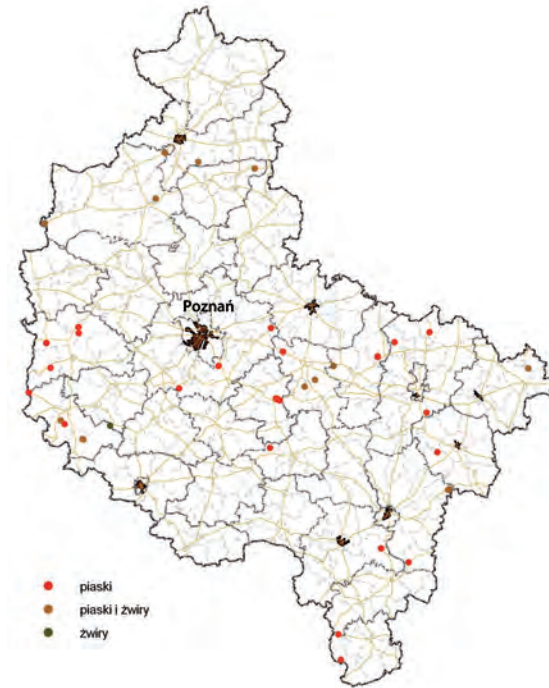


Figura 8.2.15. Obszary prognostyczne kruszywa naturalnego w woj. wielkopolskim

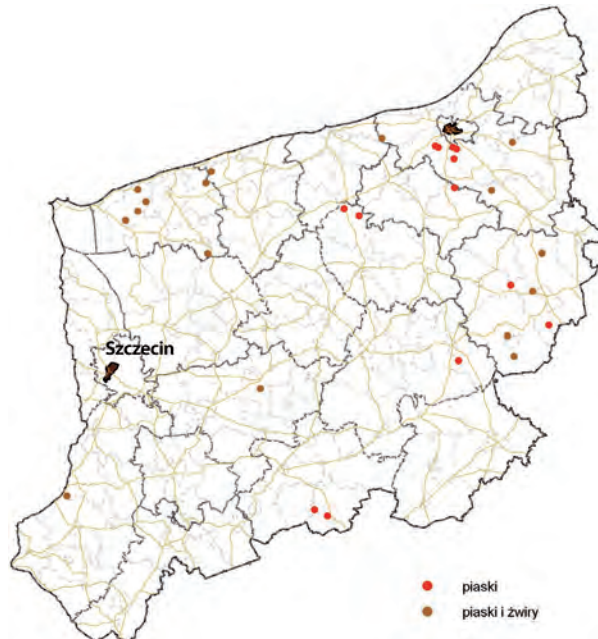


Figura 8.2.16. Obszary prognostyczne kruszywa naturalnego w woj. zachodniopomorskim

8.2.5. Rekomendacje dalszych prac

Poszukiwanie i rozpoznawanie złóż kruszyw piaskowo-żwirowych samoistnie się uregulowało wskutek nowelizacji prawa geologiczno-górniczego oraz szeregu ustaw gospodarczych. Zainteresowane podmioty same realizują poszukiwania i rozpoznanie na podstawie koncesji poszukiwawczych. Świadczy o tym wzrost bazy zasobowej na koniec 2009 roku, pomimo intensywnego wydobycia na poziomie 140–150 mln t/rok w ostatnich latach. W skali kraju należy przedsięwziąć prace dotyczące ochrony dużych i wielkich złóż tzw. kruszyw grubych o zasobach minimum 3 mln ton, które powoli stają się unikatowe. Ochrona takich złóż powinna obejmować zakaz wydzielania w ich obrębie koncesji wydawanych przez starostów o powierzchni do 2 ha.

Obszary prognostyczne kruszyw, zwłaszcza piaskowo-żwirowych, powinny być uwzględnione w planach zagospodarowania przestrzennego gmin.

8.2.6. Bariery i ograniczenia

Ograniczeniami w poszukiwaniach i pozyskiwaniu złóż kruszyw piaskowo-żwirowych są przede wszystkim uregulowania prawne ochrony środowiska (wszelkiego typu tereny chronione, lasy, gleby wysokich klas bonitacyjnych, główne zbiorniki wód podziemnych, obszary Natura 2000 etc.), gospodarki przestrzennej, administracyjne i społeczne. Bariery środowiskowe odgrywają istotną rolę w województwach podlaskim i warmińsko-mazurskim oraz niemal we wszystkich regionach Polski południowej. Tam także negatywnie na gospodarkę złożami kruszyw wpływają uregulowania administracyjne (zakazy eksploatacji złóż w niektórych obszarach wydane m.in. przez wojewodów/marszałków w województwach podlaskim i warmińsko-mazurskim) bądź nastroje społeczne (śląskie, opolskie). Jednak w skali kraju najpoważniejszym ograniczeniem jest brak aktualnych planów zagospodarowania przestrzennego lub nieuwzględnianie w nich złóż rozpoznanych.

Nakazuje to realną gospodarkę zasobami złóż oraz ich ochronę, zarówno złóż znanych, jak i prognostycznych oraz perspektywicznych, w obliczu programów budowy i modernizacji infrastruktury drogowo-kolejowej w Polsce i dalszego rozwoju budownictwa. Należy zatem złoża naturalnych kruszyw piaskowo-żwirowych chronić na równi z innymi elementami środowiska.

8.2.7. Wnioski

1. Zasoby prognostyczne kruszyw piaskowo-żwirowych w Polsce są ponad 3-krotnie mniejsze od zasobów udokumentowanych tych kopaliny. Generalnie charakteryzują się gorszą jakością ze względu na skład granulometryczny – punkt piaskowy przekracza 66%, a także skład petrograficzny – zbyt mały udział w zasobach prognostycznych Dolnego Śląska i Opolszczyzny.
2. Zasoby perspektywiczne, ostrożnie szacując, mogą być dwukrotnie większe od zasobów prognostycznych i łącznie nie przekroczą 15 mld ton, a więc wielkości zasobów udokumentowanych. Ponadto w zasobach perspektywicznych zdecydowanie dominują piaski.

3. Wielkość zasobów prognostycznych i perspektywicznych wskazuje na pilną potrzebę racjonalizacji gospodarki zasobami tych złóż w skali kraju (rezygnacja z koncesji wydawanych przez starostów) oraz opracowania programu ochrony obszarów ich występowania, zarówno znanych, jak i prognostycznych oraz perspektywicznych, na równi z innymi elementami środowiska naturalnego.

8.3. WAPIENIE I MARGLE PRZEMYSŁOWE

8.3.1. Wstęp

Wapienie są typowymi kopalinami wielosurowcowymi. W zależności od składu chemicznego i właściwości fizycznych znajdują różnorodne zastosowanie w przemyśle wapiennym, cementowym, chemicznym, hutnictwie żelaza, także do produkcji kruszyw łamanych, kamieni budowlanych oraz w rolnictwie (nawozy). Wapienie o zawartości powyżej 90% CaCO_3 traktowane są jako kopalina przydatna dla przemysłu wapienniczego. Jeśli spełniają dodatkowe kryteria chemiczne, mogą znajdować zastosowanie w przemyśle chemicznym, jako topnik hutniczy, w przemyśle cukrowniczym, do produkcji różnorodnych mączek wapiennych, w tym sorbentów do odsiarczania spalin. Wapienie margliste i margle to kopaliny przydatne dla przemysłu cementowego o zawartości CaCO_3 znacznie niższej (nawet poniżej 80%), ale ważne natomiast są dla nich zawartości innych składników chemicznych (m.in. MgO i P_2O_5).

Polska jest krajem bogatym w wapienie i kopaliny pokrewne, przydatne dla przemysłu budowlanych materiałów wiążących oraz do innych zastosowań przemysłowych. Wapienie i margle tworzą zwykle jednostki litologiczno-surowcowe występujące na znacznych obszarach. Kopaliny te pochodzą z różnych formacji geologicznych. Do najważniejszych zaliczyć należy, poczynając od najstarszych: kambryjskie krystaliczne wapienie wojcieszowskie, dewońskie wapienie w rejonie Kielc, karbońskie wapienie rejonu Krzeszowic, triasowe wapienie i margle Śląska Opolskiego, Górnego Śląska oraz niecki północnosudeckiej, najszerzej rozpowszechnione wapienie górnourajskie (głównie Jura Krakowsko-Wieluńska, obrzeżenie Gór Świętokrzyskich, Kujawy), kredowe margle i wapienie margliste Śląska Opolskiego, kredowe margle, opoki i kreda piszcząca Wyżyny Lubelskiej.

8.3.2. Kryteria bilansowości

Zasadniczymi kryteriami bilansowości stosowanymi w ocenie złóż wapieni i margli przemysłowych są: stosunek grubości nadkładu do miąższości złoża (N/Z), maksymalna grubość nadkładu oraz – w odniesieniu do wapieni dla przemysłu wapienniczego – minimalna średnia zawartość CaCO_3 w profilu złoża. Często stosowano dodatkowe kryteria, takie jak maksymalna głębokość dokumentowania, minimalna miąższość złoża i maksymalna grubość nadkładu. Obecnie obowiązujące kryteria bilansowości wprowadzone Rozporządzeniem Ministra Środowiska (Dz. U. z 2001 r., Nr 153, poz. 1774, z późn. zm.) pozostawiły dwa podstawowe wymogi (stosunek N/Z, grubość nadkładu) oraz dodatkowy wymóg zawartości CaCO_3 w odniesieniu do wapieni dla przemysłu wapienniczego (tab. 8.3.1), natomiast głębokość dokumentowania powinna być ustalana indywidualnie, m.in. w zależności od powierzchni złoża, poziomów wodonośnych itp.

Tabela 8.3.1. Kryteria bilansowości złóż wapieni i margli

Parametr	Jednostka	Wartość brzeżna	
		wapienie dla przemysłu wapienniczego	wapienie i margle dla przemysłu cementowego
Maksymalna głębokość dokumentowania	m	do głębokości możliwej eksploatacji	do głębokości możliwej eksploatacji
Maksymalna grubość nadkładu	m	15	15
Maksymalny stosunek grubości nadkładu do miąższości złoża (N/Z)	–	0,3	0,3
Minimalna średnia ważona zawartość CaCO ₃ w profilu złoża	%	90	–

8.3.3. Stan rozpoznania złóż udokumentowanych

Wapienie i skały pokrewne dla przemysłu wapienniczego i cementowego występują przede wszystkim w utworach jurajskich, gdzie udokumentowanych jest obecnie ok. 59% łącznych zasobów tych kopalni. Duże znaczenie mają także utwory dewońskie, triasowe i kredowe, podrzedne – wapienie prekambryjskie, kambryjskie, karbońskie i neogeńskie (tab. 8.3.3).

Pod względem wielkości zasobów można wyróżnić pięć regionów: świętokrzyski (ok. 40% łącznych zasobów), krakowsko-częstochowsko-wieluński (ok. 23%), lubelski (19%), opolski (8%) i kujawski (6%). Łączne zasoby wapieni dla przemysłu wapienniczego w 114 złożach udokumentowanych, wg stanu na 31.12.2009 r., wynosiły 5564,31 mln t, w tym 3256,31 mln t w kat. A+B+C₁ oraz 2332,29 mln t w kat. C₂. Z kolei zasoby wapieni, margli i opok dla przemysłu cementowego w 72 złożach udokumentowanych wynosiły 12 601,05 mln t, w tym 6662,97 mln t w kat. A+B+C₁ oraz 5938,08 mln t w kat. C₂. Łączne wydobycie tych kopalni osiągnęło w ostatnich latach poziom ponad 35 mln t/r, przy czym ok. 45% pochodziło z regionu świętokrzyskiego, ponad 20% z regionu opolskiego, ok. 13% z regionu Kujaw, a po ok. 6% z rejonu Chełma (woj. lubelskie) i Pajęczna–Wielunia (woj. łódzkie).

8.3.4. Obszary oraz zasoby prognostyczne i perspektywiczne

Oceny zasobów perspektywicznych wapieni i skał pokrewnych dla przemysłu wapienniczego i cementowego w Polsce dokonano na podstawie wyników badań geologiczno-poszukiwawczych, biorąc pod uwagę powierzchniowy zasięg kopaliny, jej miąższość i zmienność litologiczną, ale także stan zagospodarowania terenu, obecność wysokich klas bonitacyjnych gruntów rolnych i obecność obszarów chronionych. Brano pod uwagę dotychczasowe kryteria bilansowości złóż wapieni i margli, a także podstawowe parametry jakościowe w kontekście przydatności dla przemysłu wapienniczego i cementowego. W odniesieniu do wapieni dla przemysłu wapienniczego jest to minimalna zawartość CaCO₃ – 90% mas., maksymalna zawartość MgCO₃ – 4% mas., maksymalna zawartość SiO₂ – 3% mas. W odniesieniu do wapieni i skał pokrewnych dla przemysłu cementowego wymagania te są łagodniejsze, jeśli chodzi o zawartość CaCO₃ (w przypadku opok wapienistych nawet 65–75% mas.) oraz zawartość SiO₂ (w przypadku opok nawet do 25% mas.). Oszacowane zasoby grupują się głównie w pięciu regionach złożowych, gdzie koncentruje

się także obecnie produkcja cementu i wapna oraz przemysłowego kamienia wapiennego: świętokrzyskim (wraz z północnym obrzeżeniem), opolskim, krakowsko-częstochowsko-wieluńskim (woj. śląskie), lubelskim i kujawskim (woj. kujawsko-pomorskie) (fig. 8.3.1–8.3.4).

W regionie świętokrzyskim oraz w północnym obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich (rejon Tomaszowa Mazowieckiego) określono tylko zasoby perspektywiczne, niemal wyłącznie w utworach węglanowych górnej kredy, w łącznej ilości 9058,8 mln t w regionie świętokrzyskim i 6854,6 mln t w rejonie Tomaszowa Mazowieckiego. W regionie opolskim zasoby progностyczne określono w utworach węglanowych środkowego triasu w łącznej ilości 11 584,9 mln t, a zasoby perspektywiczne w utworach górnej kredy w łącznej ilości 1729,0 mln t. W regionie częstochowsko-wieluńskim wydzielono niewielkie zasoby progностyczne (195,9 mln t) i nieco większe perspektywiczne (3461,2 mln t) w węglanowych utworach górnourajskich. W regionie lubelskim zasoby progностyczne określono niemal wyłącznie w utworach węglanowych górnej kredy w łącznej ilości 12 808,9 mln t, a zasoby perspektywiczne tylko w utworach górnej kredy w łącznej ilości aż 49 263,5 mln t. Wreszcie w regionie kujawskim wydzielono zasoby progностyczne (2728,1 mln t) i perspektywiczne (1429,1 mln t) w węglanowych utworach górnourajskich (tab. 8.3.2–8.3.3).

Tabela 8.3.2. Zasoby progностyczne i perspektywiczne wapieni i skał pokrewnych w Polsce

Nazwa obszaru	Województwo, powiat	Kopalina	Wiek formacji	Szacunkowa wielkość zasobów (mln t)
1	2	3	4	5
Razem zasoby progностyczne				27 317,81
Region opolski				11 584,98
Chorula	opolskie, Krapkowice	wapienie, margle	T ₂	211,63
Górazdże	opolskie, Krapkowice	wapienie, margle	T ₂	619,58
Tarnów Opolski	opolskie, Opole	wapienie, margle	T ₂	606,79
Izbicko	opolskie, Strzelce Op.	wapienie, margle	T ₂	1 227,00
Otmice-Izbicko	opolskie, Strzelce Op.	wapienie, margle	T ₂	1 545,43
Poznowice-Izbicko	opolskie, Strzelce Op.	wapienie, margle	T ₂	1 830,92
Strzelce Opolskie	opolskie, Strzelce Op.	wapienie, margle	T ₂	2 270,31
Szczepanek	opolskie, Strzelce Op.	wapienie, margle	T ₂	1 166,49
Jemielnica	opolskie, Strzelce Op.	wapienie, margle	T ₂	1 932,39
Radonia-Wielowieś	śląskie, Gliwice	wapienie, margle	T ₂	84,71
Wiśnicze-Wielowieś	śląskie, Gliwice	wapienie, margle	T ₂	47,72
Gajowice	śląskie, Gliwice	wapienie, margle	T ₂	41,99
Region częstochowsko-wieluński				195,86
Krasice	śląskie, Częstochowa	wapienie	J ₃	111,26
Mokrzesz	śląskie, Częstochowa	wapienie	J ₃	84,60
Region lubelski				12 808,89
Łukówek-Siedliszcze	lubelskie, Chełm	kreda pizująca	K ₂	511,92
Wierzbica	lubelskie, Chełm	kreda pizująca, margle, gezy, wapienie	K ₂	510,46
Zabitek-Helenów	lubelskie, Chełm	margle, kreda piz.	K ₂	158,97
Stasin	lubelskie, Chełm	margle, kreda piz.	K ₂	155,00

Tabela 8.3.2. (cd.)

1	2	3	4	5
Henrysin-Nowosiółki	lubelskie, Chełm	margle, kreda pisz.	K ₂	594,88
Fajslawice	lubelskie, Krasnystaw	kreda pisz., margle	K ₂	3 735,37
Kanie	lubelskie, Chełm	margle, kreda pisz.	K ₂	3 498,74
Dobrynow	lubelskie, Krasnystaw	margle, kreda pisz., opoki	K ₂	786,68
Rejowiec	lubelskie, Chełm	kreda pisz., margle	K ₂	173,20
Rejowiec E	lubelskie, Chełm	kreda pisz., margle	K ₂	368,93
Żółtańce-Ludwinów-Zagroda	lubelskie, Chełm	kreda pisz., margle	K ₂	597,12
Różdżałów	lubelskie, Chełm	kreda pisz., margle	K ₂	1 325,51
Bańkowszczyzna-Niedziałkowie	lubelskie, Chełm	kreda pisz., margle	K ₂	298,90
Dzwola-Kocudza	lubelskie, Janów Lub.	wapienie, margle	M	93,21
Region kujawski				2 728,08
Wolice	kujawsko-pom., Żnin	wapienie, wapienie margl.	J ₃	419,39
Białe Błota	kujawsko-pom., Żnin	wapienie margl., wapienie	J ₃	660,86
Radłowo	kujawsko-pom., Żnin	wapienie margliste	J ₃	859,40
Aleksandrowo	kujawsko-pom., Żnin	wapienie margl., wapienie	J ₃	213,22
Barcin-Piechcin-Pakość	kujawsko-pom., Żnin	wapienie, wapienie margl.	J ₃	575,21
Razem zasoby perspektywiczne				71 796,42
Region świętokrzyski				9 058,80
Janczyce Pole B	świętokrzyskie, Opatów	wapienie	D _{2,3}	192,20
Bukowa	świętokrzyskie, Włoszczowa	wapienie, margle	K ₂	63,00
Krasocin	świętokrzyskie, Włoszczowa	wapienie, margle	K ₂	176,00
Wola Świdzińska	świętokrzyskie, Włoszczowa	wapienie, margle	K ₂	167,00
Iłża	mazowieckie, Radom	wapienie, margle	K ₂	5 113,50
Ożarów	świętokrzyskie, Opatów	wapienie, margle	K ₂	3 347,10
Rejon Tomaszowa Mazowieckiego				6 854,64
Cieblowice	łódzkie, Tomaszów Maz.	wapienie, wapienie margl.	K ₂	883,62
Wincentynów-Dabrowa	łódzkie, Tomaszów Maz.	wapienie, wapienie margl.	K ₂	1 259,44
Brzustów	łódzkie, Opoczno	wapienie, wapienie margl.	K ₂	197,91
Szadkowie	łódzkie, Opoczno	wapienie, wapienie margl.	K ₂	658,18
Kunice	łódzkie, Opoczno	wapienie, wapienie margl.	K ₂	176,65
Sławno	łódzkie, Opoczno	wapienie, wapienie margl.	K ₂	573,30
Antoniów-Modrzew	łódzkie, Opoczno	wapienie, wapienie margl.	K ₂	506,89
Taraska-Jaksonek	łódzkie, Piotrków Tryb.	wapienie, wapienie margl.	K ₂	515,93
Taraska-Kurnędz	łódzkie, Piotrków Tryb.	wapienie, wapienie margl.	K ₂	517,82
Bratków	łódzkie, Opoczno	wapienie, wapienie margl.	K ₂	612,06
Błogie Rządowe	łódzkie, Opoczno	wapienie, wapienie margl.	K ₂	589,71
Mniszków-Stoczki	łódzkie, Opoczno	wapienie, wapienie margl.	K ₂	363,13
Region opolski				1 729,21
Borki	opolskie, Opole	wapienie, margle	K ₂	186,08
Opole Północ	opolskie, Opole	wapienie, margle	K ₂	47,22

Tabela 8.3.2. (cd.)

1	2	3	4	5
Mechnice-Dąbrowa	opolskie, Opole	wapienie, margle	K ₂	212,00
Górki	opolskie, Opole	wapienie, margle	K ₂	179,12
Winów	opolskie, Opole	wapienie, margle	K ₂	107,42
Chrząszczyce	opolskie, Opole	wapienie, margle	K ₂	169,26
Złotniki	opolskie, Opole	wapienie, margle	K ₂	95,83
Prószków	opolskie, Opole	wapienie, margle	K ₂	604,95
Zimnice Wielkie	opolskie, Opole	wapienie, margle	K ₂	127,33
Region częstochowsko-wieluński				3 461,20
Kielczygłów	łódzkie, Pajęczno	wapienie, wapienie margl.	J ₃	914,40
Wieluń	łódzkie, Wieluń	wapienie, wapienie margl.	J ₃	2 546,80
Region lubelski				49 263,50
Bełżyce	lubelskie, Lublin	opoki, margle, kreda pisz.	K ₂	6 079,70
Bychawa	lubelskie, Lublin	opoki, margle, kreda pisz.	K ₂	4 195,20
Luszczyów	lubelskie, Hrubieszów	kreda pisząca, margle	K ₂	635,60
Opole Lubelskie	lubelskie, Opole Lub.	opoki, margle, kreda pisz.	K ₂	4 535,40
Piotrków	lubelskie, Lublin	opoki, margle, kreda pisz.	K ₂	10 729,70
Podole	lubelskie, Lublin	opoki, margle, kreda pisz.	K ₂	6 911,90
Turobin	lubelskie, Biłgoraj	kreda pisząca, margle	K ₂	7 411,00
Wilkołaz	lubelskie, Lublin	opoki, margle, kreda pisz.	K ₂	4 694,70
Zemborzyce	lubelskie, Lublin	opoki, margle, kreda pisz.	K ₂	4 070,30
Region kujawski				1 429,07
Zalesie Barcińskie	kujawsko-pomorskie, Żnin	wapienie, wapienie margl.	J ₃	1 429,07

Tabela 8.3.3. Zasoby wapieni i margli dla przemysłu wapienniczego i cementowego wg stanu na 31.12.2009 r.

Wiek utworów	Wapienie dla przemysłu wapienniczego		Wapienie i margle dla przemysłu cementowego		Wapienie i margle dla przemysłu wapienniczego i cementowego			
	liczba złóż	zasoby bilansowe (mln t)	liczba złóż	zasoby bilansowe (mln t)	liczba złóż	zasoby prognostyczne (mln t)	liczba złóż	zasoby perspektywiczne (mln t)
Prekambr	3	1,14	–	–	–	–	–	–
Kambr	7	32,25	–	–	–	–	–	–
Dewon	9	1 047,30	2	425,92	–	–	1	192,20
Karbon	2	152,35	–	–	–	–	–	–
Trias	20	658,27	12	793,37	12	11 584,95	–	–
Jura	62	3 737,91	40	7 065,53	7	2 923,95	3	20 611,51
Kreda	4	2,05	15	3 824,02	13	12 715,68	35	50 992,54
Neogen	7	33,04	3	492,21	1	93,21	–	–
Razem	114	5 664,31	72	12 601,05	33	27 317,79	39	71 796,25



Figura 8.3.1. Obszary prognostyczne wapieni i margli przemysłowych w woj. opolskim



Figura 8.3.2. Obszary prognostyczne wapieni i margli przemysłowych w woj. śląskim



Figura 8.3.3. Obszary prognostyczne wapieni i margli przemysłowych oraz ziemi krzemionkowej w woj. lubelskim



Figura 8.3.4. Obszary prognostyczne wapieni i margli przemysłowych w woj. kujawsko-pomorskim

8.3.5. Rekomendacje dalszych prac

Udokumentowana baza zasobowa wapieni i skał pokrewnych dla przemysłu wapienniczego i cementowego jest w stanie zaspokoić zapotrzebowanie tego przemysłu przez dziesiątki lat. Niemniej jednak dla niektórych obszarów prognostycznych obecny stopień rozpoznania jest na tyle wysoki, że wykonanie ograniczonej liczby dodatkowych otworów rozpoznawczych mogłoby być podstawą do udokumentowania złóż w kategorii C₂. Dotyczy to szczególnie niektórych obszarów prognostycznych wapieni i margli triasowych w regionie opolskim oraz obszarów prognostycznych wapieni jurajskich Krasice i Mokresz koło Częstochowy. Zadanie to powinno jednak spoczywać na inwestorach zainteresowanych przyszłym zagospodarowaniem tych obszarów, w szczególności posiadających w pobliżu zakłady cementowe lub wapiennicze.

Dla wyróżnionych obszarów prognostycznych i perspektywicznych wapieni i skał pokrewnych dla przemysłu wapienniczego i cementowego rekomendowane jest naniesienie ich granic w miejscowych planach zagospodarowania przestrzennego odpowiednich gmin.

8.3.6. Bariery i ograniczenia

Obszary prognostyczne i perspektywiczne wapieni i skał pokrewnych dla przemysłu wapienniczego i cementowego wyznaczono po wyłączeniu terenów zabudowanych i ważniejszych elementów infrastruktury, a także obszarów chronionych oraz leśnych i rolnych wysokich klas bonitacyjnych. Nie ma więc wobec nich zasadniczych ograniczeń wykluczających w przyszłości ich rozpoznanie i zagospodarowanie.

8.3.7. Wnioski

1. Wapienie są typowymi kopalinami wielosurowcowymi. Są dokumentowane pod kątem potrzeb przemysłu wapienniczego, cementowego, a także pod kątem produkcji kruszyw łamanych.
2. Polska jest krajem bogatym w wapienie i kopaliny pokrewne, a złoża dokumentowane występują głównie w utworach jurajskich, kredowych, dewońskich i triasowych, w mniejszej ilości w utworach neogeńskich, karbońskich, kambryjskich i prekambryjskich.
3. Łączne zasoby bilansowe wapieni dla przemysłu wapienniczego w 114 złożach udokumentowanych, wg stanu na 31.12.2009 r., wyniosły 5564,31 mln t, a zasoby wapieni, margli i opok dla przemysłu cementowego w 72 złożach udokumentowanych – 12 601,05 mln t. Skoncentrowane są w pięciu regionach: świętokrzyskim (40%), częstochowsko-wieluńskim (23%), lubelskim (19%), opolskim (8%) i kujawskim (6%).
4. Zasoby prognostyczne wapieni i skał pokrewnych w Polsce wynoszą 27 317,79 mln t. Są one skoncentrowane w utworach środkowotriasowych w regionie opolskim (11 584,9 mln t) oraz w utworach górnokredowych w regionie lubelskim (12 808,9 mln t). Zasoby perspektywiczne wapieni i skał pokrewnych w Polsce są oceniane na 71 796,25 mln t. Są one skoncentrowane w utworach górnokredowych w regionie lubelskim (49 263,50 mln t) oraz w utworach górnokredowych regionu świętokrzyskiego wraz z obrzeżeniem północnym (łącznie 15 913,44 mln t).

8.4. KAMIENIE ŁAMANE I BLOCZNE

8.4.1. Wstęp

Grupa kopalin skalnych, określona jako kamienie łamane i bloczne (bądź budowlane i drogowe), obejmuje kilkadziesiąt odmian litologicznych należących do trzech podstawowych grup genetycznych skał. Zasoby złóż skał magmowych i metamorficznych koncentrują się na południu kraju, głównie na Dolnym Śląsku. Złoża skał osadowych znajdują się na znacznie większym obszarze, poza rejonami południowymi, również w Górach Świętokrzyskich i ich obrzeżeniu oraz na Lubelszczyźnie.

8.4.2. Kryteria bilansowości

W kryteriach bilansowości złóż kopalin, wprowadzonych Rozporządzeniem Ministra Środowiska w sprawie kryteriów bilansowości złóż kopalin (Dz. U. z 2001 r., Nr 153, poz. 1774, z późn. zm.) wyróżniane są złoża kopalin skalnych: budowlanych blocznych, budowlanych nieblocznych i drogowych (tab. 8.4.1–8.4.3).

Tabela 8.4.1. Kryteria bilansowości złóż kopalin skalnych budowlanych blocznych

Parametr	Jednostka	Wartość brzeżna
Maksymalna głębokość dokumentowania	m	do głębokości możliwej eksploatacji
Maksymalny stosunek grubości nadkładu do miąższości złoża	–	1,0
Minimalna bloczność geologiczna:		
– marmurów, serpentynitów	% obj.	5
– sjenitów, gabr, granodiorytów oraz przyjmujących poler wapieni i dolomitów	% obj.	10
– granitów, tufów, piaskowców oraz nieprzyjmujących poleru wapieni i dolomitów	% obj.	20

Tabela 8.4.2. Kryteria bilansowości złóż kopalin skalnych budowlanych nieblocznych

Parametr	Jednostka	Wartość brzeżna
Maksymalna głębokość dokumentowania	m	do głębokości możliwej eksploatacji
Maksymalny stosunek grubości nadkładu do miąższości złoża	–	0,3
Maksymalny udział skał niespełniających wymagań jakościowych w profilu złoża	%	20
Maksymalna zawartość CaCO ₃ w wapieniach	%	90

Tabela 8.4.3. Kryteria bilansowości złóż kopalin skalnych drogowych

Parametr	Jednostka	Wartość brzeżna
Maksymalna głębokość dokumentowania	m	do głębokości możliwej eksploatacji
Maksymalny stosunek grubości nadkładu do miąższości złoża	–	0,3
Minimalna średnia wytrzymałość na ściskanie w stanie powietrznosuchym	MPa	80
Maksymalna zawartość CaCO ₃ w wapieniach	%	90
Maksymalna ścieralność w bębnie Los Angeles	%	35
Maksymalny udział w profilu złoża przerostów niespełniających wymagań jakościowych	% obj.	30

8.4.3. Stan rozpoznania złóż udokumentowanych

Według stanu na 31.12.2009 r. geologiczne zasoby bilansowe kamieni łamanych i blocznych, udokumentowane w 684 złożach, wynosiły łącznie 9783,91 mln t, w tym 6417,07 mln t zasobów rozpoznano szczegółowo (w kat. A+B+C₁) i 3366,84 mln t rozpoznano wstępnie (w kat. C₂). Wielkość zasobów przemysłowych wyniosła 3076,96 mln t (tab. 8.4.4).

8.4.4. Obszary oraz zasoby prognostyczne i perspektywiczne

Zasoby prognostyczne, stanowiące niewielki ułamek wszystkich zasobów perspektywicznych, oszacowane zostały w odniesieniu do obszarów wstępnie przebadanych. Zgodnie z podziałem przyjętym w *Bilansie zasobów kopalin ...* uwzględniono trzy podstawowe grupy skał: magmowe, metamorficzne i osadowe (tab. 8.4.4). Łączna wielkość zasobów prognostycznych tych skał wyniosła 22 214,03 mln t.

Część zasobów wapieni, dolomitów i opok, które są kopalinami wielosurowcowymi, uwzględniono w odrębnych rozdziałach (Wapień i margle przemysłowe, Dolomity).

Skały magmowe

Obszary perspektywiczne skał magmowych zlokalizowane są wyłącznie na terenie województwa dolnośląskiego.

Bazalty. Możliwości powiększenia zasobów bazaltów są niewielkie. Większe wystąpienia zostały rozpoznane pod względem geologiczno-surowcowym i objęte dokumentacjami złożowymi, a małe nie mają znaczenia gospodarczego. Za perspektywiczny uznano jedynie rejon Opolna-Zdroju koło Bogatyni.

Diabazy. Obszarem perspektywicznym jest południowa część masywu Dzikowca w Obniżeniu Noworudzkim.

Porfiry. Perspektywiczne surowcowo są wystąpienia porfirów znane z rejonu Bolkowa i Świerzawy w obrębie depresji północnosudeckiej oraz w depresji śródsudeckiej: masyw Lubawki w Górach Kamiennych i masyw porfirowe w Górach Wałbrzyskich.

Tabela 8.4.4. Zasoby skał magmowych, metamorficznych i osadowych wg stanu na 31.12.2009 r.

Rodzaj skał	Liczba złóż	Zasoby prognostyczne (mln t)	Liczba złóż	Zasoby udokumentowane (mln t)
Skały magmowe				
Bazalty	6	59,27	51	603,11
Diabazy	2	73,0	2	24,40
Głazy narzutowe	–	–	4	0,60
Porfiry	9	4 359,4	12	725,67
Tufy porfirowe	–	–	2	29,90
Melafiry	–	–	17	494,69
Gabra	4	150,8	5	497,69
Granitoidy	16	3 860,12	90	1 785,53
Razem	37	8 502,59	183	4 161,59
Skały metamorficzne				
Amfibolity	1	125,4	9	178,15
Gnejsy, hornfelsy, migmatyty	10	10 190,21	22	470,81
Łupki krystaliczne, zieleńce	–	–	4	39,63
Marmury	6	88,87	23	436,30
Serpentynity	2	180,00	3	73,92
Razem	19	10 584,48	61	1 198,81
Skały osadowe				
Chalcedonity	–	–	4	31,41
Łupki menilitowe	–	–	5	1,89
Opoki, margle	2	46,52	11	7,27
Piaskowce, szarogłazy, zlepieńce	54	864,26	269	1 478,09
Piaskowce kwarcytowe	–	–	5	162,75
Wapienie, dolomity	22	2 216,18	172	2 742,10
Razem	78	3 126,96	466	4 423,51
Ogółem	134	22 214,03	684*	9 783,91

* w kilkunastu złożach występuje więcej niż jedna kopalina.

Melafiry. Perspektywy surowcowe należy wiązać z kilkoma obszarami występowania melafirów masywnych w obrębie:

- formacji wulkanicznej Gór Kamiennych w rejonach: Kamienna Góra–Stary Lesieniec, Tłumaczów–Ścinawka Środkowa, Sokołowsko–Rybnica Leśna–Łomnica.
- masywów w depresji północnosudeckiej położonych pomiędzy Sędziszową i Bystrzycą, a zwłaszcza z obszarem Bystrzyca–Bełczyna.

Gabro. Obszary perspektywiczne związane są z Obniżeniem Noworudzkim (pomiędzy Gorzuchowem a Ścinawką Średnią), wschodnią częścią masywu Grochowa–Braszowice oraz z masywem Sobótki.

Granitoidy. Obszary perspektywiczne obejmują przede wszystkim rejon dobrze rozpoznane pod względem surowcowym, w których koncentruje się wydobyte, tj. masywy Strzegom–Sobótka i strzeliński. Perspektywiczne są również masywy kłodzko-złotostocki i łużycki oraz strefa Niemczy. Na podkreślenie zasługują perspektywy surowcowe granitów rumburskich, będących odmianą petrograficzną granitoidów łużyckich. Ich obszary perspektywiczne związane są ze zrębem Działoszyna w Obniżeniu Żytawsko-Zgorzeleckim.

Skąły metamorficzne

Podobnie jak w przypadku skał magmowych, obszary perspektywiczne skał metamorficznych związane są wyłącznie z terenem województwa dolnośląskiego.

Amfibolity. Perspektywy surowcowe wiązać można z wystąpieniami na południe od Ziębic w obrębie Wzgórz Niemczańsko-Strzelińskich, pasmem Rudaw Janowickich oraz z masywem Łądko–Śnieżnika (rejon Krosnowice–Żelazno i Skrzyńka–Trzebieszowice).

Gnejsy, granitognejsy. Na przedłużeniu Wzgórz Strzelińskich w kierunku południowym odsłaniają się gnejsy i migmatyty stanowiące osłonę masywu granitowego Strzelin–Zulowa, które oceniono jako perspektywiczne. Obszary zaklasyfikowane do kategorii perspektywicznych wyznaczono także w masywie Łądko–Śnieżnika w rejonie Kątów Bystrzyckich i Stojkowa oraz na bloku przedsudeckim w okolicach Wądroża Wielkiego.

Serpentynity. Obszary perspektywiczne położone są w obrębie masywów: Gogołów–Jordanów, Grochowa–Braszowice oraz Zwróconej.

Wapień i dolomity krystaliczne (marmury). Perspektywy surowcowe dla tej grupy kopalni są ograniczone zarówno ze względu na ich rozproszone występowanie, jak i niekorzystne warunki geologiczne. Możliwości powiększenia zasobów związane są głównie z pasmem Krowiarek (północno-zachodnia część krystaliniku śnieżnickiego), na odcinku pomiędzy Żelaznem i Nowym Waliszowem oraz z rejonem Płóczek Górnych w Górach Kaczawskich. Złoża blocznych wapieni i dolomitów krystalicznych ze względu na wysokie walory dekoracyjne powinny być przeznaczone wyłącznie dla budownictwa.

Skąły osadowe

Wśród kilkunastu rodzajów skał osadowych wyróżnianych w „Bilansie zasobów kopalni” w grupie kamieni budowlanych i drogowych podstawowe znaczenie mają piaskowce oraz wapień i dolomity. Występowanie innych rodzajów skał, takich jak np. szarogłazy, chalcedonity czy łupki menilitowe, jest ograniczone, a ich znaczenie surowcowe ma zasięg lokalny.

Piaskowce. Piaskowce stanowią zróżnicowaną surowcowo grupę kopalin o ogromnych zasobach i szerokim występowaniu na obszarze kraju. Znane są prawie ze wszystkich formacji geologicznych. Znaczenie gospodarcze mają:

- dolnośląskie piaskowce karbońskie, permskie i kredowe,
- piaskowce dolnego dewonu, triasu i jury w rejonie świętokrzyskim,
- karpackie piaskowce paleogeńskie i neogeńskie.

Obszary perspektywiczne piaskowców dolnośląskich obejmują wystąpienia piaskowców szarogłazowych z rejonu Gór Opawskich, permskich czerwonych piaskowców dolnośląskich oraz górnokredowych piaskowców w rowie Nisy Kłodzkiej. Obszarem perspektywnym dla kredowych piaskowców ciosowych jest ciąg wychodni obejmujący szczytową część pasma wzgórz pomiędzy Niwnicami i Radłówką oraz od Nowej Wsi Grodziskiej do Żeliszewa.

Obszary perspektywiczne piaskowców występujących w rejonie świętokrzyskim wyznaczono w obrębie wychodni dolnego dewonu oraz dolnej jury. Możliwości wykorzystania surowcowego piaskowców dewońskich związane są z rejonem pomiędzy Łagowem i Opatowem. Obszary perspektywiczne piaskowców jurajskich koncentrują się przede wszystkim w rejonie Szydłowca, a istnieją również w pobliżu Przysuchy, na terenie powiatu Starachowice oraz w rejonie Opoczna.

W rejonie karpackim jako kamienie budowlane, częściowo bloczne, za perspektywiczne uznaje się piaskowce godulskie, zaś jako surowiec do produkcji kruszyw drogowych lub budowlanych – piaskowce z warstw krośnieńskich, magurskich, cergowskich, godulskich i lgockich. Pozostałe odmiany litostratygraficzne piaskowców mają niewielkie znaczenie perspektywiczne: ciężkowickie, inoceramowe oraz istebniańskie i kliwskie – ze względu na dużą zmienność i przeważnie niską wytrzymałość na ściskanie, a piaskowce z warstw grodziskich – z uwagi na niekorzystne warunki geologiczno-górniczne.

Obszary perspektywiczne piaskowców godulskich wyznaczono w obrębie: Beskidu Śląskiego na terenie powiatów bielsko-bialskiego oraz cieszyńskiego, Beskidu Małego w powiatach: bielsko-bialskim, wadowickim i żywieckim, Pogórza Lanckorońskiego (powiaty wadowicki i myślenicki). Perspektywy dla piaskowców godulskich wyznaczono również na terenie powiatów: bocheńskiego, brzeskiego oraz tarnowskiego.

Perspektywy surowcowe piaskowców krośnieńskich rokują gruboławicowe piaskowce jednostek śląskiej i przedmagurskiej, występujące na terenie powiatów: żywieckiego, wadowickiego, suskiego, limanowskiego, nowosądeckiego, leskiego i sanockiego.

Dla piaskowców magurskich wyznaczono kilkadziesiąt obszarów perspektywicznych położonych na terenie powiatów: żywieckiego, nowotarskiego, nowosądeckiego, limanowskiego, suskiego i myślenickiego.

Rozległy obszar perspektywny piaskowców cergowskich związany jest z pasem ich wychodni od Nowego Żmigrodu (powiat jasielski) na zachodzie aż po Żubracze (powiat leski) na wschodzie.

Obszary perspektywiczne piaskowców lgockich wyznaczono w obrębie powiatów: wadowickiego, myślenickiego, strzyżowskiego, bielsko-bialskiego oraz na pograniczu powiatów krośnieńskiego i brzozowskiego. Wartość surowcową mają również piaskowce lgockie łuski Bystrego (powiat leski).

Wapień i dolomity. Skały węglanowe o cechach materiału budowlanego i drogowego występują w wielu formacjach geologicznych w regionach świętokrzyskim, śląsko-krakowsko-wieluńskim i lubelskim. Wapień i dolomity są kopalinami wielosuwrowcowymi, wyko-

rzystywanymi w wielu gałęziach przemysłu. W drogownictwie i budownictwie stosowane są odmiany charakteryzujące się odpowiednią wytrzymałością. Wśród skał węglanowych wyróżnianych w „Bilansie zasobów kopalin i wód podziemnych” znajdują się: wapień, dolomity, wapień dolomityczny, opoki, trawertyny i zlepieńce. Odmiany tych skał, spełniające kryteria surowcowe dla przemysłu wapienniczego, cementowego, chemicznego i hutniczego, omówione są w rozdziale 8.3.

W regionie świętokrzyskim surowcem dla drogownictwa i budownictwa są: wapień i dolomity dewońskie, węglanowe zlepieńce permskie, wapień górnej jury, kredowe opoki oraz miocenijskie wapień organodetrytyczne. Perspektywy surowcowe dla wapieni i dolomitów dewońskich związane są głównie z rejonem Łągów–Iwaniska–Opatów we wschodniej części Gór Świętokrzyskich. Perspektywy złożowe związane są również z wapieniami i opokami kredowymi występującymi w rejonie Janikowa koło Ożarowa.

W regionie śląsko-krakowsko-wieluńskim wśród węglanowych kompleksów skalnych znaczenie surowcowe dla drogownictwa i budownictwa mają: wapień i dolomity dewońskie, wapień i dolomity triasu oraz wapień górnej jury. Obszary perspektywiczne dla dolomitów diploporowych wyznaczono w otoczeniu udokumentowanych złóż Libiąż i Buczyna oraz w rejonie Dąbrowy Górniczej i Olkusza. Obszar Wyżyny Krakowsko-Wieluńskiej, po wyłączeniu obszaru Ojcowskiego Parku Narodowego, rezerwatów i obszarów zurbanizowanych, można rozpatrywać jako surowcową jednostkę perspektywiczną wapieni górnojurajskich. Strefa występowania przekryształizowanych wapieni skalistych w rejonie Działoszyna stanowi obszar perspektywiczny tzw. trawertynów, będących atrakcyjnym kamieniem budowlanym.

W regionie lubelskim skały wapienne i pokrewne występujące w utworach górnej kredy i miocenu znajdują zastosowanie głównie w przemyśle wapienniczym i cementowym.

8.4.5. Rekomendacje dalszych prac

Zabezpieczenie rezerw surowcowych kopalin, w tym kamieni łamanych i blocznych, wymaga, aby obszary prognostyczne były uwzględniane w planach zagospodarowania przestrzennego gmin, jako tereny przeznaczone pod eksploatację surowców mineralnych.

8.4.6. Bariery i ograniczenia

Na możliwości zagospodarowania złóż kopalin, należących do grupy kamieni łamanych i blocznych, wpływ ma głównie dostępność obszarów ich występowania. Złoża koncentrują się bowiem w rejonach, których znaczną część obejmują różne formy prawnej ochrony przyrody i krajobrazu, w tym obszary wielkoprzestrzenne takie jak: parki krajobrazowe, obszary chronionego krajobrazu, obszary NATURA 2000. Z taką sytuacją mamy do czynienia przede wszystkim w: Sudetach, Karpatach, Górach Świętokrzyskich i na Wyżynie Krakowsko-Wieluńskiej.

Ograniczenia możliwości powiększenia zasobów niektórych rodzajów kopalin, znajdujących się w omawianej grupie, wynikają także z wysokiego stopnia rozpoznania obszarów ich występowania (np. bazalty) bądź z niekorzystnych warunków geologiczno-górnicznych i słabych cech jakościowych (np. wapień i dolomity krystaliczne).

8.4.7. Wnioski

1. Polska jest krajem stosunkowo bogatym w zasoby kamieni łamanych i blocznych. Złóża skał magmowych i metamorficznych koncentrują się na południu kraju, głównie na Dolnym Śląsku. Złóża skał osadowych znajdują się na znacznie większym obszarze, poza rejonami południowymi, również w Górach Świętokrzyskich i ich obrzeżeniu oraz na Lubelszczyźnie.
2. Według stanu na 31.12.2009 r. geologiczne zasoby bilansowe kamieni łamanych i blocznych, udokumentowane w 684 złożach, wynosiły 9 783,91 mln t.
3. Łączna wielkość zasobów prognostycznych wynosi 22 214,03 mln t.
4. Zasoby prognostyczne stanowią niewielki ułamek wszystkich zasobów perspektywicznych.
5. Złóża kopalin blocznych o wysokich walorach dekoracyjnych (np. marmury, trawertyny, część wapieni i dolomitów dewońskich, piaskowce dolnośląskie) powinny być wykorzystywane wyłącznie do celów budowlanych.

8.5. KWARCYTY I ŁUPKI KWARCYTOWE

8.5.1. Wstęp

Termin kopaliny kwarcytowe obejmuje zróżnicowaną litologicznie grupę skał metamorficznych i osadowych, których podstawowym składnikiem jest kwarc. Są to kwarcyty właściwe (metamorficzne), silnie zdiagenezowane piaskowce kwarcytowe (piaskowce kwarcowe o spoiwie kwarcowym) oraz łupki kwarcytowe – produkty metamorfizmu piaskowców lub mułowców krzemionkowych i ilastych (stąd ich ważnym składnikiem, poza kwarcem, często bywa serycyt). Wymienione surowce krzemionkowe przez lata były ważną grupą surowców dla przemysłu materiałów ogniotrwałych oraz do produkcji żelazokrzemu. Zapotrzebowanie na kwarcyty i łupki kwarcytowe do tych celów zmniejszyło się w ostatnich kilkunastu latach o rząd wielkości.

8.5.2. Kryteria bilansowości

Głównymi kryteriami bilansowości stosowanymi w odniesieniu do złóż kwarcytów i łupków kwarcytowych są: minimalna miąższość złoża, stosunek grubości nakładu do miąższości złoża, (N/Z), minimalna zawartość SiO_2 oraz maksymalna zawartość sumy $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{TiO}_2 + \text{alkalia}$ (tab. 8.5.1). Niekiedy mogą występować odstępstwa od tych wskazań w zależności od lokalnych warunków i zapotrzebowania na surowiec o określonych właściwościach. Obowiązujące kryteria dla złóż kwarcytów i łupków kwarcytowych wprowadzono Rozporządzeniem Ministra Środowiska w sprawie kryteriów bilansowości złóż kopalin (Dz. U. z 2001 r., Nr 153, poz. 1774, z późn. zm.).

Tabela 8.5.1. Kryteria bilansowości złóż kwarcytów przemysłowych i łupków kwarcytowych

Parametr	Jednostka	Wartość brzeźna
Minimalna miąższość złoża	m	5,0
Maksymalny stosunek grubości nakładu do miąższości złoża (N/Z)	–	0,5
Minimalna zawartość SiO_2	%	95
Maksymalna zawartość $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{TiO}_2 + \text{alkalia}$	%	1,0

8.5.3. Stan rozpoznania złóż udokumentowanych

Kopaliny kwarcytowe występują przede wszystkim w utworach dewońskich w regionie świętokrzyskim (tab. 8.5.2). Dolnodewońskie piaskowce kwarcytowe występują w kilku obszarach w Górach Świętokrzyskich. Zasadnicze znaczenie ma eksploatowane złożo Bukowa Góra, w którym znajduje się ponad 80% udokumentowanych zasobów tej kopaliny. W 2008 r. złożo to zostało przekwalifikowane do grupy złóż kamieni budowlanych i drogowych.

Mniejsze znaczenie mają neogeńskie piaskowce kwarcytowe w centralnej części niecki zewnętrznosudeckiej, na północny wschód od Bolesławca (rejon Kliczkowa) oraz w rejonie Nowogrodźca. Są to małe pokłady lub soczewy, eksploatowane uprzednio w niewielkich kopalniach odkrywkowych lub podziemnych. Zasoby pozostawione w 10 niewielkich złożach (tab. 8.5.2) najprawdopodobniej nie będą wykorzystywane w przyszłości.

Kwarcyty metamorficzne występują w wielu formacjach na Dolnym Śląsku w postaci soczewek w kompleksach łupkowych. Soczewki kwarcytów o większej czystości udokumentowano w okolicy Strzelina w dwóch złożach Przeworno i Kowalskie, ale nie były one eksploatowane.

Łupki kwarcytowe występują na Dolnym Śląsku, przede wszystkim w rejonie Jegłowej. Wykorzystywane są od niemal 150 lat w kopalni Jegłowa, gdzie udokumentowano jedyne do tej pory złoża tej kopaliny (tab. 8.5.3).

8.5.4. Obszary oraz zasoby prognostyczne i perspektywiczne

Neogeńskie kwarcyty bolesławieckie zostały praktycznie wyeksploatowane i brak perspektyw na udokumentowanie nowych złóż. Próby znalezienia nowych źródeł kwarcytów na Dolnym Śląsku nie przyniosły pozytywnych rezultatów, z powodu negatywnych wyników poszukiwań, nieodpowiedniej jakości kopaliny lub niekorzystnych warunków geologiczno-górniczych. W rejonie Głuchołazów wyróżniono cztery obszary prognostyczne występowania kwarcytów wieku proterozoicznego: Wilamowice, Gierałce (2 obszary) i Burgrabice. Ich łączne zasoby prognostyczne szacuje się na 58 mln t, ale ze względu na skład chemiczny nie można ich traktować jako kwarcyty przemysłowe.

Możliwości zwiększenia zasobów dotyczą łupków kwarcytowych z Jegłowej. Wchodzą one w skład tzw. warstw z Jegłowej o miąższości ponad 100 m. W rejonie dotychczas udokumentowanego złoża Jegłowa miąższość całego pakietu łupków kwarcytowych dochodzi do 40–50 m, podczas gdy średnia miąższość tego udokumentowanego złoża wynosi około 15 m. Do zasobów perspektywicznych łupków kwarcytowych w tym rejonie zaliczyć należy:

- głębsze partie występowania łupków na obszarze udokumentowanego złoża Jegłowa;
- mały obszar Jegłowa II z wychodniami łupków kwarcytowych na zachód od złoża Jegłowa. Natomiast dodatkowo do zasobów hipotetycznych zaliczyć można:
- najgłębsze partie występowania łupków na obszarze udokumentowanego złoża Jegłowa;
- rejon wychodni łupków kwarcytowych Strużyna – Góra Kryształowa około 2 km na SE od złoża Jegłowa;
- rejon wychodni łupków kwarcytowych Przeworno około 3 km na SE od złoża Jegłowa.

Zasoby tych obszarów w podziale na perspektywiczne i hipotetyczne podano w tab. 8.5.2.

Tabela 8.5.2. Zasoby perspektywiczne i hipotetyczne łupków kwarcytowych w rejonie Strzelina

Nazwa obszaru	Województwo, powiat	Kopalina	Wiek formacji	Kategoria	Wielkość zasobów (mln t)
Jegłowa do poziomu +160 m n.p.m.	dolnośląskie, Strzelin	łupek kwarcytowy	D	perspektywiczne hipotetyczne	2,04 3,50
Jegłowa II	dolnośląskie, Strzelin	łupek kwarcytowy	D	perspektywiczne	1,50
Strużyna – Góra Kryształowa	dolnośląskie, Strzelin	łupek kwarcytowy	D	hipotetyczne	0,25
Przeworno	dolnośląskie, Strzelin	łupek kwarcytowy	D	hipotetyczne	1,20
Razem					8,49

W regionie świętokrzyskim występują bardzo duże ograniczenia możliwości udokumentowania nowych złóż ze względu na ochronę przyrody i krajobrazu (Świętokrzyski Park Narodowy i jego otulina, parki krajobrazowe). Wyjątkiem jest fragment zachodniej części Pasma Klonowskiego obejmujący centralną i wschodnią kulminację masywu Barczy, gdzie w rejonie centralnej kulminacji Barczy wyróżniono zasoby perspektywiczne piaskowców kwarcytowych w ilości ok. 3 mln t.

Tabela 8.5.3. Zasoby kopalin kwarcytowych wg stanu na 31.12.2009 r.

Jednostka surowcowa	Liczba złóż	Zasoby bilansowe (mln t)	Liczba złóż	Zasoby perspektywiczne (mln t)
Piaskowce kwarcytowe dewońskie	4	2,44	1	3,00
Piaskowce kwarcytowe neogeńskie	10	1,49	–	–
Kwarcyty metamorficzne	2	0,95	–	–
Łupki kwarcytowe	1	5,97	2	3,54
Razem	17	12,85	3	6,54

8.5.5. Rekomendacje dalszych prac

W regionie dolnośląskim realne możliwości powiększenia bazy zasobowej dotyczą praktycznie tylko łupków kwarcytowych z Jegłowej koło Strzelina. Jednak znaczenie gospodarcze tej kopaliny jest obecnie marginalne. Natomiast w regionie świętokrzyskim rekomendowane jest rozpoznanie obszaru występowania dewońskich piaskowców kwarcytowych o powierzchni ok. 18 ha w obrębie tzw. centralnej kulminacji Barczy, gdzie do tej pory przeprowadzono tylko wstępne geofizyczne badania elektrooporowe.

8.5.6. Bariery i ograniczenia

W regionie świętokrzyskim tereny chronione przyrodniczo bardzo poważnie ograniczają możliwości udokumentowania nowych złóż piaskowców kwarcytowych wieku górnokambryjskiego i dolnodewońskiego. Skały tego rodzaju budują głównie pasma: Jeleniowskie, Łysogórskie, Maśłowskie i Klonowskie, które znajdują się w granicach Świętokrzyskiego Parku Narodowego z otuliną, Jeleniowskiego Parku Krajobrazowego i Suchedniowsko-Oblegorskiego Parku Krajobrazowego. Poza granicami tych obszarów występuje praktycznie tylko fragment zachodniej części Pasma Klonowskiego obejmujący centralną i wschodnią część masywu Barczy, gdzie – jak wyżej wspomniano – wydzielono obszar perspektywiczny dolnodewońskich piaskowców kwarcytowych.

8.5.7. Wnioski

1. Znaczenie kwarcytów i łupków kwarcytowych jako surowców dla przemysłu materiałów ogniotrwałych oraz do produkcji żelazokrzemu zmniejszyło się w ostatnich kilkunastu latach o rząd wielkości.

2. Udokumentowana baza zasobowa to cztery złoża dewońskich piaskowców kwarcytowych w rejonie Kielc (4,44 mln t), dziesięć złóż neogeńskich piaskowców kwarcytowych w rejonie Bolesławca (1,49 mln t), dwa złoża kwarcytów metamorficznych w rejonie Strzelina (0,95 mln t) oraz jedno złożo łupków kwarcytowych w Jegłowej koło Strzelina (5,97 mln t).
3. Zasoby perspektywiczne określono wyłącznie dla łupków kwarcytowych w rejonie Jegłowej (ok. 8,49 mln t) oraz dla dewońskich piaskowców kwarcytowych w rejonie masywu Barczy (ok. 3,0 mln t).

8.6. PIASKI KWARCOWE DO PRODUKCJI BETONÓW KOMÓRKOWYCH, WYROBÓW WAPIENNO-PIASKOWYCH ORAZ PIASKI PODSADZKOWE

8.6.1. Wstęp

Piaski kwarcowe przydatne do produkcji betonów komórkowych, wyrobów wapienno-piaskowych oraz do podsadzania wyrobisk podziemnych (piaski podsadzkowe) są piaskami kwarcowymi przeciętnej jakości. Są one wykorzystywane niemal zawsze w formie nieprzetworzonej, bez poddania ich zabiegom przeróbki mechanicznej czy płukania. W zależności od przewidywanego kierunku zastosowania, piaski takie – poza wymaganiami podanymi w kryteriach bilansowości – muszą spełniać szereg wymagań dodatkowych, dotyczących m.in. uziarnienia, zawartości pyłów mineralnych, zawartości kwarcu (SiO_2) itp.

Piaski kwarcowe tworzą jednostki surowcowe występujące niekiedy na dużych obszarach. Złóża w ich obrębie są wydzielane w sposób umowny, w zależności od zakresu przeprowadzonych prac geologicznych, dostępności obszaru ze względu na ochronę środowiska i zagospodarowanie przestrzenne, właściwości gruntów, w rejonach występowania takich piasków pod niewielkim nadkładem lub wręcz na powierzchni. Dodatkowo, ze względu na koszty transportu, złoża piasków podsadzkowych są dokumentowane w odległości do 50 km od prowadzonej eksploatacji podziemnej kopalni.

8.6.2. Kryteria bilansowości

Głównymi kryteriami bilansowości, wprowadzonymi Rozporządzeniem Ministra Środowiska (Dz. U. z 2001 r., Nr 153, poz. 1774, z późn. zm.), stosowanymi w odniesieniu do złóż piasków kwarcowych są: minimalna miąższość złoża, stosunek grubości nadkładu do miąższości złoża N/Z, maksymalna zawartość pyłów mineralnych oraz minimalna ziaren kwarcu (tab. 8.6.1). W zależności od kierunku dokumentowania, kopalina powinna spełniać dodatkowe wymagania jakościowe związane z jej przydatnością dla określonego zastosowania przemysłowego.

Tabela 8.6.1. Kryteria bilansowości złóż piasków kwarcowych

Parametr	Jednostka	Wartość brzeżna
Minimalna miąższość złoża	m	2,0
Maksymalny stosunek grubości nadkładu do miąższości złoża (N/Z)	–	0,5
Maksymalna zawartość pyłów mineralnych	%	5,0
Minimalna zawartość ziaren kwarcu	%	85 (90*)

* od 12.07.2005 r. 90%

8.6.3. Stan rozpoznania złóż udokumentowanych

Piaski kwarcowe przydatne do produkcji betonów komórkowych i wyrobów wapienno-piaskowych oraz piaski podsadzkowe występują przede wszystkim w utworach czwartorzędowych i neogeńskich. Najlepsze są z reguły piaski fluwioglacjalno-limniczne oraz wydumowe, z uwagi na równoziarnistość i dobre obtoczenie ziaren. Stan rozpoznania zasobów piasków kwarcowych do produkcji betonów komórkowych i wyrobów wapienno-piaskowych jest w pełni zadowalający w stosunku do potrzeb. Rozmieszczenie złóż jest równomierne w obrębie całego kraju, z wyłączeniem regionu karpackiego. Do produkcji betonów komórkowych wg stanu na 31.12.2009 r. udokumentowanych było 57 złóż o łącznych zasobach bilansowych 143 mln m³. W latach 1990–2009 udokumentowano 11 nowych złóż o łącznych zasobach ok. 34 mln m³, m.in. w okolicy Lubartowa, Biłgoraja, Milicza i Sieradza. W 2009 r. eksploatowanych było 13 złóż, a wydobycie roczne w ostatnich latach nie przekraczało 400 tys. m³.

Do produkcji wyrobów wapienno-piaskowych wg stanu na 31.12.2009 r. udokumentowane były 102 złoża o łącznych zasobach bilansowych 273,45 mln m³ (tab. 8.6.3). W 2009 r. eksploatowane były 22 złoża, a wydobycie wahało się w ostatnich latach w przedziale 600–900 tys. m³/r.

Stan rozpoznania zasobów piasków podsadzkowych znacznie przekracza poziom obecnych potrzeb. Rozpoznawane były w odległości do 50 km od kopalń podziemnych, stąd 2 169 274 tys. m³ (ponad 80%) udokumentowanych jest wokół Górnośląskiego Zagłębia Węglowego, a pozostała część w Legnicko-Głogowskim Okręgu Miedziowym. Według stanu na 31.12.2009 r. udokumentowane były 34 złoża, a ich łączne zasoby bilansowe wynosiły 2 678,95 mln m³. Wydobycie roczne w ostatnich latach ustabilizowało się na poziomie 6,0–6,5 mln m³.

8.6.4. Obszary oraz zasoby prognostyczne i perspektywiczne

Powszechność występowania piasków kwarcowych spełniających wymagania stawiane piaskom kwarcowym do produkcji betonów komórkowych i wyrobów wapienno-piaskowych sprawia, że perspektywy udokumentowania dodatkowych zasobów tych kopaliny na terenie kraju (poza Karpatami) są ogromne. Ostatnia komplementarna ocena wielkości tych zasobów, wykonana ponad 20 lat temu, wskazywała, że łączne zasoby prognostyczne i perspektywiczne takich piasków wynosiły ok. 6550 mln m³. Są to głównie piaski wodnolodowcowe i eoliczne, w mniejszym stopniu rzeczne i lodowcowe, występujące w największej masie na terenie województw: dolnośląskiego, kujawsko-pomorskiego, łódzkiego, mazowieckiego, podlaskiego, śląskiego, warmińsko-mazurskiego, wielkopolskiego i zachodniopomorskiego (fig. 8.6.1–8.6.9, tab. 8.6.2).

Perspektywiczne zasoby piasków podsadzkowych są ogromne. W poprzedniej edycji „Zasobów perspektywicznych...” wg stanu na 31.12.1990 r. wydzielano je w pobliżu czterech okręgów górniczych: Górnośląskiego Zagłębia Węglowego, Dolnośląskiego Zagłębia Węglowego, Lubelskiego Zagłębia Węglowego oraz Legnicko-Głogowskiego Okręgu Miedziowego, w łącznej ilości: zasoby prognostyczne 3550 mln m³, perspektywiczne 6500 mln m³, hipotetyczne 8000 mln m³. Udokumentowana ogromna baza zasobowa piasków podsadzkowych oraz niewielki poziom zapotrzebowania na ten surowiec spowodowały, że uznano za niecelowe wyznaczanie szczegółowych obszarów prognostycznych tych piasków.

Tabela 8.6.2. Zasoby prognostyczne piasków kwarcowych do produkcji betonów komórkowych i wyrobów wapienno-piaskowych wyznaczone po roku 1997

Nazwa obszaru	Województwo, powiat	Kopalina	Wiek formacji	Wielkość zasobów (mln m ³)
Stojanów	dolnośląskie, Zgorzelec	pkwp	Q	5,95
Dębice	dolnośląskie, Środa Śląska	pkwp	Q	1,42
Trzciniec	kujawsko-pomorskie, Bydgoszcz	pkwp	Q	5,98
Brzeziny	lubelskie, Lubartów	pkbk	Q	2,00
Chlewiska	lubelskie, Lubartów	pkbk	Q	0,30
Zapłocie-Pałecznicza	lubelskie, Lubartów	pkbk	Q	1,50
Skrobów I	lubelskie, Lubartów	pkbk	Q	0,18
Skrobów II	lubelskie, Lubartów	pkbk	Q	1,31
Niezdów	lubelskie, Opole Lubelskie	pkwp, pkbk	Q	2,70
Puławy I	lubelskie, Puławy	pkbk	Q	2,49
Puławy II	lubelskie, Puławy	pkbk	Q	9,22
Lubiec	łódzkie, Bełchatów	pkwp	Q	4,25
Przeradów	mazowieckie, Pułtusk	pkwp	Q	0,67
Dobry Las	podlaskie, Łomża	pkwp	Q	5,24
Ruda	śląskie, Racibórz	pkwp	Q	2,04
Dobrzyń-Wietrzychowo	warmińsko-mazurskie, Nidzica	pkwp	Q	5,00
Radomin	warmińsko-mazurskie, Golub-Dobrzyń	pkwp	Q	8,00
Brzozówka	wielkopolskie, Złotów	pkwp, pkbk	Q	6,91
Stare Łysogórki	zachodniopomorskie, Gryfino	pkwp	Q	15,00
Gozdowice	zachodniopomorskie, Gryfino	pkwp, pkbk	Q	16,00
Razem				96,16

pkwp – piaski kwarcowe do produkcji wyrobów wapienno-piaskowych, pkbk – piaski kwarcowe do produkcji betonów komórkowych, Q – czwartorzęd

Tabela 8.6.3. Zasoby piasków kwarcowych do produkcji betonów komórkowych, wyrobów wapienno-piaskowych oraz piasków podsadzkowych wg stanu na 31.12.2009 r.

Kopalina	Zasoby (mln m ³)			
	liczba złóż	bilansowe	liczba złóż	prognostyczne
Piaski kwarcowe do produkcji betonów komórkowych	57	143,00	20	96,16
Piaski kwarcowe do produkcji wyrobów wapienno-piaskowych	102	273,45		
Piaski podsadzkowe	34	2 678,95	nie szacowano	
Razem	193	3 095,40	20	96,16



Figura 8.6.1. Obszary prognostyczne występowania piasków kwarcowych w woj. dolnośląskim



Figura 8.6.2. Obszary prognostyczne występowania piasków kwarcowych w woj. kujawsko-pomorskim



Figura 8.6.3. Obszary prognostyczne występowania piasków kwarcowych i piasków szklarskich w woj. łódzkim



Figura 8.6.4. Obszar prognostyczny występowania piasków kwarcowych w woj. mazowieckim



Figura 8.6.5. Obszar prognostyczny występowania piasków kwarcowych w woj. podlaskim

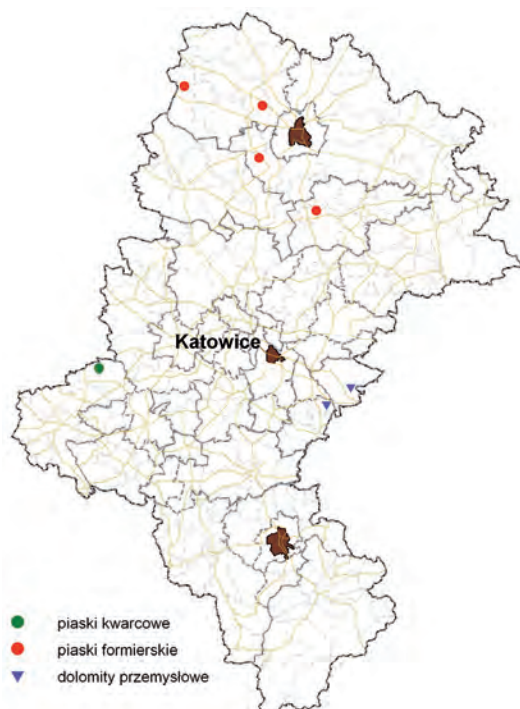


Figura 8.6.6. Obszary prognostyczne występowania piasków kwarcowych, piasków formierskich i dolomitów przemysłowych w woj. śląskim



Figura 8.6.7. Obszar prognostyczny występowania piasków kwarcowych w woj. warmińsko-mazurskim



Figura 8.6.8. Obszar prognostyczny występowania piasków kwarcowych w woj. wielkopolskim

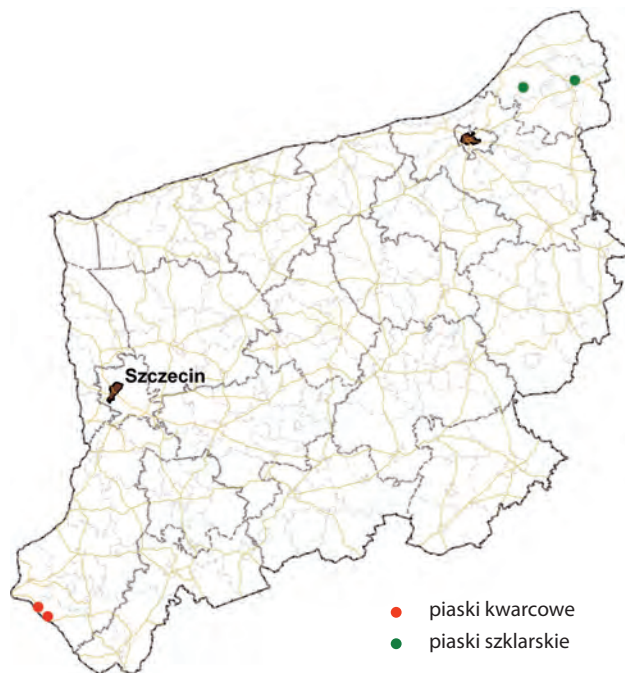


Figura 8.6.9. Obszary prognostyczne występowania piasków kwarcowych i piasków szklarskich w woj. zachodniopomorskim

8.6.5. Rekomendacje dalszych prac

Udokumentowana baza zasobowa piasków kwarcowych do produkcji betonów komórkowych i wyrobów wapienno-piaskowych jest w stanie zaspokoić zapotrzebowanie producentów betonów komórkowych i wyrobów wapienno-piaskowych przez dziesiątki, jeśli nie setki lat, stąd nie ma potrzeby obecnie jej powiększenia poprzez prowadzenie prac poszukiwawczych i dokumentacyjnych.

Udokumentowana baza zasobowa piasków podsadzkowych przy obecnym poziomie zapotrzebowania ze strony górnictwa podziemnego zabezpiecza jego potrzeby na ponad 300 lat. Stąd niecelowe jest wyznaczanie szczegółowych obszarów prognostycznych tych piasków, a tym bardziej rozpoznawanie nowych złóż.

8.6.6. Bariery i ograniczenia

Ograniczenia związane z konfliktem środowiskowym lub konfliktem z istniejącymi elementami zagospodarowania przestrzennego mogą w pewnym zakresie dotyczyć niektórych typowanych obszarów prognostycznych. Nie ma to jednak dużego znaczenia, gdyż możliwości rozpoznania nowych złóż tych kopalin są w skali kraju ogromne.

8.6.7. Wnioski

Polska jest krajem bogatym w piaski kwarcowe do produkcji betonów komórkowych i wyrobów wapienno-piaskowych oraz w piaski podsadzkowe. Złoże udokumentowane są głównie w utworach czwartorzędowych i neogeńskich, a ich zasoby są ogromne, zabezpieczające zapotrzebowanie na nie na setki lat.

9. KOPALINY PRZEMYSŁU SZKLARSKIEGO, CERAMICZNEGO I OGNIOTRWAŁEGO

9.1. PIASKI SZKLARSKIE

9.1.1. Wstęp

Kopaliny określanymi jako piaski szklarskie są piaski kwarcowe, drobno- i równoziarniste, wyróżniające się bardzo niską zawartością tlenków barwiących (Fe_2O_3 , TiO_2). Za kopaliny tego rodzaju dla przemysłu szklarskiego uznawane są także słabo związane piaskowce kwarcowe o lepishczu ilastym, z których po rozkruszeniu i szlamowaniu można uzyskać piaski szklarskie. Wymagania dotyczące składu chemicznego piasków szklarskich i zawartych w nich zanieczyszczeń są określone w normie branżowej BN-80/6811-01, która podaje m.in. wymagania dotyczące składu chemicznego piasków i w zależności od zawartości zanieczyszczeń dzieli je na szereg klas z przeznaczeniem do produkcji poszczególnych rodzajów szkieł.

9.1.2. Kryteria bilansowości

Od 1966 r. obowiązywały „Kryteria bilansowości dla złóż piasków szklarskich” zatwierdzone przez Ministra Budownictwa i Przemysłu Materiałów Budowlanych. Kryteria te były niezwykle rozbudowane i zróżnicowane w zależności od klasy piasku. W 1982 r. uległy one pewnej modyfikacji: wprowadzono dodatkowy wymóg – zawartość frakcji <0,1 mm maks. 12%, a usunięto wymóg minimalnej zawartości frakcji podstawowej 0,1–0,5 mm. W Rozporządzeniu Ministra Środowiska w sprawie kryteriów bilansowości złóż kopaliny (Dz. U. z 2001 r., Nr 153, poz. 1774, z późn. zm.) nie wprowadzono odrębnych kryteriów bilansowości złóż piasków szklarskich, lecz kryteria dla bardziej ogólnej kategorii piasków kwarcowych (tab. 9.1.1). Tak więc obecnie dla złóż piasków szklarskich obowiązują bardzo uproszczone kryteria bilansowości odnoszące się do ogółu złóż piasków kwarcowych, nie uwzględniające w pełni specyficznych wymogów stawianych takim piaskom przez przemysł szklarski.

Tabela 9.1.1. Kryteria bilansowości złóż piasków kwarcowych

Parametr	Jednostka	Wartość brzożna
Minimalna miąższość złoża	m	2,0
Maksymalny stosunek grubości nadkładu do miąższości złoża (N/Z)	–	0,5
Maksymalna zawartość pyłów mineralnych	%	5
Minimalna zawartość ziaren kwarcu	%	85 (90*)

* od 12.07.2005 r. 90%

9.1.3. Stan rozpoznania złóż udokumentowanych

Piaski i piaskowce do produkcji piasków szklarskich obecne są przede wszystkim w utworach kredy i neogenu, podrzędnie także w utworach czwartorzędowych. Piaski i piaskowce kwarcowe w utworach kredowych, przydatne do produkcji piasków szklarskich, występują w niecce tomaszowskiej koło Tomaszowa Mazowieckiego oraz w niecce przedśudeckiej w rejonie Osiecznicy koło Bolesławca. W niecce tomaszowskiej obecnych jest ok. 84% ogólnych krajowych zasobów tej kopaliny, a w niecce północnosudeckiej ok. 10% (tab. 9.1.3). W morskich utworach mioceńskich piaski udokumentowane jako szklarskie występują na północnym obrzeżeniu zapadliska przedkarpacciego na Roztoczu (2 złoża, 4,2 mln t) oraz w rejonie Tarnobrzega (2 złoża, 6,9 mln t). Piaski pochodzenia lądowego wieku mioceńskiego udokumentowano koło Żar (4 złoża, 0,34 mln t) oraz koło Ostrzeszowa (małeńkie złożo Olszyna). Występują one także w krach utworów mioceńskich wśród osadów lodowcowych zlodowacenia północnopolskiego na Pomorzu (2 złoża, 7,7 mln t). W utworach czwartorzędowych wymagania stawiane piaskom szklarskim, ale wyłącznie najniższej klasy 6 (<1,0% Fe₂O₃), spełniają niektóre piaski wodnolodowcowe (np. Ujście Noteckie) i wydmy (w rejonie Wyszkowa). Ich łączne udokumentowane zasoby w 4 złożach wynoszą 18 mln t. Zasoby piasków i piaskowców szklarskich w 31 złożach udokumentowanych, wg stanu na 31.12.2009 r., wynosiły 639,1 mln t, a wydobyte osiągnęło w ostatnich latach ok. 2 mln t/r., koncentrując się w dwóch obszarach – niecki tomaszowskiej i niecki północnosudeckiej.

9.1.4. Obszary oraz zasoby prognostyczne i perspektywiczne

Kompleksowe badania poszukiwawczo-rozpoznawcze obszarów występowania piasków i piaskowców kwarcowych szklarskich i formierskich w rejonie niecki tomaszowskiej zostały przeprowadzone w latach 1973–1980. Na tej podstawie wydzielono trzy obszary prognostyczne o łącznych zasobach 210 750 tys. t (fig. 8.6.3) oraz jeden obszar perspektywiczny o zasobach 60 500 tys. t (tab. 9.1.3). Dodatkowo, na podstawie 15 otworów parametrycznych usytuowanych po wewnętrznej stronie wychodni piaszczystych utworów kredowych niecki, określono zasoby hipotetyczne na powierzchni ok. 5090 ha, w ilości około 10 566 mln t (tab. 9.1.2). W niecce północnosudeckiej za uzasadnione uznano wydzielenie jednego tylko obszaru perspektywicznego Władysława E o zasobach ok. 3,7 mln t. Na Pomorzu zasoby prognostyczne piasków szklarskich oszacowano na ok. 1,0 mln t w obszarze Bartolino–Niemia na SW od Sulechowa i na ok. 0,35 mln t w rejonie Sławna (fig. 8.6.9).

Nie zaproponowano obszarów perspektywicznych dla wystąpień piasków kwarcowych, które mogłyby być przydatne wyłącznie do otrzymywania piasków szklarskich do produkcji szkła opakowaniowego barwnego (klasa 6). Wynika to z faktu powszechności występowania w Polsce czwartorzędowych utworów piaszczystych wodnolodowcowych i wydmych, odpowiednich do produkcji tego typu piasków.

Zasoby prognostyczne piasków i piaskowców szklarskich wynoszą ok. 30% zasobów bilansowych udokumentowanych, a zasoby perspektywiczne zaledwie 10% (tab. 9.1.3).

Tabela 9.1.2. Zasoby prognostyczne, perspektywiczne i hipotetyczne piasków i piaskowców kwarcowych dla przemysłu szklarskiego

Nazwa obszaru	Województwo, powiat	Kopalina	Wiek formacji	Wielkość zasobów (mln t)
Zasoby prognostyczne:				
Radonia Pola A, B, C, E, F	łódzkie, Opoczno	piaskowce i piaski	K ₁	51,06
Góry Trzebiatowskie Pola A, B, C, D	łódzkie, Opoczno	piaskowce i piaski	K ₁	102,19
Wygnanów Pole A	łódzkie, Opoczno	piaskowce i piaski	K ₁	57,50
Bartolino–Niemica	zachodniopomorskie, Sławno	piaski	M	1,00
Sławno	zachodniopomorskie, Sławno	piaski	M	0,35
Razem				212,10
Zasoby perspektywiczne:				
Radonia Pole G	łódzkie, Opoczno	piaskowce i piaski	K ₁	60,50
Władysława E	dolnośląskie, Bolesławiec	piaskowce i piaski	K ₂	3,70
Razem				64,20
Zasoby hipotetyczne:				
Jądro niecki tomaszowskiej	łódzkie, Opoczno, Tomaszów Maz.	piaskowce i piaski	K ₁	10 566,00
Razem				10 566,00

Tabela 9.1.3. Zasoby piasków i piaskowców szklarskich wg stanu na 31.12.2009 r.

Jednostka surowcowa	Zasoby (mln t)					
	liczba złóż	bilansowe	liczba złóż	prognostyczne	liczba złóż	perspektywiczne
Piaski i piaskowce kredowe niecki tomaszowskiej	10	536,92	3	210,75	1	60,50
Piaski i piaskowce kredowe niecki północnosudeckiej	6	65,01	–	–	1	3,70
Piaski w morskich utworach mioceńskich	4	11,11	–	–	–	–
Piaski w lądowych utworach mioceńskich	5	0,34	–	–	–	–
Piaski w krach utworów mioceńskich w osadach lodowcowych	2	7,67	2	1,35	–	–
Piaski czwartorzędowe wodnolodowcowe lub wydmowe	4	18,04	–	–	–	–
Razem	31	639,09	5	212,10	2	64,20

9.1.5. Rekomendacje dalszych prac

Obszar prognostyczny Radonia Pola A, B, C, E i F jest rozpoznany w stopniu pozwalającym na sporządzenie dokumentacji geologicznej w kategorii C₂, w ujęciu łącznym z udokumentowanym złożem Radonia. Analogicznie, dla obszaru prognostycznego Góry Trzebiatowskie Pola A, B, C i D oraz złoża udokumentowanego Góry Trzebiatowskie rekomendowane jest sporządzenie łącznej dokumentacji geologicznej.

9.1.6. Bariery i ograniczenia

Obszary prognostyczne i perspektywiczne piasków i piaskowców szklarskich wyróżnione w opracowaniu wyznaczono po wyłączeniu terenów zabudowanych i ważniejszych elementów infrastruktury, a także obszarów chronionych. Nie ma więc wobec nich zasadniczych ograniczeń wykluczających w przyszłości ich rozpoznanie i zagospodarowanie.

9.1.7. Wnioski

1. Polska jest krajem bogatym w piaski i piaskowce do produkcji piasków szklarskich, a złoża udokumentowane występują głównie w utworach kredowych, w mniejszym stopniu mioceńskich. Łączne zasoby piasków i piaskowców szklarskich w 31 złożach udokumentowanych, wg stanu na 31.12.2009 r., wynosiły 639,1 mln t, w tym 94% w utworach kredowych niecki tomaszowskiej i niecki północnosudeckiej.
2. Zasoby prognostyczne piasków i piaskowców do produkcji piasków szklarskich w Polsce wynoszą 212,1 mln t, zasoby perspektywiczne 64,2 mln t, a zasoby hipotetyczne – 10 566 mln t. Występują one niemal wyłącznie w niecce tomaszowskiej.

9.2. PIASKI FORMIERSKIE

9.2.1. Wstęp

Piaski formierskie to piaski kwarcowe, pozyskiwane często z tych samych złóż co piaski szklarskie. Charakteryzują się wysoką temperaturą spiekania, dzięki czemu nadają się do wykonywania form i rdzeni odlewniczych. Składają się z ziaren frakcji piaszczystej 0,02–3,0 mm (>65% wag.) oraz – niekiedy – spoiwa, tj. ziaren mniejszych od 0,02 mm. W zależności od ilości spoiwa piaski te dzieli się na dwa główne typy: czyste piaski kwarcowe (do 2% spoiwa) i piaski zailone, zwane naturalnymi (2 do 35% minerałów ilastych). W zależności od wymagań stawianych piaskom formierskim rozróżnia się siedem gatunków: 1K÷7K. Z czystych piasków kwarcowych uzyskuje się gatunki od 1K do 4K, a z piasków zailonych (naturalnych) w stanie surowym – gatunki od 5K do 7K.

9.2.2. Kryteria bilansowości

Od 1969 r. do 1994 r., tj. zatwierdzenia ustawy o prawie geologicznym i górniczym i wprowadzenia tzw. zalecanych kryteriów bilansowości, obowiązywały – w odniesieniu do dokumentowania złóż piasków formierskich – kryteria bilansowości Ministra Przemysłu Ciężkiego. W Rozporządzeniu Ministra Środowiska w sprawie kryteriów bilansowości złóż kopalin (Dz. U. z 2001 r., Nr 153, poz. 1774, z późn. zm.) utrzymano zaproponowane w 1994 r. wymagania dla dokumentowania złóż piasków kwarcowych, bez odrębnych kryteriów dla piasków formierskich (tab. 9.2.1). Są to bardzo uproszczone kryteria bilansowości odnoszące się do ogółu złóż piasków kwarcowych, nie uwzględniające w pełni specyficznych wymagań stawianych piaskom formierskim przez przemysł odlewniczy, zwłaszcza w odniesieniu do maksymalnej zawartości pyłów mineralnych, gdyż ich dopuszczalny udział w piaskach formierskich zailonych może sięgać 35%.

Tabela 9.2.1. Kryteria bilansowości złóż piasków kwarcowych

Parametr	Jednostka	Wartość brzeżna
Minimalna miąższość złoża	m	2,0
Maksymalny stosunek grubości nadkładu do miąższości złoża (N/Z)	–	0,5
Maksymalna zawartość pyłów mineralnych	%	5*
Minimalna zawartość ziaren kwarcu	%	85

* dla piasków formierskich naturalnych do 35%

9.2.3. Stan rozpoznania złóż udokumentowanych

Podstawowe znaczenie złożowe mają piaski formierskie w utworach kredy, miocenu i czwartorzędu oraz – częściowo – jury. Większość z nich występuje w centralnej i południowej

Polsce. Czyste piaski kwarcowe wieku kredowego występują w niecce tomaszowskiej koło Tomaszowa Mazowieckiego (45% ogólnych krajowych zasobów) oraz w niecce śródsudeckiej w okolicach Krzeszówka. Mioceńskie piaski kwarcowe pochodzenia lądowego są udokumentowane w rejonie Węglińca, Konina, Sulechowa i Węgorzewa Koszalińskiego. Czwartorzędowe piaski kwarcowe pochodzenia eolicznego są udokumentowane w okolicy Jaworzna, a pochodzenia aluwialnego w dolinie Małej Panwi w województwie opolskim. Różnego wieku (jurajskie, kredowe, paleogeńskie) i pochodzenia są niewielkie złoża piasków formierskich zailonnych udokumentowane w województwie śląskim (tab. 9.2.3). Poza tym złoża piasków formierskich są udokumentowane m.in. w rejonie Lubartowa, Iłży, Lubaczowa i Włoszczowej. Łączne zasoby piasków i piaskowców formierskich w 78 złożach udokumentowanych, wg stanu na 31.12.2009 r. wynosiły 340,5 mln t. Wydobycie tych kopalin utrzymywało się w ostatnich latach na poziomie 1,1–1,3 mln t/r, koncentrując się w coraz większym stopniu w obszarze niecki tomaszowskiej.

9.2.4. Obszary oraz zasoby prognostyczne i perspektywiczne

Kompleksowe badania poszukiwawczo-rozpoznawcze obszarów występowania piasków jurajskich warstw kościeliskich i łysieckich pomiędzy Gorzowem Śląskim koło Kluczborka a Żarkami koło Myszkowa pozwoliły na wydzielenie licznych obszarów prognostycznych i perspektywicznych w pięciu rejonach: 7 pól w rejonie Gorzowa Śląskiego, 6 pól w rejonie Przystajni, 1 pole w rejonie Wręczycy, 6 pól w rejonie Konopisk i 2 pola w rejonie Masłońskiego (tab. 9.2.2, fig. 8.6.6 i 9.2.1). Stąd rejon ten jest niewątpliwie najważniejszym w Polsce obszarem, gdzie występują znaczne możliwości zwiększenia krajowej bazy zasobowej piasków formierskich.

Perspektywy udokumentowania złóż piasków formierskich w niecce tomaszowskiej zaprezentowano szczegółowo w rozdziale 9.1, dotyczącym piasków szklarskich, gdyż granice obszarów prognostycznych i perspektywicznych ustalano w pierwszym rzędzie pod kątem przydatności do produkcji piasków szklarskich. W obrębie poszczególnych obszarów 60–80% szacowanych zasobów piasków odpowiada wymaganiom stawianym piaskom formierskim.

W poprzedniej edycji „Zasobów perspektywicznych...” wyróżniano jeszcze cztery istotne duże rejonu perspektywiczne występowania piasków formierskich. Z powodu możliwego konfliktu środowiskowego (np. zwarte kompleksy leśne) do ich potencjału zasobowego należy podchodzić z dużą ostrożnością. Możliwe jest także dokumentowanie mniejszych złóż piasków formierskich w obrębie czwartorzędowych utworów rzecznych i wydmych, stanowiących małe fragmenty dużych obszarów występowania wymienionych typów genetycznych piasków niemal w całej Polsce.

Zasoby prognostyczne piasków formierskich są o połowę większe od udokumentowanych zasobów bilansowych, natomiast zasoby perspektywiczne są nieznacznie większe od zasobów prognostycznych (tab. 9.2.3).

Tabela 9.2.2. Zasoby prognostyczne i perspektywiczne piasków formierskich¹

Nazwa obszaru	Województwo, powiat	Kopalina	Wiek formacji	Wielkość zasobów (mln t)
Zasoby prognostyczne:				
Rejon Gorzów Śląski– Żarki				509,57
Gorzów Śląski	opolskie, Olesno	piaski kwarcowe	J ₁ -J ₂	7,46
Przystajń	śląskie, Kłobuck	piaski kwarcowe	J ₁ -J ₂	281,74
Wręczyca	śląskie, Kłobuck	piaski kwarcowe	J ₁ -J ₂	15,29
Konopiska	śląskie, Częstochowa	piaski kwarcowe	J ₁ -J ₂	202,20
Masłońskie	śląskie, Myszków	piaski kwarcowe	J ₁ -J ₂	2,88
Razem				509,57
Zasoby perspektywiczne:				
Rejon Gorzów Śląski– Żarki				247,15
Gorzów Śląski	opolskie, Olesno	piaski kwarcowe	J ₁ -J ₂	125,98
Przystajń	śląskie, Kłobuck	piaski kwarcowe	J ₁ -J ₂	53,65
Konopiska	śląskie, Częstochowa	piaski kwarcowe	J ₁ -J ₂	54,85
Masłońskie	śląskie, Myszków	piaski kwarcowe	J ₁ -J ₂	12,67
Pozostałe rejony				350,20
Rejon niecki opoczyńskiej	łódzkie, Opoczno	piasek kwarcowy	J ₁ -J ₃	60,00
Rejon Zębiec–Ostrowiec Świętokrzyski	świętokrzyskie, Starachowice, Ostrowiec Św.	piasek kwarcowy	J ₂	60,00
Rejon Iłży	mazowieckie, Radom	piasek kwarcowy	Tr	0,20
Rejon Burzenina	łódzkie, Sieradz	piasek kwarcowy	K ₁	150,00
Rejon Konin–Koło– Turek	wielkopolskie, Konin, Koło, Turek	piasek kwarcowy	M	20,00
Rejon Pomorza Środkowego	zachodniopomorskie, Sławno, Koszalin; pomorskie, Słupsk	piasek kwarcowy	M	60,00
Razem				597,35

¹ bez niecki tomaszowskiej (patrz rozdz. 9.1)

Tabela 9.2.3. Zasoby piasków formierskich wg stanu na 31.12.2009 r.

Jednostka surowcowa	Zasoby (mln t)					
	liczba złóż	bilansowe	liczba złóż	prognostyczne	liczba złóż	perspektywiczne
Piaski i piaskowce kredowe niecki tomaszowskiej	8	152,23	–	–		–
Piaski i piaskowce kredowe niecki śródsudeckiej	1	8,92	–	–		–
Piaski neogeńskie na Niziu Polskim	4	39,20	–	–	3	80,20
Piaski czwartorzędowe eoliczne w rejonie Jaworzna	1	18,66	–	–		–
Piaski czwartorzędowe aluwialne w dolinie Małej Panwi	6	31,32	–	–		–
Piaski kredowe, jurajskie i paleogeńsko-neogeńskie w rejonie Myszkowa i Częstochowy	45	46,72	5	509,57	4	247,16
Pozostałe	13	43,45	–	–	3	270,00
Razem	78	340,50	5	509,57	10	597,36



Figura 9.2.1. Obszar prognostyczny występowania piasków formierskich w woj. opolskim

9.2.5. Rekomendacje dalszych prac

Udokumentowana baza zasobowa piasków formierskich jest relatywnie duża w stosunku do istniejącego zapotrzebowania. Nie rekomenduje się zatem dalszych prac poszukiwawczo-rozpoznawczych w wyznaczonych obszarach prognostycznych i perspektywicznych tych piasków.

9.2.6. Bariery i ograniczenia

Podstawowym ograniczeniem związanym z potencjalnym przyszłym rozpoznaniem i zagospodarowaniem wyznaczonych obszarów prognostycznych i perspektywicznych piasków formierskich może być ich częściowe występowanie na terenach leśnych.

9.2.7. Wnioski

1. Polska jest krajem bogatym w piaski formierskie, a złoża rozpoznane są głównie w utworach kredowych, paleogenu, neogenu i czwartorzędowych. Łączne zasoby piasków formierskich w 78 złożach udokumentowanych, wg stanu na 31.12.2009 r., wynosiły 343,4 mln t, w tym 45% w utworach kredowych niecki tomaszowskiej.
2. Zasoby prognostyczne piasków formierskich w Polsce wynoszą 509,6 mln t (wyłącznie w rejonie Gorzów Śląski–Żarki), a zasoby perspektywiczne 597,4 mln t (w tym 247,2 mln t w rejonie Gorzów Śląski–Żarki).

9.3. KWARC ŻYŁOWY

9.3.1. Wstęp

Nazwą kwarc żyłowy określa się krystaliczną odmianę krzemionki SiO_2 , stanowiącą wypełnienie żył w masywach skalnych. Złoża kwarcu żyłowego i inne wystąpienia o znaczeniu gospodarczym są znane jedynie z obszaru Sudetów i bloku przedsudeckiego, gdzie występują przede wszystkim w krystalicznych utworach prekambriu (gnejsach, łupkach) i paleozoiku (granitoidach, mylonitach, brekcjach).

Do roku 2005 surowce kwarcowe były produkowane na bazie kwarcu żyłowego ze złoża Stanisław i Taczałin. Uzyskiwano tłuźceń i kliniec do produkcji żelazokrzemu, a także wysokogatunkowe mączki i grysy kwarcowe. Kruszywa te charakteryzują się przede wszystkim wysoką zawartością krzemionki SiO_2 i niską zawartością tlenków barwiących: Fe_2O_3 i TiO_2 . W zależności od jakości, mączki i grysy kwarcowe z obu zakładów wykorzystywane były m.in. w przemysłach: ceramicznym (produkcja i zdobienie ceramiki szlachetnej, użytkowej i technicznej – porcelana, porcelit), materiałów ogniotrwałych, emalierskim i hutniczym (produkcja żelazokrzemu). Najczystsze odmiany stosowano natomiast w przemyśle szklarskim (szkło szlachetne), chemicznym i elektrotechnicznym. W 2000 r. uruchomiono na nowo złożo Krasków. Z kopaliny kwarcowej produkowane są: kamień kwarcowy dla hutnictwa, grysy do produkcji porcelany oraz tynków szlachetnych i posadzek żywicznych.

9.3.2. Kryteria bilansowości

Obecnie obowiązujące kryteria bilansowości dla złóż kwarcu żyłowego wprowadzone Rozporządzeniem Ministra Środowiska w sprawie kryteriów bilansowości złóż kopaliny (Dz. U. z 2001 r., Nr 153, poz. 1774, z późn. zm.) zestawiono w tab. 9.3.1.

Tabela 9.3.1. Kryteria bilansowości dla kwarcu żyłowego

Parametr	Jednostka	Wartość brzeźna
Maksymalna głębokość udokumentowania (w stosunku do najniższej położonego punktu terenu w granicach złoża)	m	50
Minimalna miąższość złoża	m	2
Minimalna zawartość SiO_2	%	95
Maksymalna zawartość Fe_2O_3	%	1,0

9.3.3. Stan rozpoznania złóż udokumentowanych

Obecnie w Polsce udokumentowanych jest 7 złóż kwarcu żyłowego, w tym trzy z nich: Krasków, Taczałin i Stanisław są zagospodarowane. Wszystkie złoża występują w województwie dolnośląskim.

Łączne zasoby geologiczne bilansowe złóż kwarcu żyłowego w Polsce wg stanu na dzień 31.12.2009 r. wynoszą 6,56 mln ton (tab. 9.3.3), w tym 5,35 mln ton występuje w trzech złożach zagospodarowanych.

9.3.4. Obszary oraz zasoby prognostyczne i perspektywiczne

Stopień rozpoznania pozostałych wystąpień kwarcu żyłowego jest dość dobry, choć nie jest równomierny w skali całego regionu dolnośląskiego. Najlepiej przebadana pod kątem surowcowym jest zachodnia część Sudetów (blok karkonosko-izerski), najsłabiej – blok sowiogórski i Sudety Wschodnie. Ogółem na obszarze Sudetów i bloku przedsudeckiego znanych jest kilkadziesiąt żył kwarcowych różnej wielkości. Większe wystąpienia zostały rozpoznane pod kątem rozprzestrzenienia, a częściowo również pod względem jakościowym.

Aktualnie do obszarów prognostycznych można zaliczyć wystąpienia kwarcu w Rębiszowie, Morawie k. Strzegomia, a także w rejonie Mikołajowic (tab. 9.3.2, fig. 9.3.1).

Żyła kwarcu w Rębiszowie zalega w strefie uskoku w gnejsach izerskich. Przebiega równoleżnikowo i ma niemal pionowy upad, osiągając szerokość do 45 m. Rozpoznano ją robotami wiertniczymi i górniczymi na długości 110 m. Surowiec nadaje się do produkcji materiałów ogniotrwałych, żelazostopów, mączki kwarcowej i kwarcu technicznego, a jego zasoby do głębokości 26 m wynoszą 0,33 mln ton.

Żyła kwarcu w Morawie zalega w obrębie granitoidów strzegomskich. Jej długość wg badań geofizycznych wynosi łącznie 735 m, szerokość stwierdzona rowami – od kilku do 20 m, upad stromy, ku SE. Zasoby kopaliny oszacowano na około 0,3 mln ton.

Żyły kwarcowe w rejonie Mikołajowic zalegają niemal pionowo w obrębie częściowo skalinizowanych gnejsów. Spośród kilkunastu wystąpień okonturowanych badaniami geofizycznymi i rozpoznanych rowami perspektywy można wiązać z trzema zespołami żył: tzw. Mikołajowice W, Mikołajowice E i Ugorek. Łączne zasoby kopaliny do głębokości 50 m wynoszą tu 2,24 mln ton (odpowiednio: 0,41 mln ton; 1,64 mln ton i 0,19 mln ton). Najbardziej czyste partie kopaliny (kwarc wielkokrystaliczny) po odpowiedniej przeróbce nadają się do produkcji szkła lampowego i optycznego, gorsze – do produkcji ceramiki szlachetnej.

Do obszarów perspektywicznych zaliczono wystąpienia kwarcu w Olesznej Podgórskiej, Barcinku, Taczalinie i Wądrożu Wielkim.

Tabela 9.3.2. Zasoby prognostyczne i perspektywiczne kwarcu żyłowego w woj. dolnośląskim

Nazwa obszaru	Powiat	Zasoby (mln t)	
		prognostyczne	perspektywiczne
Rębiszów	Lwówek Śl.	0,33	–
Oleszna Podg.	Lwówek Śl.	–	0,20
Barcinek	Jelenia Góra	–	0,29
Taczalin	Legnica	–	0,60
Mikołajowice W	Legnica	0,41	–
Mikołajowice E	Legnica	1,64	–
Ugorek	Legnica	0,19	–
Wądroże Wielkie	Legnica	–	0,24
Morawa	Świdnica	0,30	–
Razem		2,87	1,33

Pozostałe wystąpienia kwarcu żyłowego na Dolnym Śląsku, słabo rozpoznane lub dotychczas nie rozpoznawane pracami geologicznymi, można zaliczyć do obszarów hipotetycznych, dla których nie oszacowano wielkości zasobów. Do takich obszarów należą m.in. wystąpienia żyłowe w Mroczkowicach k. Mirska, w dolinie Kwisy k. Świeradowa, w Leśnej, Janicach i Pasieczniku, Rybnicy i Pilchowicach (blok karkonosko-izerski), w rejonie wsi Chełmiec (metamorfik kaczawski), w Skarżycach, Chwałkowie i Goli (masyw Strzegom–Sobótka), między Lutomią a Bojanicami i w Jedlinie na bloku sowiogórskim, a także w rejonie Kletna. Część żył kwarcowych znaczonych na mapach geologicznych w wyniku prac weryfikacyjnych okazała się być rozsypiskami i blokowiskami kwarcowymi.

Polska jest krajem ubogim w złoża kwarcu żyłowego, a łączne zasoby prognostyczne i perspektywiczne są znacząco niższe od i tak niewielkiej bazy zasobowej złóż udokumentowanych (tab. 9.3.3).

Tabela 9.3.3. Zasoby kwarcu żyłowego wg stanu na 31.12.2009 r.

Województwo	Zasoby (mln t)					
	liczba złóż	bilansowe	liczba złóż	prognostyczne	liczba złóż	perspektywiczne
Dolnośląskie	7	6,56	5	2,87	4	1,33



Figura 9.3.1. Obszary prognostyczne występowania kwarcu żyłowego oraz skaleni i kopaliny skaleniowej w woj. dolnośląskim

9.3.5. Rekomendacje dalszych prac

Perspektywy odkrycia nowych złóż kwarcu żyłowego w Polsce są ograniczone do znanych już miejsc jego występowania. Najbardziej sprzyjające warunki do powiększenia zasobów znajdują się na przedłużeniu złoża Stanisław, w strefie tektonicznej Rozdroża Izerskiego, gdzie obszar jest niedostatecznie rozpoznany.

9.3.6. Bariery i ograniczenia

Istotne ograniczenia dla wykorzystania ewentualnych nowych złóż kwarcu żyłowego w rejonie izerskim stanowią: położenie w obrębie terenów leśnych i bliskość stref ochronnych uzdrowiska w Świeradowie-Zdroju. Złoża kwarcu żyłowego Nowa Kamienica, Sady i Jędrzychowice cechują się zbyt niskimi parametrami jakościowymi, aby mogły stanowić alternatywę dla złóż już zagospodarowanych. Dodatkowym ograniczeniem dla złoża Sady jest to, że znajduje się w obrębie Ślążańskiego Parku Krajobrazowego. Przeprowadzone prace poszukiwawczo-rozpoznawcze w rejonach występowania znanych wcześniej żył kwarcowych nie przyniosły zadowalających rezultatów; głównie ze względu na zbyt małe zasoby kopaliny (np. rejon Olesznej Podgórskiej).

9.3.7. Wnioski

1. Rozpoznane w Polsce złoża kwarcu żyłowego są małe i średniej jakości, a perspektywy odkrycia nowych, dużych złóż są ograniczone do znanych już miejsc występowania.
2. Obszary prognostyczne kwarcu żyłowego są zlokalizowane w rejonie Rębiszowa, Morawy k. Strzegomia, a także w rejonie Mikołajowic. Łączne zasoby wynoszą 2,87 mln ton.
3. Obszary perspektywiczne występują w rejonie Olesznej Podgórskiej, Barcinka, Taczalina i Wądroża Wielkiego. Łączne zasoby oszacowano na 1,33 mln ton.
4. Obszarem rekomendowanym do prowadzenia prac poszukiwawczych jest strefa tektoniczna Rozdroża Izerskiego, na przedłużeniu udokumentowanego złoża Stanisław.
5. Bariery w wykorzystaniu złóż kwarcu żyłowego jest położenie w obrębie terenów leśnych i bliskość stref ochronnych uzdrowiska w Świeradowie (złoże Stanisław), słabe parametry jakościowe kopaliny z niektórych złóż (Nowa Kamienica, Sady i Jędrzychowice) oraz lokalizacja w obrębie parku krajobrazowego (Sady).

9.4. KOPALINY SKALENIOWE

9.4.1. Wstęp

Kopaliny skaleniowe, w zależności od stosunku najważniejszych składników: K_2O i Na_2O , określa się jako potasowe, potasowo-sodowe i sodowe. Źródłem surowców skaleniowych mogą być różne rodzaje skał o wysokiej zawartości alkaliów, które po prostej przeróbce: rozkruszeniu do odpowiedniej frakcji i usunięciu niepożądanych składników – tlenków barwiących (Fe_2O_3 i TiO_2) dają koncentraty skaleni oraz mieszanki skaleniowo-kwarcowe i kwarcowo-skaleniowe o odpowiednim składzie: ponad 8% K_2O+Na_2O i ponad 69% SiO_2 .

W Polsce złoża kopalin skaleniowych znajdują się głównie na Dolnym Śląsku, a także w regionie śląsko-krakowskim. Złoża w Sudetach i na bloku przedsudeckim są związane z płyt-kim występowaniem leukogranitów i porfirowatych odmian granitów (blok karkonosko-izer-ski) oraz leukogranitoidów (masyw Strzegom–Sobótka). Złoża w regionie śląsko-krakowskim związane są z wychodniami leukoporfirów i arkozy kwaczalskiej. Istotnym źródłem surowców skaleniowo-kwarcowych są niektóre dolnośląskie granitoidy: w toku produkcji grysów z drob-nych frakcji odpadowych uzyskuje się koncentrat wzbogacony w skalenie (tzw. skalenio-kwarc) o zawartości $Fe_2O_3 < 0,2\%$.

9.4.2. Kryteria bilansowości

Obecnie obowiązujące kryteria, wprowadzone Rozporządzeniem Ministra Środowiska w sprawie kryteriów bilansowości złóż kopalin (Dz. U. z 2001 r., Nr 153, poz. 1774, z późn. zm.) (tab. 9.4.1.) są bardziej liberalne niż wymagania dawnych norm branżowych: przemysłu mate-riałów ogniotrwałych, ceramicznego i szklarskiego. Norma branżowa BN-83/6714-01 dla grysów i mączek skaleniowych i skaleniokwarcowych rozróżnia dwie odmiany surowca, w zależności od modułu alkaliczności: surowiec sodowo-potasowy powinien cechować się modułem co najmniej 0,67; surowiec potasowo-sodowy – co najmniej 1, a dla surowca pota-sowego moduł powinien wynosić minimum 3. W ostatnich latach wymagania nowych technolo-gii co do jakości kopalin skaleniowych są łagodniejsze; stąd złoża i obszary perspekty-wiczne dawniej dyskwalifikowane, dziś stają się obiektem zainteresowania inwestorów.

Tabela 9.4.1. Kryteria bilansowości dla kopalin skaleniowych

Parametr	Jednostka	Wartość brzeżna
Maksymalna głębokość spągu złoża	m	50 (75)*
Minimalna miąższość złoża	m	5
Maksymalny stosunek N/Z		2
Minimalna zawartość Al_2O_3 w serii złożowej	%	12
Minimalna zawartość Na_2O+K_2O	%	6,5
Maksymalna zawartość $Fe_2O_3+TiO_2$	%	0,8 (1,5)*

* – wartości dla zasobów pozabilansowych

9.4.3. Stan rozpoznania złóż udokumentowanych

Według stanu na koniec 2009 r. w Polsce było udokumentowanych jedenaście złóż kopalni skaleniowych (tab. 9.4.3). Zagospodarowane i eksploatowane są obecnie dwa złoża: Pagórki Wschodnie i Karpniki. W latach 2005–2009 nastąpił istotny przyrost zasobów bilansowych, spowodowany udokumentowaniem czterech nowych złóż: Kamienica Mała, Proszowa–Kwieciszowice i Stary Łom.

Większość dolnośląskich złóż i wystąpień kopalni skaleniowych o znaczeniu przemysłowym grupuje się na bloku karkonosko-izerskim w dwóch rejonach: na zachód i na wschód od Jeleniej Góry. Niezagospodarowane złoża w rejonie zachodnim (Proszowa–Kwieciszowice, Kamienica Mała i Kopaniec) związane są z pasmem leukogranitów Pogórza Izerskiego. Kolejne cztery złoża: Maciejowa, Maciejowa II, Góra Sośnia (Dziwiszów), Karpniki – zlokalizowane na wschód od Jeleniej Góry, związane są z wychodniami porfirowatych granitów alkalicznych masywu karkonoskiego. Eksploatacja złoża w Karpnikach, wznowiona po kilkuletniej przerwie, jest ograniczana ze względów środowiskowych (teren Rudawskiego Parku Krajobrazowego). Surowiec ze złoża jest przydatny do produkcji płytek, kamionki, porcelitu, fajansu i opakowań.

Złoża we wschodniej części masywu granitoidowego Strzegom–Sobótka są związane ze strefami kataklazy i metasomatycznych przeobrażeń różnych odmian granitów. Największe znaczenie surowcowe wciąż ma czynne złożo Pagórki Wschodnie. Z występującej tu kopaliny (metagranitu alaskitowego) uzyskuje się przede wszystkim grysy skaleniowo-kwarcowe, a także mączki dla przemysłu ceramicznego i szklarskiego.

W regionie śląsko-krakowskim stan udokumentowania zasobów nie zmienił się od szeregu już lat. Złożo w Siedlcu koło Krzeszowic udokumentowano w obrębie dajki trachitu (leukoporfiru), przecinającej dewońskie wapienie. Wystąpienie to było eksploatowane do produkcji porcelany technicznej i kamionki kwasoodpornej. Niezagospodarowane złożo w Wygiełzowie koło Chrzanowa związane jest z wychodnią piaskowców arkozowych (tzw. arkoza kwaczalska) o podwyższonej zawartości skaleni potasowych.

9.4.4. Obszary oraz zasoby prognostyczne i perspektywiczne

Największe perspektywy powiększenia zasobów należy wiązać z wystąpieniami leukogranitoidów na bloku karkonosko-izerskim. W regionie izerskim wschodnie leukogranitów grupują się na obrzeżeniu łupkowego pasma kamienickiego od Czerniawy-Zdroju po Wojcieszycze; pojedyncze wschodnie znane są z rejonu Złotnik Lubańskich, Mirska i Lubomierza (fig. 9.3.1). Większość wystąpień rozpoznano z dokładnością pozwalającą zaliczyć je do obszarów prognostycznych. Stwierdzona miąższość kompleksu surowcowego wynosi tu 10–15 m przy nadkładzie do 1–1,5 m. Jedynie w Kopańcu średnią miąższość określono na 30 m, a nadkład wynosi od 2 do 9 m. Łączne zasoby prognostyczne z obszaru Pogórza Izerskiego można szacować na 59 mln ton (tab. 9.4.2). Rejon Złotnik Lubańskich i Kotliny Jeleniogórskiej można zaliczyć jedynie do zasobów perspektywicznych ze względu na obniżoną jakość w rozpoznanych partiach. Zasoby obszaru Mładz Południowy ze względu na dużą zmienność kopaliny należy traktować jako hipotetyczne. Perspektywiczność całej strefy potwierdzona została udokumentowaniem nowych złóż (Proszowa–Kwieciszowice, Kamienica Mała) w bezpośrednim sąsiedztwie wydzielonych obszarów, a częściowo w ich obrębie.

W rejonie Miedzianki (Rudawy Janowickie) surowcem skaleniowym są leptynity bogate w skalenie potasowe. Rozpoznano tu 27 większych soczew, w których zawartość potasu (według badań spektrometrycznych) wynosi ponad 4%, a w skrajnych przypadkach powyżej 9%. Niska zawartość sodu (średnio od 0,6 do 1,0%) powoduje, że moduł alkaliczności jest wysoki. Po prostej przeróbce (separacji magnetycznej) uzyskano mączkę kwarcowo-skaleniową, przydatną do produkcji porcelany elektrotechnicznej i stołowej oraz materiałów ściernych.

Tabela 9.4.2. Zasoby prognostyczne i perspektywiczne skaleni i kopalin skaleniowych

Nazwa obszaru	Powiat	Zasoby (mln t)	
		prognostyczne	perspektywiczne
Woj. dolnośląskie		61,35	29,77
Mładz Północny	Lwówek Śl.	3,50	–
Proszowa	Lwówek Śl.	2,00	–
Kwieciszowice	Lwówek Śl./ /Jelenia Góra	8,40	–
Kamienica Mała	Jelenia Góra	16,00	–
Kopaniec Północ	Jelenia Góra	17,80	–
Wojcieszyce	Jelenia Góra	6,30	–
Miedzianka	Jelenia Góra	4,07	–
Kalno	Świdnica	–	28,40
Bartnica	Kłodzko	–	1,37
Kawia Góra	Ząbkowice Śl.	3,28	–
Woj. opolskie		–	7,50
Nowy Świątów	Nysa	–	7,50
Zasoby ogółem		61,35	37,27

W rejonie Niemczy perspektywiczną potasową kopalnią skaleniową są proterozoiczne gnejsy Kawiej Góry, które występują tu wśród różnorodnych łupków krystalicznych. W stanie naturalnym gnejsy cechują się wysoką zawartością K_2O (średnio 7–9%) i wysokim modułem alkaliczności, przy niekorzystnej zawartości Fe_2O_3 (od 1,5 do 2,0%), którą można obniżyć drogą przeróbki mechanicznej i separacji magnetycznej.

Z innych skał Dolnego Śląska źródłem potasowych kopalin skaleniowych (nawet w stanie surowym) mogą być kwaśne wulkanity rejonu wałbrzyskiego: tufy i ignimbryty z okolic Bartnicy, Łomnicy i Mioszowa. Jasne odmiany ignimbrytów wybierane selektywnie (Fe_2O_3 0,2–0,5%) mogą stanowić bardzo dobry surowiec dla elektroporcelany, występują one jednak nieregularnie, a ich udział w ogólnej masie skały jest niewielki. Moduł alkaliczności ignimbrytów z reguły przekracza 3, a suma alkaliów niekiedy sięga powyżej 10%. Wschodnie ignimbrytów znajdują się w rejonach objętych ochroną przyrody, ich lepsze rozpoznanie nie jest obecnie możliwe. Omawiane wystąpienia można traktować jedynie jako zasoby hipotetyczne, z wyjątkiem lepiej przebadanego rejonu Bartnicy.

W rejonie na południe od Żarowa (masyw Strzegom–Sobótka), w przedłużeniu złoża kaolinu Antoni (Kalno) okonturowano obszar prognostyczny dla występowania kaolinu ceramicznego i papierniczego, w którym płytko zalega kwarcoskałeni. Zawartość $\text{Na}_2\text{O}_3 + \text{K}_2\text{O}$ w kopalinie wynosi od 3,04 do 6,9%, lecz ze względu na wysoką zawartość żelaza kopalina będzie wymagać uszlachetnienia.

Surowce skaleniowe mogą być także częściowo zastąpione w przemyśle ceramicznym takimi surowcami jak skała kwarcowo-skaleniowo-kaolinowa z okolic Nowego Świątowa koło Nysy (tab. 9.4.3). Występują tu skaolinizowane skały leukokratyczne (osłona masywu granitoidowego Strzelin–Żulova). Zawierają one około 12,5% alkaliów, przy korzystnym stosunku K_2O do Na_2O i zawartości żelaza rzędu 0,25–0,30%.

Istotne znaczenie dla pozyskania koncentratów skaleniowych i skaleniowo-kwarcowych mają niektóre dolnośląskie granitoidy masywu Strzegom–Sobótka. W toku produkcji grysów granitowych powstają drobnoziarniste frakcje odpadowe (tzw. piasek granitowy i miał) wzbogacone w skalenie, z których można uzyskiwać surowiec dla przemysłu ceramicznego i szklarskiego. Obecnie frakcje odpadowe są wykorzystywane do produkcji płytek ceramicznych szklawionych, również płytek typu *gres porcellanato*, o ile nie jest wymagany jasny czerep wyrobów po wypaleniu. Dominujący udział w pozyskiwaniu skaleniokwarcu ze złóż granitu ma kopalnia Graniczna koło Strzegomia. Surowiec ten jest też uzyskiwany z różnym nasileniem w kilku zakładach górniczych, m.in. w kopalni Gniewków, Borów i Czernica w rejonie Strzegomia, a także w kopalni w Strzeblowie-Sobótce. Bez bliższych danych o produkcji wymienionych zakładów trudno rozstrzygać o perspektywiczności poszczególnych złóż (obszarów) w aspekcie przemysłowego wykorzystania takich odpadów.

Zasoby prognostyczne skaleni i kopalni skaleniowych stanowią niespełna 50% zasobów bilansowych udokumentowanych, a zasoby perspektywiczne są czterokrotnie mniejsze od zasobów bilansowych (tab. 9.4.3).

Tabela 9.4.3. Zasoby skaleni i kopalni skaleniowych wg stanu na 31.12.2009 r.

Województwo	Zasoby (mln t)					
	liczba złóż	bilansowe	liczba złóż	prognostyczne	liczba złóż	perspektywiczne
dolnośląskie	9	136,74	8	61,35	2	29,77
małopolskie	2	0,36	–	–	–	–
opolskie	–	–	–	–	1	7,50
Razem	11	137,10	8	61,35	3	37,27

9.4.5. Rekomendacje dalszych prac

W minionej dekadzie w związku z niezwykle szybkim rozwojem produkcji płytek ceramicznych typu *gres porcellanato* nastąpił kilkunastokrotny wzrost zapotrzebowania na surowce skaleniowe przeciętnej jakości (surowce skaleniowo-kwarcowe o nieco podwyższonej zawartości żelaza). Jednocześnie przemysł szklarski w coraz większym stopniu wykorzystuje importowane sjenity nefelinowe, a przemysł porcelany stołowej i elektrotechnicznej oraz wyrobów sanitarnych – wysokopotasowe surowce skaleniowe z importu. Wskutek tych zmian,

z punktu widzenia przyszłych potrzeb gospodarki, najbardziej istotne jest poszukiwanie złóż kopalin o zawartości sumy alkaliów rzędu minimum 7%, przy zawartości tlenków barwiących na poziomie kilku dziesiątych procenta.

Prace badawcze i poszukiwawcze powinny szczególnie dotyczyć zasobnych w alkalia leukogranitów Pogórza Izerskiego, okolic Jeleniej Góry i Nowego Świątowa, aplitów w Sudetach Wschodnich oraz leukoporfirów Trójgarbu. Uzasadniona też jest potrzeba dokładniejszego zbadania innych odmian skał, które z reguły wykazują wyższe zawartości tlenków barwiących: ignimbrytów rejonu Bartnicy i Mieroszowa oraz gnejsów okolic Niemczy.

9.4.6. Bariery i ograniczenia

W regionie izerskim, w strefie leukogranitów Pogórza Izerskiego, do najważniejszych barier dla wykonania rekomendowanych prac należy ich konfliktowość z ustaleniami planów zagospodarowania przestrzennego. W rejonie Jeleniej Góry istotnym ograniczeniem dla prowadzenia dalszych badań i prac rozpoznawczych kopalin wysokopotasowych (Miedzianka–Mniszków) jest istnienie parku krajobrazowego i obszaru Natura 2000. Podobnie – w rejonie Trójgarbu, Bartnicy i Mieroszowa przeszkodą dla prac rozpoznawczych są ograniczenia środowiskowe: tereny leśne w granicach parku krajobrazowego i rozległego obszaru Natura 2000.

9.4.7. Wnioski

1. Rozpoznane w Polsce złoża kopalin skaleniowych są średniej jakości, a perspektywy odkrycia nowych, dużych złóż są ograniczone do miejsc już rozpoznanych badaniami wstępnymi.
2. Ze względów środowiskowych możliwości poszerzenia istniejącej bazy zasobowej są bardzo ograniczone. Najlepsze perspektywy udokumentowania nowych złóż, bez większej kolizji ze środowiskiem naturalnym, istnieją w dalszym ciągu w obszarach perspektywicznych (prognostycznych) Pogórza Izerskiego.
3. Przy braku odmian wysokopotasowych są realne szanse okonturowania nowego złoża w rejonie Niemczy (Kawia Góra), co wymaga podjęcia szczegółowych prac geologiczno-rozpoznawczych.
4. W okolicach Kalna i Nowego Świątowa, ze względu na rozległość rozpoznanego terenu i ograniczenia natury środowiskowej, dalsze prace powinny mieć charakter uszczegóławiający.
5. Ograniczenia środowiskowe, związane z istnieniem parków krajobrazowych i obszarów Natura 2000, znacznie utrudniają dalsze prace rozpoznawcze dla niektórych perspektywicznych kompleksów litologiczno-surowcowych (leukoporfiry, ignimbryty).

9.5. IŁY BIAŁO WYPALAJĄCE SIĘ, KAMIONKOWE I OGNIOTRWALE

9.5.1. Wstęp

Szeroka grupa iłów ceramicznych wykorzystywanych w przemyśle płytek ceramicznych, wyrobów sanitarnych, porcelitowych i kamionkowych oraz szamotowych materiałów ogniotrwałych cechuje się znacznym zróżnicowaniem cech jakościowych. Najczęściej głównym ich składnikiem ilastym jest kaolinit, choć dość częsty jest także udział illitu i w mniejszym stopniu – smektytów. Tradycyjnie wyróżnia się wśród nich trzy podstawowe grupy iłów, wydzielane ze względu na ich przydatność technologiczną: iły ogniotrwałe, iły białe względnie jasno wypalające się (porcelitowe, fajansowe) oraz iły kamionkowe. Podział ten nie może być jednak sztywny, bo przykładowo iły klasyfikowane podczas dokumentowania złóż jako iły ogniotrwałe, przydatne do produkcji szamotowych materiałów ogniotrwałych, mogą niekiedy znajdować zastosowanie także do produkcji płytek ceramicznych, wyrobów sanitarnych itp. O przydatności iłów ceramicznych w danej dziedzinie przemysłu ceramicznego decyduje zespół cech, nieco odmienny dla każdego zastosowania, m.in.: iły białe wypalające się – białość po wypaleniu w temperaturze 1200°C powyżej 60%, wytrzymałość na zginanie po wysuszeniu min. 0,6 MPa; iły ogniotrwałe – ogniotrwałość min. 1650°C; iły kamionkowe – nasiąkliwość po wypaleniu w 1200°C maks. 5%.

9.5.2. Kryteria bilansowości

Przed 1994 r. złoża iłów biało wypalających się dokumentowano wg zróżnicowanych, niekiedy bardzo rozbudowanych kryteriów bilansowości. W 1994 r. zostały wprowadzone tzw. zalecane kryteria bilansowości złóż kopalni, odrębne dla iłów biało wypalających się i kamionkowych, odrębne dla iłów ogniotrwałych. Analogiczne kryteria bilansowości złóż tych iłów znalazły się w Rozporządzeniu Ministra Środowiska w sprawie kryteriów bilansowości złóż kopalni (Dz. U. z 2001 r., Nr 153, poz. 1774, z późn. zm., tab. 9.5.1).

Tabela 9.5.1. Kryteria bilansowości złóż iłów biało wypalających się, kamionkowych i ogniotrwałych

Parametr	Jednostka	Iły białe wypalające się i kamionkowe	Iły ogniotrwałe
Maksymalna głębokość dokumentowania w przypadku eksploatacji podziemnej	m	200	200
Maksymalny stosunek grubości nadkładu do miąższości złoża (N/Z) w przypadku eksploatacji odkrywkowej	–	2	2
Minimalna miąższość złoża	m	2	1
Minimalna zawartość minerałów ilastych	%	40	–
Maksymalna zawartość CaCO ₃	%	2	–
Maksymalna zawartość ziaren o średnicy >2 mm	%	1	–
Maksymalna zawartość ziaren o średnicy >0,063 mm	%	–	10
Minimalna ogniotrwałość	°C	–	1610

9.5.3. Stan rozpoznania złóż udokumentowanych

W Polsce złoża kopalin ilastych biało wypalających się rozpoznano wyłącznie w utworach górnokredowych w niecce bolesławieckiej w rejonie Węglińca, Nowogrodźca i na południe od Bolesławca. Łączne zasoby 6 udokumentowanych tam złóż wynosiły wg stanu na koniec 2009 r. 59,6 mln t (tab. 9.5.2). W trzech złożach (Nowe Jaroszewice, Janina-Zachód i Janina I) udokumentowane są zasoby, z którego surowiec ilasty można otrzymać po szlamowaniu, przy uzysku ok. 30%. W pozostałych trzech złożach udokumentowano zasoby iłów w pokładach i soczewkach.

Złoża iłów ogniotrwałych w Polsce występują w trzech regionach: jaroszewskim koło Strzegomia, lubuskim koło Żar oraz Opoczno–Przysucha w północnym obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich. Największe znaczenie mają 4 złoża tzw. iłów jaroszewskich w utworach mioceńskich koło Strzegomia, na które przypada 80% krajowych zasobów iłów ogniotrwałych (tab. 9.5.2). W rejonie Żar występuje siedem niewielkich złóż iłów ogniotrwałych miopliocieńskich niskich gatunków, obecnie bez znaczenia praktycznego. W rejonie Opoczno–Przysucha w utworach dolnojurajskich udokumentowanych jest pięć złóż iłów ogniotrwałych przeciętnej jakości. Łączne zasoby iłów ogniotrwałych wynosiły wg stanu na koniec 2009 r. 54,9 mln t (tab. 9.5.2).

Tabela 9.5.2. Zasoby iłów biało wypalających się, kamionkowych i ogniotrwałych w wyróżnionych jednostkach stratygraficznych wg stanu na 31.12.2009 r.

Wyszczególnienie	Iły biało wypalające się		Iły kamionkowe		Iły ogniotrwałe	
	liczba złóż	zasoby bilansowe (mln t)	liczba złóż	zasoby bilansowe (mln t)	liczba złóż	zasoby bilansowe (mln t)
Triasowe iły północnego obrzeżenia Gór Świętokrzyskich	–	–	5	30,47	–	–
Jurajskie iły północnego obrzeżenia Gór Świętokrzyskich	–	–	4	27,56	5	7,68
Jurajskie iły monokliny śląsko-krakowskiej	–	–	1	1,30	–	–
Kredowe utwory ilasto-piaszczyste niecki bolesławieckiej	6	59,56	6	12,16	1	0,02
Mioceńskie iły regionu jaroszewskiego	–	–	2	4,67	4	43,98
Miopliocieńskie iły poznańskie regionu lubuskiego	–	–	4	6,55	7	3,24
Razem	6	59,56	22	82,71	17	54,92

Złoża iłów kamionkowych w północnym obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich związane są m.in. z czerwonymi iłami triasowymi rejonu Suchedniowa i Starachowic oraz jasnymi iłami dolnojurajskimi rejonu Skarżyska Kamiennej, Przysuchy i Opoczno–Żarnów (tab. 9.5.2). Na Dolnym Śląsku znane są złoża iłów kamionkowych wieku górnokredowego, współwystępujące ze wspomnianymi iłami biało wypalającymi się, złoża iłów wieku mioceńskiego

w rejonie Bolesławca i Nowogrodźca oraz złoża miopliocenijskich iłów poznańskich w rejonie Żar, Nowogrodźca i Brzegu Dolnego. Łączne zasoby iłów kamionkowych (udokumentowanych w tej grupie złóż) wynosiły wg stanu na koniec 2009 r. 82,7 mln t (tab. 9.5.2).

Surowcem o cechach iltu kamionkowego są także niektóre odmiany iłów udokumentowanych jako iltu ceramiki budowlanej, w tym iltu triasowe północnego obrzeżenia Gór Świętokrzyskich w rejonie Końskie–Opoczno oraz iltu poznańskie w rejonie Bolesławca i Żar.

9.5.4. Obszary oraz zasoby prognostyczne i perspektywiczne

Obszar niecki bolesławieckiej był bardzo szczegółowo badany pod kątem udokumentowania złóż iłów biało wypalających się i kamionkowych w utworach górnej kredy (santonu) oraz neogenu (miocenu). Zdecydowana większość obszarów badań zarówno w południowym, jak i północnym skrzydle niecki bolesławieckiej okazała się negatywna dla dokumentowania złóż iłów biało wypalających się i kamionkowych. Wyróżnić można jedynie trzy obszary prognostyczne i jeden perspektywiczny występowania górnokredowej kopaliny piaszczysto-ilastej do szlamowania w celu uzyskania surowca ilastego biało wypalającego się oraz jeden niewielki obszar prognostyczny iłów mioceńskich (fig. 9.5.1, tab. 9.5.3). W rejonie Strzegom–Środa Śląska, na podstawie badań z lat 80. ub. wieku, wyróżniono siedem obszarów prognostycznych (w tym jeden iłów ogniotrwałych i sześć – iłów kamionkowych) oraz dwa obszary perspektywiczne neogeńskich iłów kamionkowych. W północnym obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich obszary prognostyczne triasowych iłów kamionkowych wyznaczono w pobliżu miejscowości Grabownica, Marianów i Serbinów (fig. 9.5.2, tab. 9.5.3), a obszar perspektywiczny w pobliżu wsi Mularzów. W rejonie Szałasa na zachód od Suchedniowa wskazano dwa obszary perspektywiczne triasowych (retyk) iłów kamionkowych jasno wypalających się. Ze względu na grubość nadkładu są one przydatne tylko do eksploatacji podziemnej. Obszar prognostyczny jurajskich iłów kamionkowych wytypowano między Mroczkowem a Barwinkiem, a obszar perspektywiczny tych iłów wokół złoża Adamów (tab. 9.5.3).

9.5.5. Rekomendacje dalszych prac

Dla niektórych obszarów prognostycznych iłów biało wypalających się w niecce bolesławieckiej oraz iłów ogniotrwałych i kamionkowych w okręgu jaroszewskim obecny stopień rozpoznania jest na tyle wysoki, że wykonanie ograniczonej liczby dodatkowych otworów rozpoznawczych mogłoby być podstawą do udokumentowania złóż w kategorii C₂. Dotyczy to szczególnie obszarów prognostycznych iłów biało wypalających się (kopaliny piaszczysto-ilastej do szlamowania) na południe od Bolesławca. Zadanie to powinno jednak spoczywać na inwestorach zainteresowanych przyszłym zagospodarowaniem tych obszarów.

W odniesieniu do wyróżnionych obszarów prognostycznych i perspektywicznych iłów biało wypalających się, ogniotrwałych i kamionkowych rekomendowane jest naniesienie ich granic w miejscowych planach zagospodarowania przestrzennego odpowiednich gmin.

Tabela 9.5.3. Zasoby prognostyczne i perspektywiczne iłów biało wypalających się i kamionkowych

Nazwa obszaru	Województwo, powiat	Kopalina	Wiek formacji	Zasoby (mln t)
Zasoby prognostyczne:				
Grabownica	świętokrzyskie, Kielce	iły kamionkowe ¹	T ₃	18,90
Marianów	świętokrzyskie, Kielce	iły kamionkowe ¹	T ₃	37,00
Serbinów	świętokrzyskie, Kielce	iły kamionkowe ¹	T ₃	1,71
Mroczków–Barwinek	świętokrzyskie, Skarżysko-Kamienna	iły kamionkowe	J ₁	5,30
Ustronie–Jaroszowice	dolnośląskie, Bolesławiec	kopalina piaszczysto-ilasta do szlamowania	K ₂	62,00
Bolesławiec–Jaroszowice	dolnośląskie, Bolesławiec	kopalina piaszczysto-ilasta do szlamowania	K ₂	20,00
Nowogrodziec–Skąła	dolnośląskie, Bolesławiec	kopalina piaszczysto-ilasta do szlamowania	K ₂	45,20
Czerwona Woda SE	dolnośląskie, Zgorzelec	iły kamionkowe	M	0,50
Udanin	dolnośląskie, Środa Śląska	iły ogniotrwałe	N	56,90
Udanin	dolnośląskie, Środa Śląska	iły kamionkowe	N	193,80
Ujazd Dolny	dolnośląskie, Środa Śląska	iły kamionkowe	N	4,20
Strzelce	dolnośląskie, Świdnica	iły kamionkowe	N	1,16
Pyszczyń	dolnośląskie, Świdnica	iły kamionkowe	N	2,40
Buków	dolnośląskie, Świdnica	iły kamionkowe	N	4,20
Maniów	dolnośląskie, Wrocław	iły kamionkowe	N	6,70
Razem				459,97
Zasoby perspektywiczne:				
Mularzów	świętokrzyskie, Kielce	iły kamionkowe ¹	T ₃	16,00
Szałas 1	świętokrzyskie, Skarżysko-Kamienna	iły kamionkowe	T ₃	30,00
Szałas 2	świętokrzyskie, Skarżysko-Kamienna	iły kamionkowe	T ₃	40,00
Adamów	świętokrzyskie, Starachowice	iły kamionkowe	J ₁	24,80
Parowa	dolnośląskie, Bolesławiec	iły biało wypalające się i kamionkowe	K ₂	5,20
Kosiska	dolnośląskie, Jawor	iły kamionkowe	N	16,50
Budziszów Mały–Karnice	dolnośląskie, Jawor	iły kamionkowe	N	62,20
Razem				194,70

¹ iły przydatne do produkcji ceramiki budowlanej, potencjalnie przydatne także do produkcji wyrobów kamionkowych

Zasoby prognostyczne iłó w biało wypalających się, kamionkowych i ogniotrwałych są ponad dwukrotnie większe od zasobów złóż udokumentowanych, a ilość zasobów perspektywicznych jest zbieżna z zasobami bilansowymi (tab. 9.5.4).

Tabela 9.5.4. Zasoby iłó w biało wypalających się, kamionkowych i ogniotrwałych łącznie wg stanu na 31.12.2009 r.

Jednostka surowcowa	Liczba złó w	Zasoby bilansowe (mln t)	Liczba złó w	Zasoby prognostyczne (mln t)	Liczba złó w	Zasoby perspektywiczne (mln t)
Triasowe ily N obrzeżenia Gór Świętokrzyskich	5	30,47	3	57,61	3	86,00
Jurajskie ily N obrzeżenia Gór Świętokrzyskich	9	35,24	1	5,30	1	24,80
Jurajskie ily monokliny śląsko-krakowskiej	1	1,30	–	–	–	–
Kredowe utwory ilasto-piaszczyste niecki bolesławieckiej	13	71,74	3	127,20	1	5,20
Mioceńskie ily Dolnego Śląska	6	48,65	8	269,36	2	78,71
Miopliocieńskie ily poznańskie regionu dolnośląskiego	11	9,79	1	0,50	–	–
Razem	45	197,19	16	459,97	7	194,71

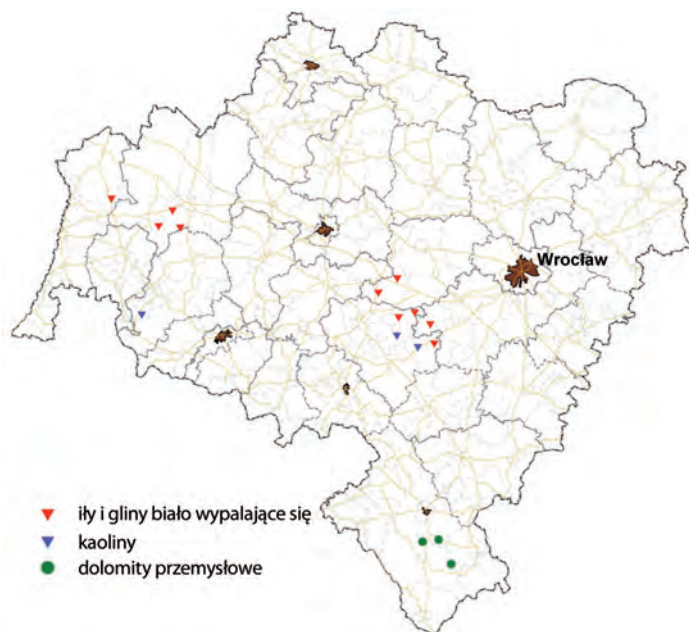


Figura 9.5.1. Obszary prognostyczne występowania iłó w i glin biało wypalających się, kaolinów oraz dolomitów przemysłowych w woj. dolnośląskim

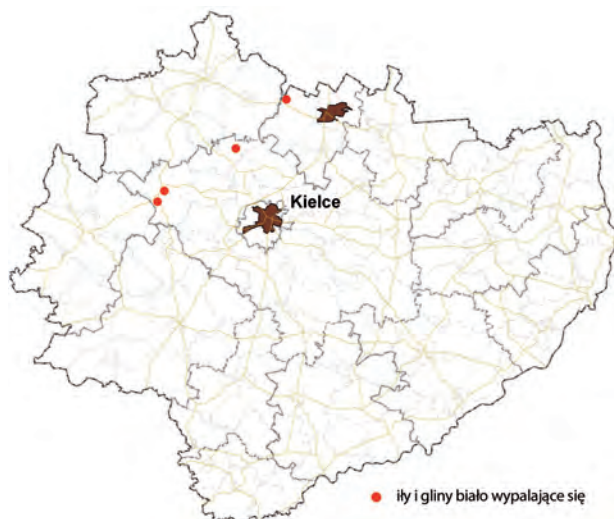


Figura 9.5.2. Obszary prognostyczne iłów i glin biało wypalających się w woj. świętokrzyskim

9.5.6. Bariery i ograniczenia

Obszary prognostyczne i perspektywiczne iłów biało wypalających się, ogniotrwałych i kamionkowych wyróżniono po wyłączeniu terenów zabudowanych i ważniejszych elementów infrastruktury, a także obszarów chronionych. Nie ma więc wobec nich zasadniczych ograniczeń wykluczających w przyszłości ich rozpoznanie i zagospodarowanie.

9.5.7. Wnioski

1. Polska jest krajem ubogim w złoża iłów biało wypalających się. Występują one wyłącznie w niecce bolesławieckiej. Zasobność Polski w złoża iłów ogniotrwałych i kamionkowych jest przeciętna. Występują one m.in. w rejonie Bolesławca, Jaroszoła i Żar na Dolnym Śląsku (iły górnokredowe, mioceni i mioplioceni) oraz w północnym obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich (iły triasowe i jurajskie).
2. Łączne zasoby iłów biało wypalających się i kopaliny piaszczysto-ilastej w 6 złożach udokumentowanych, wg stanu na 31.12.2009 r., wynosiły 59,6 mln t, zasoby iłów kamionkowych w 22 złożach w utworach triasowych, jurajskich, kredowych i neogeńskich wynosiły 82,7 mln t, natomiast iłów ogniotrwałych w 17 złożach w utworach jurajskich, kredowych i neogeńskich 54,9 mln t.
3. Zasoby prognostyczne kopaliny piaszczysto-ilastej do produkcji surowca ilastego biało wypalającego się w Polsce wynoszą 127,2 mln t (trzy obszary), iłów ogniotrwałych – 56,9 mln t (jeden obszar), a iłów kamionkowych – 275,9 mln t (11 obszarów).
4. Zasoby perspektywiczne kopaliny piaszczysto-ilastej do produkcji surowca ilastego biało wypalającego się w Polsce wynoszą 5,2 mln t (jeden obszar), a iłów kamionkowych – 189,5 mln t (6 obszarów).

9.6. KAOLINY

9.6.1. Wstęp

Kaoliny (w sensie petrograficznym) są skałami bogatymi w kaolinit, powstałymi w wyniku wietrzenia skał zasobnych w minerały glinokrzemianowe (skalenie, miki), głównie magmowych (granity). Udział kaolinitu powinien wynosić co najmniej 15%. Kryterium to mogą również spełniać ility kaolinitowe oraz słabo zwięzłe piaskowce o lepszemu kaolinitowym, z których kaolinit jest wydzielany na drodze płukania i szlamowania. Kopaliny wykorzystywane w stanie surowym i kaolin szlamowany powinny charakteryzować się stopniem białości ponad 70%. Ważnym kryterium oceny jakości kopaliny kaolinowej jest uzysk frakcji drobnociarnistych w procesie szlamowania, np. frakcji <20 µm ponad 12%. Kaoliny w stanie surowym są na niewielką skalę wykorzystywane do produkcji materiałów ogniotrwałych. Podstawowe znaczenie surowcowe mają kaoliny szlamowane. Uzyskuje się je przez przeróbkę kaolinów pierwotnych lub wtórnych, a także piasków i piaskowców kaolinitowych.

Kopaliny kaolinowe występują w Polsce jedynie na Dolnym Śląsku, w złożach trzech typów genetycznych: rezydualnych i wietrzeniowych (kreda–miocen), osadowych kopaliny kaolinitowych (neogen) oraz osadowych piaskowców kaolinitowych (górna kreda).

9.6.2. Kryteria bilansowości

Przed 1994 r. dokumentowano złoża kaolinów do głębokości 100 m pod nadkładem do 40 m. Stosowano także podział kopaliny kaolinowej na trzy zasadnicze typy w zależności od możliwych zastosowań surowcowych: ogniotrwały, ceramiczny i papierniczy. W 1994 r. zostały wprowadzone tzw. zalecane kryteria bilansowości złóż kopaliny. W przypadku złóż kopaliny kaolinowej dotyczyły one brzeżnych wartości miąższości złoża i N/Z oraz średnich ważonych zawartości kaolinitu i sumarycznej zawartości $Fe_2O_3+TiO_2$ w profilu złoża. Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska w sprawie kryteriów bilansowości złóż kopaliny (Dz. U. z 2001 r., Nr 153, poz. 1774, z późn. zm.) obowiązują uproszczone kryteria bilansowości dla złóż kopaliny kaolinowej, w których usunięto kryterium odnoszące się do udziału $Fe_2O_3+TiO_2$ (tab. 9.6.1). Nie uwzględniają one w pełni specyficznych wymogów stawianych surowcom kaolinowym, a zwłaszcza uzysku frakcji drobnociarnistych <40 µm i <20 µm w procesie szlamowania.

Tabela 9.6.1. Kryteria bilansowości złóż kopaliny kaolinowej

Parametr	Jednostka	Wartość brzeżna
Minimalna miąższość złoża	m	2
Maksymalny stosunek grubości nadkładu do miąższości złoża (N/Z)	–	2
Minimalna średnia ważona zawartość kaolinitu w profilu złoża	%	25 (15*)

* dotyczy zasobów pozabilansowych

9.6.3. Stan rozpoznania złóż udokumentowanych

W Polsce kaoliny tworzą złoża pierwotne (rezydualne) i wtórne (osadowe) wieku neogeńskiego i kredowego. Złoża pierwotne (rezydualne) lokują się w płatach pokryw zwietrzelinowych w obszarach masywów granitowych: strzegomskiego, strzelińskiego, łuzycznego i na Pogórzu Izerskim. W masywie strzegomskim znajduje się sześć udokumentowanych złóż, a w rejonie strzelińskim – tylko jedno złoże. Łączne zasoby złóż rezydualnych wynosiły 44,3 mln t (wg stanu na 31.12.2009 r.), tj. około 21% krajowych zasobów złóż kaolinu. Złoża kaolinów osadowych (wtórnych) wieku neogeńskiego występują na obrzeżu masywów granitowych, głównie w zachodniej części masywu strzegomskiego i w jego otoczeniu, gdzie udokumentowano trzy złoża o łącznych zasobach 64,7 mln t, co stanowi ok. 30% zasobów łącznych. Złoża osadowe piaskowców kaolinitowych wieku kredowego znajdują się w niecce bolesławieckiej, w rejonie Nowogrodźca oraz Węglińca. Spośród trzech udokumentowanych na tym obszarze złóż o zasobach 104,2 mln t (49% zasobów krajowych), tylko jedno – Maria III – jest obecnie zagospodarowane. Złoża tych piaskowców mają obecnie podstawowe znaczenie gospodarcze jako źródło surowca kaolinowego. Do złóż kopalin kaolinowych zakwalifikowano również niewielkie złoże (480 tys. t zasobów bilansowych) zwietrzelin bazaltowych o charakterze halozytowym Dunino k. Legnicy, na niewielką skalę eksploatowane od 2003 r. (tab. 9.6.3).

9.6.4. Obszary oraz zasoby prognostyczne i perspektywiczne

Obszary prognostyczne i perspektywiczne występowania kaolinów znajdują się w okolicach złóż udokumentowanych na Dolnym Śląsku, tj. w rejonie strzegomsko-świdnickim, izerskim, strzelińskim i bolesławiecko-zgorzeleckim. W wyniku prac geologicznych prowadzonych w latach 1994–2004 wielkość zasobów prognostycznych kaolinów oszacowana została na około 38,44 mln t, a perspektywicznych na około 51,67 mln t (tab. 9.6.2, fig. 9.5.1).

Tabela 9.6.2. Zasoby prognostyczne i perspektywiczne kaolinów

Nazwa obszaru	Województwo, powiat	Wiek formacji	Zasoby (mln t)
1	2	3	4
Zasoby prognostyczne:			
Rejon strzegomsko-świdnicki:			
Żarów	dolnośląskie, Świdnica	N	16,80
Kalno	dolnośląskie, Świdnica	N	2,50
Szczepanów	dolnośląskie, Świdnica	N	18,30
Rejon izerski:			
Kamień	dolnośląskie, Lwówek Śląski	N	0,84
Razem			38,44
Zasoby perspektywiczne:			
Rejon strzegomsko-świdnicki:			
Dzierzków	dolnośląskie, Świdnica	N	0,66 (min.)
Roztoka (N)	dolnośląskie, Świdnica	N	0,39 (min.)

Tabela 9.6.2. (cd.)

1	2	3	4
Roztoka (S)	dolnośląskie, Świdnica	N	0,57 (min.)
Siekierzyce (Stefania)	dolnośląskie, Jawor	N	0,36 (min.)
Niedaszów (Krystyna)	dolnośląskie, Jawor	N	2,20 (min.)
Rejon bolesławiecko-zgorzelecki:			
Czerwona Woda	dolnośląskie, Lwówek Śląski	K ₂	40,00
Czerwona Woda (SW)	dolnośląskie, Lwówek Śląski	K ₂	nie określono
Rejon strzeliński			
Kaczów	dolnośląskie, Strzelin	N	3,30
Strzelin	dolnośląskie, Strzelin	N	3,40
Inne rejony			
Mikołajowice (W)	dolnośląskie, Legnickie Pole	N	0,22 (min.)
Mikołajowice (E)	dolnośląskie, Legnickie Pole	N	0,57 (min.)
Razem			51,67

K₂ – kreda górna, N – neogen

Zasoby prognostyczne kopalin kaolinowych są niewielkie i stanowią niespełna 20% zasobów udokumentowanych, a zasoby perspektywiczne są nieznacznie większe (tab. 9.6.3).

Tabela 9.6.3. Zasoby kopalin kaolinowych wg stanu na 31.12.2009 r.

Jednostka surowcowa	Liczba złóż	Zasoby bilansowe (mln t)	Liczba złóż	Zasoby prognostyczne (mln t)	Liczba złóż	Zasoby perspektywiczne (mln t)
Kaoliny pierwotne (rezydualne)	7	44,37	4	38,44	4	7,49
Kaoliny osadowe (wtórne)	3	64,64	–	–	5	4,18
Piaskowce kaolinitowe	3	104,19	–	–	2	40,00
Zwierzelina haloizytowa	1	0,48	–	–	–	–
Razem	14	213,68	4	38,44	11	51,67

9.6.5. Rekomendacje dalszych prac

Dla trzech obszarów prognostycznych kaolinów w rejonie Świdnicy, w tym w szczególności dwóch obszarów w pobliżu udokumentowanego złoża kaolinu Antoni (Kalno), tj. Żarów i Kalno, obecny stopień rozpoznania jest na tyle wysoki, że wykonanie ograniczonej liczby dodatkowych otworów rozpoznawczych mogłoby być podstawą do udokumentowania złóż w kategorii C₂.

Dla wyróżnionych obszarów prognostycznych i perspektywicznych kaolinów rekomendowane jest naniesienie ich granic w miejscowych planach zagospodarowania przestrzennego odpowiednich gmin.

9.6.6. Bariery i ograniczenia

Obszary prognostyczne i perspektywiczne kaolinów wyznaczono po wyłączeniu terenów zabudowanych oraz obszarów chronionych. Nie ma więc wobec nich zasadniczych ograniczeń wykluczających w przyszłości ich rozpoznanie i zagospodarowanie, choć pewnym ograniczeniem może być w niektórych przypadkach obecność gleb wysokich klas bonitacyjnych.

9.6.7. Wnioski

1. Polska jest krajem średnio zasobnym w złoża kopalin kaolinowych, które występują wyłącznie na Dolnym Śląsku. Łączne ich zasoby w 14 złożach udokumentowanych, wg stanu na 31.12.2009 r. wynoszą 214,2 mln t, w tym 44,3 mln t w siedmiu złożach kaolinów pierwotnych (rezydualnych), 64,7 mln t w trzech złożach kaolinów wtórnych (osadowych), 104,7 mln t w trzech złożach piaskowców kaolinitowych i 0,5 mln t w jednym złożu zwietrzliny haloizytowej.
2. Zasoby prognostyczne kopalin kaolinowych w Polsce są oceniane na 38,44 mln t i występują głównie w rejonie strzegomsko-świdnickim. Zasoby perspektywiczne kopalin kaolinowych wynoszą 51,67 mln t, koncentrując się głównie w rejonie Węglińca (Czerwona Woda) oraz w rejonie strzegomsko-świdnickim i strzelińskim.

9.7. DOLOMITY PRZEMYSŁOWE

9.7.1. Wstęp

Dolomity są typowymi kopalinami wielosurowcowymi. W zależności od składu chemicznego i właściwości fizycznych znajdują różnorodne zastosowanie w przemyśle szklar-skim, materiałów ogniotrwałych, hutnictwie żelaza, rzadziej wapienniczym i chemicznym, ale także do produkcji kruszyw łamanych, kamieni budowlanych oraz w rolnictwie (nawozy). Mączki dolomitowe do produkcji szkła muszą spełniać bardzo wysokie wymagania jakościowe, przy zawartości Fe_2O_3 poniżej 0,4%. Warunek ten spełniają tylko niektóre odmiany dolnośląskich marmurów dolomitowych. Dolomity w formie surowej, pod warunkiem spełnienia właściwych wymogów w zakresie składu chemicznego (niski udział SiO_2 i Al_2O_3 , przy nieznaczącej zawartości Fe_2O_3), mogą znajdować zastosowanie jako topnik w procesie wielkopieczowym w hutnictwie żelaza. W formie surowej nie są natomiast przydatne w przemyśle materiałów ogniotrwałych, choć są surowcem wyjściowym do otrzymywania odpowiednich gatunków dolomitu prażonego.

Polska jest krajem zasobnym w skały dolomitowe. Tworzą one często serie występujące na znacznych obszarach. W granicach dokumentowanych złóż, w zależności od zmienności parametrów jakościowych kopaliny, wydzielane są niekiedy obszary przydatne do odmiennych zastosowań (np. zasoby dolomitów przemysłowych, dolomitów do produkcji kruszyw łamanych itp.). Zasadnicze znaczenie mają: prekambryjskie marmury dolomitowe w Sudetach, dolomity środkowodewońskie i triasowe regionu śląsko-krakowskiego oraz dolomity środkowego dewonu w Górach Świętokrzyskich.

9.7.2. Kryteria bilansowości

Głównymi kryteriami bilansowości według Rozporządzenia Ministra Środowiska w sprawie kryteriów bilansowości złóż kopalin (Dz. U. z 2001 r., Nr 153, poz. 1774, z późn. zm.) stosowanymi dla złóż dolomitów przemysłowych są: maksymalna głębokość dokumentowania, minimalna miąższość złoża, stosunek grubości nadkładu do miąższości złoża oraz minimalna zawartość MgO (tab. 9.7.1). Dodatkowo kopalina powinna spełniać wymagania jakościowe w zakresie zawartości MgO, Fe_2O_3 , Al_2O_3 , SiO_2 , by określić jej przydatność w określonym kierunku zastosowania przemysłowego.

Tabela 9.7.1. Kryteria bilansowości złóż dolomitów przemysłowych

Parametr	Jednostka	Wartość brzeżna
Maksymalna głębokość dokumentowania	m	60
Minimalna miąższość złoża	m	15
Maksymalny stosunek grubości nadkładu do miąższości złoża (N/Z)	–	0,2
Minimalna zawartość MgO	%	15

9.7.3. Stan rozpoznania złóż udokumentowanych

Złoża dolomitów przemysłowych dla hutnictwa żelaza, przemysłu materiałów ogniotrwałych oraz przemysłu ceramicznego udokumentowano w utworach prekambryjskich, dewońskich i triasowych, przy czym największy udział mają zasoby dolomitów triasowych (tab. 9.7.3). Zasoby 12 złóż udokumentowanych jako złoża dolomitów przemysłowych wg stanu na 31.12.2009 r. wynosiły 350,68 mln t. Występują głównie w regionie śląsko-krakowskim (11 złóż dla przemysłu hutniczego i materiałów ogniotrwałych), tylko jedno – na Dolnym Śląsku (złoże marmuru dolomitowego Rędziny dla przemysłu szklarskiego). Liczne złoża o stwierdzonej lub potencjalnej przydatności kopaliny jako dolomitu przemysłowego udokumentowane są jako dolomity lub marmury dolomitowe dla drogownictwa i budownictwa. Zaliczyć tu należy kilkanaście złóż marmurów dolomitowych i dolomitowo-kalcytowych w rejonie Kłodzka oraz kilka złóż dolomitów triasowych lub dewońskich w regionie śląsko-krakowskim.

9.7.4. Obszary oraz zasoby prognostyczne i perspektywiczne

Ocenę zasobów perspektywicznych dolomitów przemysłowych w Polsce dokonano biorąc pod uwagę możliwości udokumentowania dolomitów przydatnych dla przemysłu szklarskiego, materiałów ogniotrwałych lub hutnictwa żelaza. Oszacowane zasoby grupują się w dwóch regionach złożowych: kłodzkim na Dolnym Śląsku (fig. 9.5.1, tab. 9.7.2) – marmury dolomitowe dla przemysłu szklarskiego, oraz śląsko-krakowskim – dolomity dla przemysłu materiałów ogniotrwałych i hutnictwa.

Marmury i marmury dolomitowe występują w paśmie Krowiarek na południowy wschód od Kłodzka w formie soczewek, w trzech strefach: 1) marmurów dolomitowych synkliny Mielnik–Waliszów z udokumentowanymi złożami Nowy Waliszów–Soczewka C i Nowy Waliszów–Soczewka D oraz obszarami prognostycznymi i perspektywicznymi; 2) marmurów dolomitowo-kalcytowych synkliny Żelazna z udokumentowanymi złożami Wapniarka, Słupiec, Romanowo Górne, Romanowo–Waliszów oraz obszarami perspektywicznymi i prognostycznymi; 3) marmurów dolomitowych synkliny Romanowa z udokumentowanym złożem Ołdrzychowice–Romanowo oraz obszarem prognostycznym. Ogółem wyróżniono 9 obszarów prognostycznych z łącznymi zasobami 129,8 mln t oraz 3 obszary perspektywiczne z łącznymi zasobami 27,0 mln t (tab. 9.7.2). W regionie śląsko-krakowskim perspektywy występowania nowych złóż dotyczą wyłącznie dolomitów triasowych. Zasoby prognostyczne określono dla dwóch obszarów: obszar Ciężkowice S w pobliżu złoża Jaworzno–Ciężkowice oraz obszar Imielin w najbliższym sąsiedztwie eksploatawanego złoża Imielin (fig. 8.6.6, tab. 9.7.2).

Tabela 9.7.2. Zasoby prognostyczne i perspektywiczne marmurów dolomitowych

Obszar	Województwo, powiat	Kopalina	Wiek formacji	Zasoby (mln t)
Zasoby prognostyczne:				
Mielnik 1	dolnośląskie, Kłodzko	marmury dolomitowe	Pcm	12,18
Mielnik 2	dolnośląskie, Kłodzko	marmury dolomitowe	Pcm	3,34
Piotrowice 1	dolnośląskie, Kłodzko	marmury dolomitowe	Pcm	19,35
Piotrowice 2	dolnośląskie, Kłodzko	marmury dolomitowe	Pcm	10,01
Nowy Waliszów 1	dolnośląskie, Kłodzko	marmury dolomitowe	Pcm	7,51
Nowy Waliszów 2	dolnośląskie, Kłodzko	marmury dolomitowe	Pcm	9,17
Nowy Waliszów 3	dolnośląskie, Kłodzko	marmury dolomitowe	Pcm	17,85
Romanowo 1	dolnośląskie, Kłodzko	marmury dolomitowe i kalcytowe	Pcm	25,02
Romanowo 2	dolnośląskie, Kłodzko	marmury dolomitowe	Pcm	25,35
Ciężkowice S	śląskie, Jaworzno	dolomity diploporowe	T	93,00
Imielin	śląskie, Tychy	dolomity diploporowe, dolomity kruszczońskie	T	43,60
Razem				266,38
Zasoby perspektywiczne:				
Piotrowice	dolnośląskie, Kłodzko	marmury dolomitowe	Pcm	6,17
Romanowo 1	dolnośląskie, Kłodzko	marmury dolomitowe i kalcytowe	Pcm	10,01
Romanowo 2	dolnośląskie, Kłodzko	marmury dolomitowe i kalcytowe	Pcm	10,84
Razem				27,02

T – trias, Pcm – prekambryj

Łączne zasoby prognostyczne i perspektywiczne dolomitów przemysłowych są nieznacznie niższe od zasobów udokumentowanych (tab. 9.7.3).

Tabela 9.7.3. Zasoby dolomitów przemysłowych wg stanu na 31.12.2009 r.

Wiek utworów	Liczba złóż	Zasoby bilansowe (mln t)	Liczba złóż	Zasoby prognostyczne (mln t)	Liczba złóż	Zasoby perspektywiczne (mln t)
Prekambryj	1	13,04	9	129,77	3	27,02
Dewon + trias	1	95,44	–	–	–	–
Trias	10	242,20	2	136,60	–	–
Razem	12	350,68	11	266,37	3	27,02

9.7.5. Rekomendacje dalszych prac

W rejonie Kłodzka występuje 12 złóż marmurów dolomitowych i dolomitowo-kalcytowych, udokumentowanych w grupie złóż kamieni łamanych i blocznych. Stąd zasadniczo nie ma w chwili obecnej potrzeby uszczegóławiających prac rozpoznawczych w wydzielonych obszarach prognostycznych i perspektywicznych marmurów dolomitowych w tym regionie, podobnie jak dla dwóch wydzielonych obszarów prognostycznych dolomitów triasowych w regionie śląsko-krakowskim.

Dla wyróżnionych obszarów prognostycznych i perspektywicznych dolomitów przemysłowych rekomendowane jest naniesienie ich granic w miejscowych planach zagospodarowania przestrzennego odpowiednich gmin.

9.7.6. Bariery i ograniczenia

Dla obszarów prognostycznych i perspektywicznych dolomitów przemysłowych nie ma zasadniczych ograniczeń wykluczających w przyszłości ich rozpoznanie i zagospodarowanie. Dla marmurów dolomitowych w rejonie Kłodzka ograniczeniem może być ich występowanie – częściowo – w obrębie zwartych kompleksów leśnych i w obszarze Natura 2000 „Pasma Krowiarek”.

9.7.7. Wnioski

1. Polska jest krajem dość zasobnym w złoża dolomitów przemysłowych. Łączne ich zasoby w 12 złożach udokumentowanych wg stanu na 31.12.2009 r. wynosiły 350,68 mln t, przy czym 11 złóż jest udokumentowanych w regionie śląsko-krakowskim.
2. Zasoby prognostyczne dolomitów przemysłowych w Polsce są oceniane na 266,37 mln t, w tym 129,77 mln t marmurów dolomitowych w 9 obszarach na Dolnym Śląsku oraz 136,60 mln t dolomitów triasowych w dwóch obszarach w regionie śląsko-krakowskim. Zasoby perspektywiczne dolomitów przemysłowych wynoszą 27,02 mln t w trzech obszarach perspektywicznych marmurów dolomitowych na Dolnym Śląsku.

9.8. MAGNEZYTY

9.8.1. Wstęp

Złoża magnezytu znane są w kraju jedynie z obszaru Dolnego Śląska, gdzie występują w obrębie masywów serpentynitowych. Masywy te odsłaniają się na powierzchni w okolicach Sobótki i Ząbkowic Śląskich jako część kompleksu ofiolitowego w obrzeżeniu bloku sowiogórskiego.

Magnezyty są produktem kenozoicznych procesów hipergenicznych. Mineralizacja magnezytowa występuje w brzeźnych partiach masywów, w przeobrażonych serpentynitach, poniżej strefy intensywnego wietrzenia i sięga do głębokości około 200 m. Najczęściej przybiera formę sieci żył i żyłek o miąższości od kilku do kilkudziesięciu centymetrów w przypowierzchniowych strefach poszczególnych masywów. Rzadziej żyły osiągają grubość kilku metrów przy długości kilkudziesięciu metrów, a sporadycznie – długość ponad 100 m i nabrzmiewają do 4 m grubości.

9.8.2. Kryteria bilansowości

W myśl obowiązujących kryteriów bilansowości wprowadzonych Rozporządzeniem Ministra Środowiska w sprawie kryteriów bilansowości złóż kopalin (Dz. U. z 2001 r., Nr 153, poz. 1774, z późn. zm.) jako wartości brzeźne ustalono: maksymalną głębokość dokumentowania 150 m; maksymalny stosunek nadkładu do miąższości złoża 0,5; minimalną miąższość strefy złożowej 2 m; minimalny uzysk magnezytu z profilu serii złożowej 4% wag (tab. 9.8.1). Ponadto bilansowe partie złoża magnezytu do wyrobów ogniotrwałych powinny cechować się zasobnością (w żyłach o miąższości ponad 5 cm) co najmniej 15%, przy maksymalnej zawartości SiO₂ 8% i minimalnej zawartości MgO 40%. Dla złóż magnezytów do produkcji nawozów zawartość MgO związanego w magnezycie, w skale magnezytonośnej, określa się na minimum 35%. Swoistym problemem przy wykorzystywaniu surowca magnezowego do celów przemysłowych, a także w procesach jego przeróbki, jest obecność w skałach serpentynitowych minerałów z grupy azbestów.

Tabela 9.8.1. Kryteria bilansowości dla magnezytów

Parametr	Jednostka	Wartość brzeźna
Maksymalna głębokość dokumentowania	m	150
Maksymalny stosunek N/Z	m	0,5
Minimalna miąższość strefy złożowej	m	2,0
Minimalny uzysk magnezytu z profilu serii złożowej	% wagowy	4,0
Minimalna zawartość MgO w magnezycie	%	35

9.8.3. Stan rozpoznania złóż udokumentowanych

Magnezyt w udokumentowanych złożach jest skrytokrystaliczny, masywny i zbity. Zawiera znaczną niekiedy domieszkę krzemionki (do 10%) w postaci opalu, chalcedonu lub

kwarcu. Zmienna barwa kopaliny, biała, żółta lub różowa, związana jest z kolei z występowaniem Fe_2O_3 , w ilości od poniżej 1 do 2–3%.

Udokumentowane złoża (tab. 9.8.2) grupują się w trzech masywach serpentynitowych. Mineralizacja magnezytowa w masywie Gogołów–Jordanów występuje w jego zachodniej części, w strefie o szerokości od 200 do 750 m, na długości około 4,5 km. Rozpoznano tu przede wszystkim zapadające niezbyt stromo grube żyły o miąższości do 4 m i długości od kilkunastu do 200 m. Żyły cienkie są liczne, lecz dużo krótsze, natomiast żyły siatkowe występują w całym masywie. Mineralizacja sięga 150 m w głąb serpentynitów i skał talkowych, jej intensywność wynosi około 16%, a miąższość strefy złożowej od 30 do 90 m.

Zaniechane dziś złożo Wiry rozpoznano do głębokości 123,5 m. Surowiec przeznaczano do produkcji magnezytu kalcynowanego. Wobec dużej konkurencyjności magnezytu importowanego i pogarszających się warunków podziemnej eksploatacji kopalnię zamknięto w 1997 r. Pozostałe dwa niezagospodarowane złoża: Wiry–Gogołów i Wiry–Tapadła rozpoznano wstępnie. W obu złożach zawartość magnezytu w żyłach jest znaczna, przy stosunkowo niskiej zawartości SiO_2 .

Tabela 9.8.2. Zasoby magnezytu wg stanu na 31.12.2009 r.

Województwo	Zasoby (mln t)			
	liczba złóż	bilansowe	liczba złóż	perspektywiczne
Dolnośląskie	6	14,7	3	3,25

W masywie Szklar magnezyt występuje w złożu rud niklu (jako kopalina towarzysząca) oraz w serpentynitach w otoczeniu tego złoża. Kopalina ze złoża Szklary zalega w formie kilku żył o grubości do 0,15 m lub też w formie siatkowej, poniżej strefy nikłonośnej.

Ultrabazytowy masyw Grochowa–Braszowice, porożcinany apofizami skał gabrowych, jest dość dobrze rozpoznany wierceniami i robotami górniczymi. Znaczenie przemysłowe ma mineralizacja magnezytowa w dwóch obszarach: w południowej części Wzgórz Grochowskich i na wzgórzu Braszowic. Strefa mineralizacji ma miąższość od kilku do 140 m. Najbardziej intensywna mineralizacja (zawartość magnezytu w serii bilansowej do ponad 30%) występuje na głębokości 150 i do 200 m, w głąb zanika. Część górotworu jest silnie użyłona w formie siatkowej.

Eksploatowane obecnie odkrywkowo złożo Braszowice było wielokrotnie dokumentowane. Urobek po wzbogaceniu (koncentrat o zawartości MgO do 43%) jest wykorzystywany w różnych kierunkach: aktualnie przede wszystkim do produkcji wieloskładnikowych nawozów sztucznych. Niezagospodarowane złożo Grochów zostało rozpoznane wstępnie. Mineralizacja ma formę żyłowo-siatkową, a jej intensywność wynosi około 11%. Parametry jakościowe kopaliny, przydatnej dla produkcji materiałów ogniotrwałych, są porównywalne do parametrów kopaliny ze złoża Braszowice.

9.8.4. Obszary oraz zasoby prognostyczne i perspektywiczne

Stopień rozpoznania mineralizacji magnezytowej jest dość dobry, choć nie jest równomierny. Najlepiej rozpoznany i udokumentowany jest masyw Grochowa–Braszowice, najslabiej wschodnia część masywu Gogołów–Jordanów. Najbardziej perspektywiczne dla dalszych

poszukiwań są brzeżne partie masywów, w których proces serpentynizacji jest znacznie zaawansowany lub też zupełnie zakończony. Bezpośrednim wskaźnikiem jest zabarwienie zwietrzliny. Charakterystyczna dla potencjalnej mineralizacji jest rdzawa i rdzawożółta barwa minerałów wtórnych, a także obecność spękań i szczelin, co sprzyja mineralizacji o formie siatkowej. Stwierdzono również, że mineralizacja jest najbardziej intensywna w najniższych partiach zwietrzałych stref serpentynitów i zanika na granicy zwietrzliny i serpentynitu zsylikowanego. Natężenie mineralizacji jest większe w pobliżu kontaktów serpentynitu z granitami, granodiorytami i skałami gabrowymi, słabe zaś na kontakcie z gnejsami. Obszar perspektywiczny w masywie Gogołów–Jordanów należy wiązać z rejonem występowania zmienionych serpentynitów na wschód od miejscowości Świątniki, a także na zachód i południowy zachód od Gogołowa, gdzie obok zmienionych serpentynitów występują zserpentynizowane perydotyty. Szacunkowe zasoby perspektywiczne w tym obszarze określono na około 1,8 mln ton.

Obszar perspektywiczny w masywie Szklar zlokalizowany jest w północnej oraz w środkowej – nieobjętej dokumentacją – partii masywu, gdzie w pobliżu kontaktu z granodiorytami występują zmienione serpentynity. Zasoby perspektywiczne tego rejonu oszacowano na 0,6 mln ton magnezytów.

W obrębie masywu Grochowa–Braszowice bliżej nierozpoznane perspektywy zasobowe występują w dwóch rejonach. W północno-wschodniej części Wzgórz Grochowskich (w rejonie wsi Tarnów i Braszowice) stwierdzono pojedyncze żyły magnezytu o miąższości do 1 m oraz występowanie zmienionego serpentynitu, zmineralizowanego magnezytem siatkowym. Zasoby perspektywiczne określono tu na około 0,85 mln ton magnezytów. Z kolei na zachód od wzniesienia Mnich, w pobliżu sudeckiego uskoku brzeżnego w rejonie wsi Mikołajów i Budzów-Kolonia, stwierdzono magnezyt siatkowy i w formie cienkich żył w obrębie zmienionych serpentynitów na kontakcie z gabrami. Ze względu na naturalną, znaczną zmienność mineralizacji magnezytowej w tym ostatnim rejonie trudno określić wielkość możliwych do odkrycia zasobów.

9.8.5. Rekomendacja dalszych prac

Jak wynika z przeglądu materiałów archiwalnych, najlepsze jakościowo i stosunkowo miąższe żyły magnezytów w poszczególnych masywach zostały wyeksploatowane. W obszarach perspektywicznych – pomijając nierównomierny stopień ich rozpoznania – nie należy spodziewać się większych koncentracji kopaliny dobrej jakości. Ze względu na znaczne zasoby kopaliny magnezytowej o stosunkowo miernej jakości w udokumentowanym w kategorii C₁ i od szeregu lat eksploatowanym złożu magnezytu Braszowice (ponad 4 mln ton zasobów przemysłowych), nie rekomenduje się obecnie prowadzenia prac poszukiwawczych. Pozostałe, wstępnie rozpoznane złoża magnezytu o podobnych parametrach jakościowych skupiają zasoby w ilości niemal 11 mln ton, co powinno zapewnić wieloletnią produkcję.

9.8.6. Bariery i ograniczenia

Krajowe magnezyty w znikomym stopniu są wykorzystywane przez głównego użytkownika surowców magnezytowych – przemysł materiałów ogniotrwałych. Wynika to ze słabej jakości kopaliny magnezytowej (zbyt wysoka zawartość SiO₂ i jednocześnie obecność CaO).

Po wyprażeniu teoretycznie możliwe było uzyskanie magnezytów o zawartości nieco powyżej 80% MgO. Pogarszająca się jakość kopaliny, przy rosnących wymaganiach przemysłu i konkurencyjności surowców importowanych (głównie z Chin, Brazylii i ze Słowacji) spowodowały zaniechanie produkcji komponentów dla przemysłu hutniczego. Niska jakość kopaliny – zarówno w eksploatowanym złożu, jak i w obszarach perspektywicznych – jest główną barierą rozwoju krajowego górnictwa magnezytów.

Obecnie niemal wyłącznym zastosowaniem magnezytu z jedyne go eksploatowanego złoża w Braszowicach stała się produkcja nawozów magnezowych.

9.8.7. Wnioski

1. Polska jest krajem niezbyt zasobnym w złoża magnezytu; szczególnie brak jest kopaliny o lepszych parametrach jakościowych, umożliwiających zaspokojenie wymagań przemysłu materiałów ogniotrwałych.
2. Łączne zasoby magnezytu w 6 udokumentowanych w kategorii C₁ i C₂ złożach, zlokalizowanych w regionie dolnośląskim, według stanu na 31.12.2009 r., wynoszą 14,7 mln ton.
3. Zasoby perspektywiczne, skupione w trzech masywach serpentynitowych Gogołów–Jordanów, Szklary i Grochowa–Braszowice oszacowano w rejonach lepiej rozpoznanych na około 3,25 mln ton kopaliny. Jedynie we wschodniej części ostatniego masywu nie określono wielkości zasobów perspektywicznych z uwagi na znaczną zmienność mineralizacji magnezytowej, wykształconej w postaci cienkich, siatkowych żył.

10. KOPALINY DLA OCHRONY ŚRODOWISKA

10.1. SKAŁA DIATOMITOWA

10.1.1. Wstęp

Diatomit jest porowatą skałą krzemionkową pochodzenia organicznego, złożoną głównie ze szczątków okrzemek. Charakteryzuje się małą gęstością przestrzenną, dużą porowatością i nasiąkliwością. W Polsce, w Karpatach, udokumentowano dotychczas 4 złoża diatomitu, ale ze względu na niską jakość kopaliny jest ona nazywana często „skałą diatomitową”. Skały te wieku górnego oligocenu – dolnego miocenu występują na obszarze płaszczowiny skolskiej w obrębie warstw menilitowych i warstw krośnieńskich.

Diatomity wykorzystywane są jako: nośniki, wypełniacze, materiały oczyszczające i filtrujące, np. jako pochłaniacze (sorbenty) substancji ropopochodnych oraz zanieczyszczeń wody i ścieków, składniki cegieł termicznych i materiałów izolacyjnych, w przemyśle chemicznym, hutnictwie szkła oraz jako dodatek przy cementacji otworów wiertniczych.

10.1.2. Kryteria bilansowości

Rozporządzenie Ministra Środowiska w sprawie kryteriów bilansowości złóż kopalin (Dz. U. z 2001 r., Nr 153, poz. 1774, z późn. zm.) określa następujące kryteria stawiane złożom diatomitów zestawione w tab. 10.1.1:

Tabela 10.1.1. Kryteria bilansowości dla diatomitów

Parametr	Jednostka	Wartość brzeżna
Maksymalna głębokość spagu złoża	m	20
Maksymalny stosunek grubości nadkładu i przerostów płonnych do miąższości złoża		2
Minimalna zawartość wolnego SiO ₂	%	70
Maksymalna gęstość przestrzenna	g/cm ³	1,5
Minimalna zawartość okrzemek	cm ³	40

10.1.3. Stan rozpoznania złóż udokumentowanych

W Polsce złoża skały diatomitowej znajdują się wyłącznie w województwie podkarpackim (tab. 10.1.2).

Tabela 10.1.2. Zasoby bilansowe skały diatomitowej wg stanu 31.12.2009 r.

Województwo	Liczba złóż	Zasoby (tys. t)	
		bilansowe	przemysłowe
podkarpackie	4	10 022,02	206,19

Złoża Kuźmina i Leszczawka – pole Kuźmina udokumentowano w obrębie górnych warstw krośnieńskich (oligocen), określanych jako poziom diatomitów z Leszczawki. Wychodnia tego poziomu ciągnie się wąskim pasem długości kilkunastu kilometrów w dolinie Leszczawki. W rejonie Birczy znajdują się dwa złoża diatomitów: Jawornik i Leszczawka pola Jaworowice–Borownica, którego eksploatacji zaniechano w 1990 roku. Złoże Jawornik wydzielono ze złoża Leszczawka pola Jaworowice–Borownica. Obejmuje ono strefę o najlepszej jakości kopaliny i jest eksploatowane od 1991 roku. Z punktu widzenia ochrony złóż, paleogeńsko-neogeńskie złoża skały diatomitowej Jawornik i Leszczawka pola Jaworowice–Borownica zaliczono do unikatowych w skali całego kraju, o wyjątkowej wartości użytkowej (klasa 1). Ze względów ochrony środowiska zaliczono je do złóż mało konfliktowych (klasa A), możliwych do eksploatacji bez ograniczeń.

10.1.4. Obszary oraz zasoby prognostyczne i perspektywiczne

Złoża skały diatomitowej występują jedynie w województwie podkarpackim (fig. 10.1.1). Ich wschodnie ciągną się pasem o szerokości od kilkudziesięciu do stu kilkudziesięciu metrów na odcinku od Kuźminy i Leszczawki na południowym wschodzie po Hutę Poręba w kierunku północno-zachodnim. W tej strefie wyznaczono obszar prognostyczny Dobrzanka–Borownica dla udokumentowania złóż diatomitów (tab. 10.1.3). Serię złożową stanowi stromo nachylony pokład diatomitowych skał krzemionkowych i krzemionkowo-ilastych z przerostami piaskowców. Miąższość serii złożowej wynosi średnio 50 m, zasoby szacunkowe wynoszą 11 mln ton. Jakość kopaliny może być podobna lub niższa niż w udokumentowanych złożach Leszczawka – pole Kuźmina i Kuźmina.

W zasięgu występowania diatomitów w rejonie Futomy wyznaczono obszary prognostyczne Borek Nowy i Futoma-Południe. Ogniwo z Futomy osiąga tu największą miąższość, dochodzącą do 20 m. W obszarze Futoma-Południe występuje uskok dzielący złoże prognostyczne na dwa pola: zachodnie i wschodnie. Dokładniejsze rozpoznanie pola wschodniego pozwoliło na oszacowanie jego zasobów na 200 tys. ton (150 tys. m³).

Zasoby kopaliny w obszarze prognostycznym Borek Nowy, oszacowane zgodnie z obowiązującymi kryteriami, wynoszą około 200 tys. ton (150 tys. m³).

Tabela 10.1.3. Zasoby prognostyczne skały diatomitowej

Nazwa obszaru prognostycznego	Województwo	Zasoby prognostyczne (tys. t)
Dobrzanka–Borownica	podkarpackie	11 000
Futoma-Południe	podkarpackie	200
Borek Nowy	podkarpackie	200
Razem		11 400

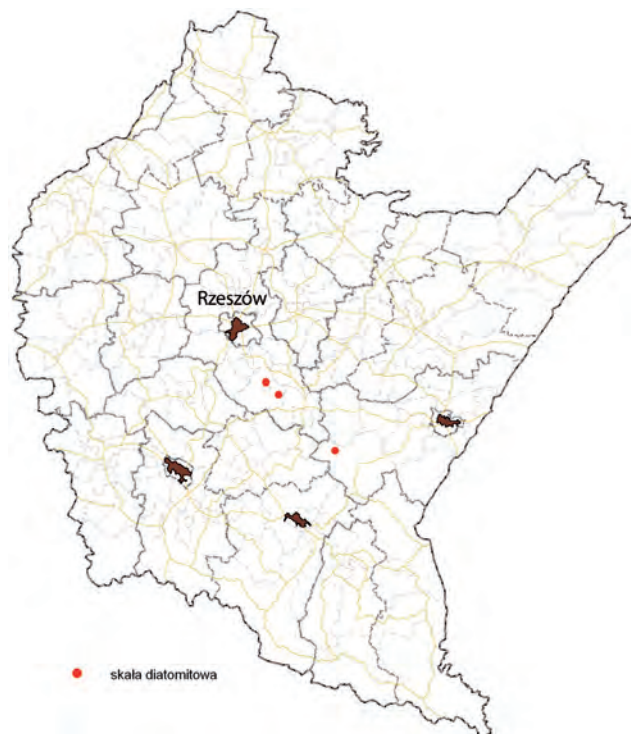


Figura 10.1.1. Obszary prognostyczne skał diatomitowych w woj. podkarpackim

10.1.5. Rekomendacje dalszych prac

Nie rekomenduje się prowadzenia prac poszukiwawczych skał diatomitowych.

10.1.6. Bariery i ograniczenia

Skała diatomitowa z polskich złóż charakteryzuje się niską jakością w porównaniu z surowcem importowanym i nie stanowi dla niego konkurencji, również cenowej. Zainteresowanie tą kopalnią jest obecnie sporadyczne.

10.1.7. Wnioski

1. W regionie karpackim znajdują się obszary prognostyczne dla występowania złóż skały diatomitowej o łącznych zasobach wynoszących około 11,4 mln ton.
2. Jakość skały diatomitowej w złóżach krajowych jest niższa od surowca importowanego i nie stanowi dla niego konkurencji. W efekcie zainteresowanie gospodarcze tą kopalnią jest niewielkie.

10.2. ZIEMIA KRZEMIONKOWA

10.2.1. Wstęp

Ziemia krzemionkowa, znana również pod nazwą opoka odwapniona, opoka lekka lub ziemia bieląca, tworzy w Polsce małe, trudno wykrywalne formy w utworach kredowych i paleogenu w północno-wschodnim i południowo-zachodnim obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich oraz na Wyżynie Lubelskiej. Jest ona produktem rezydualnym wietrzenia hipergenicznego opok i gez w neogenie.

Istotna dla jakości ziem krzemionkowych jest zawartość SiO_2 , mała gęstość pozorna i nasypowa, mikro- i makroporowatość oraz związana z tymi cechami zdolność sorpcyjna. Ziemia krzemionkowa po uszlachetnieniu jest stosowana między innymi w przemyśle chemicznym jako nośnik katalizatora w procesie syntezy chemicznej oraz nośnik nawozów mineralnych i zawieszonych preparatów pestycydowych, składnik syntetycznych mas formierskich, surowiec budowlany, aktywowana ziemia odbarwiająca w przemyśle olejarskim i rafinacyjna w przemyśle naftowym, ziemia filtracyjna w przemyśle spożywczym (procesy fermentacyjne), materiał izolujący do budowy bezkanałowej sieci rurociągów ciepłych oraz do produkcji cementów wodoodpornych.

10.2.2. Kryteria bilansowości

Rozporządzenie Ministra Środowiska w sprawie kryteriów bilansowości złóż kopalin (Dz. U. z 2001 r., Nr 153, poz. 1774, z późn. zm.) określa wymagania stawiane złożom ziemi krzemionkowej zestawione w tab. 10.2.1.

Tabela 10.2.1. Kryteria bilansowości dla ziemi krzemionkowej

Parametr	Jednostka	Wartość brzeżna
Maksymalna głębokość dokumentowania	m	50 i powyżej wody gruntowej
Minimalna miąższość złoża	m	1
Maksymalny stosunek N/Z		3
Minimalna zawartość wolnego SiO_2	%	80
Maksymalna zawartość Al_2O_3 i Fe_2O_3 w tym Fe_2O_3	%	9 5
Maksymalna zawartość CaO	%	5

10.2.3. Stan rozpoznania złóż udokumentowanych

Dotychczas udokumentowano pięć złóż ziemi krzemionkowej: Lechówka, Lechówka II, Dąbrówka – pole I, Dąbrówka – pole II i Piotrowice (tab. 10.2.2).

Złoża ziemi krzemionkowej i piasków formierskich Dąbrówka – pole I i Dąbrówka – pole II zaliczono do klasy 1 – złóż unikatowych w skali całego kraju, a z punktu widzenia ochrony środowiska zaliczono je do złóż mało konfliktowych (klasa A), możliwych do zagospodarowania bez większych ograniczeń.

Tabela 10.2.2. Zasoby bilansowe ziemi krzemionkowej wg stanu na 31.12.2009 r.

Województwo	Liczba złóż	Zasoby (tys. t)	
		bilansowe	przemysłowe
lubelskie	2	968	2
świętokrzyskie	3	1 256	–
Razem	5	2 224	2

Eksploatacja złóż ziemi krzemionkowej Dąbrówka – pole I i Dąbrówka – pole II została zaniechana na przełomie lat siedemdziesiątych i osiemdziesiątych. Wyrobiska uległy samorekultywacji.

Ziemia krzemionkowa ze złoża Lechówka może być stosowana do wyrobu mas formierskich w przemyśle odlewniczym i do produkcji mas izolacyjnych oraz jako nośnik środków ochrony roślin i nawozów mineralnych, a także może mieć szerokie zastosowanie do wyrobu materiałów budowlanych. Ziemia krzemionkowa ze złoża Lechówka spełnia kryteria bilansowości, z wyjątkiem zawartości Fe_2O_3 (maksymalna dopuszczalna zawartość wynosi 5%, a w złożu występuje średnio 5,92%).

Z punktu widzenia wartości gospodarczej, złoża ziemi krzemionkowej Piotrowice zaliczono do kategorii rzadkich w skali całego kraju (klasa 2). Z punktu widzenia ochrony środowiska zaliczono je do złóż mało konfliktowych – do zagospodarowania bez większych ograniczeń (klasa A).

10.2.4. Obszary oraz zasoby prognostyczne i perspektywiczne

Prace geologiczno-poszukiwawcze dla rozpoznania występowania ziemi krzemionkowej w rejonie Chełma w województwie lubelskim prowadzono w latach 1950–1970. Badaniami objęto rejon położony pomiędzy miejscowościami Janów i Leonów oraz szczytowe partie ostańcowych wzgórz w rejonie Ariańskiej Góry i Góry Osowicy, a także rejon położony na północ od miejscowości Rejowiec. W rejonie wsi Janów miąższość serii złożowej waha się od 1,3 do 18,2 m przy nadkładzie do 16,6 m, a w rejonie Leonowa – od 1,6 do 9,6 m przy nadkładzie do 12,0 m. Najbardziej korzystne warunki stwierdzono w obszarze położonym na wschód od wsi Janów (patrz fig. 8.3.3). Obszar ten zakwalifikowano jako prognostyczny dla ziemi krzemionkowej. Ziemia krzemionkowa charakteryzuje się tu dużą zmiennością parametrów chemicznych, jednak mogłaby być wykorzystywana w przemyśle cementowym, chemicznym i budowlanym. Szacunkowe zasoby ziemi krzemionkowej wynoszą 3127 tys. ton (tab. 10.2.3).

Wyniki rozpoznania występowania ziemi krzemionkowej w rejonie Ariańskiej Góry, Góry Osowicy, Rejowca, Elźbiecina, Góry Puławskiej k/Puław i Piotrowic określono jako negatywne. Głównymi przyczynami takiej oceny były najczęściej: małe zasoby, niewielki zasięg poziomy, zmienna i niska zawartość SiO_2 (poniżej 80%), zbyt duża zawartość minerałów ilastych i tlenków żelaza.

Tabela 10.2.3. Obszary prognostyczne ziemi krzemionkowej

Obszar	Województwo	Zasoby prognostyczne (tys. t)
Janów	lubelskie	3 127,00

10.2.5. Rekomendacje dalszych prac

Nie rekomenduje się prowadzenia prac poszukiwawczych ziemi krzemionkowej.

10.2.6. Bariery i ograniczenia

Podstawowymi barierami i ograniczeniami w eksploatacji udokumentowanych złóż są przede wszystkim małe ich zasoby, niska jakość występującej kopaliny, często duża zmienność miąższości serii złożowej, a także możliwość zastąpienia ziemi krzemionkowej innym surowcem o lepszych parametrach jakościowych – np. karbońskimi ilami montmorylonitowymi.

10.2.7. Wnioski

1. W rejonie Chełma na Lubelszczyźnie wskazano jedyny w Polsce obszar prognostyczny występowania ziemi krzemionkowej o zasobach przekraczających 3 mln ton.
2. Jakość kopaliny z krajowych złóż ziemi krzemionkowej jest niska. W efekcie w przemyśle chemicznym została zastąpiona bardziej aktywnym surowcem produkowanym z karbońskich ilów montmorylonitowych. Kopalina ta może być przydatna jako nośnik środków ochrony roślin.

10.3. KOPALINY BENTONITOWE I ZEOLITOWO-BENTONITOWE

10.3.1. Wstęp

Za kopaliny bentonitowe mogą być uważane bentonity, iły bentonitowe, bentonitowe zwietrzliny bazaltowe oraz iły i łupki bentonitowo-zeolitowe. Należą one do grupy kopalin ilastych, które zbudowane są przede wszystkim z minerałów grupy smektytu (montmorylonitu lub beidelitu).

W Polsce bentonity właściwe (czyli niemal monomineralne skały montmorylonitowe z niewielką domieszką innych minerałów) są bardzo nieliczne. Znacznie częściej występują różnorodne iły bentonitowe, o stosunkowo dużym udziale minerałów nieilastych. Generalnie do kopalin bentonitowych zalicza się: bentonitowe zwietrzliny bazaltoidów Dolnego Śląska, iły bentonitowe Górnego Śląska, iły bentonitowe północnej części zapadliska przedkarpackiego (głównie region świętokrzyski), iły bentonitowe i zeolitowo-bentonitowe Karpat. Najbardziej poszukiwane są bentonity zawierające montmorylonit sodowy. Podstawowym składnikiem kopalin bentonitowych na obszarze Polski jest montmorylonit wapniowy, a w przypadku zwietrzelin bazaltowych beidelit żelazisty, co wymaga uszlachetniania i ogranicza możliwości ich stosowania.

10.3.2. Kryteria bilansowości

Przez lata bentonitami nazywano kopaliny zawierające minimum 75% smektytów, natomiast za iły bentonitowe uważano – zawierające 50–75% tych minerałów. Do niedawna kryteria bilansowości bentonitów i iłów bentonitowych były stosunkowo łagodne (minimalna miąższość złoża – 0,2 m, maksymalny stosunek grubości nadkładu do miąższości złoża – 13), ale przed kilku laty zostały one zaostrzone w Rozporządzeniu Ministra Środowiska w sprawie kryteriów bilansowości złóż kopalin (Dz. U. z 2001 r., Nr 153, poz. 1774, z późn. zm.), (tab. 10.3.1).

Tabela 10.3.1. Kryteria bilansowości dla kopalin bentonitowych i bentonitowo-zeolitowych

Parametr	Jednostka	Wartość brzeżna
Minimalna miąższość	m	1
Maksymalny stosunek N/Z	m	5
Minimalna zawartość montmorylonitu lub łącznie montmorylonitu i zeolitu	%	60
Maksymalna zawartość CaCO ₃	%	10
Maksymalna zawartość ziarn o śr. pow. 0,25 mm	%	10

10.3.3. Stan rozpoznania złóż udokumentowanych

Geologiczne zasoby bilansowe bentonitów i iłów bentonitowych wynoszą 2,73 mln t (tab. 10.3.2), ale obecnie nie są one eksploatowane. Zagospodarowane jest tylko jedno złożo zwietrzelin bazaltowych w woj. dolnośląskim – Krzeniów, ale w rzeczywistości eksploatuje się tam wyłącznie bazalty. Jedyne większe złożo w Karpatach fliszowych to Polany niedaleko Grybowa, reprezentowane przez pstrę łupki eocenu, częściowo o charakterze iłolupków bentonitowych

z wkładkami bentonitów. Kopalina o charakterze montmorylonitu wapniowego („ziemia fulerska”) występuje w trudnych warunkach geologiczno-górnicznych, a złoża zostało rozpoznane tylko wstępnie w kategorii C₂. Iły bentonitowe zapadliska przedkarpackiego udokumentowano w małych złożach na południowym obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich. W przeszłości były one eksploatowane dla potrzeb odlewnictwa i wiertnictwa, ale były to na ogół kopaliny o niskiej jakości. Karbońskie kopaliny bentonitowe Górnego Śląska utraciły całkowicie znaczenie gospodarcze z powodu likwidacji kopalń węgla kamiennego, w których były wydobywane jako kopalina towarzysząca. Obecnie niemal całość produkcji surowców bentonitowych w Polsce bazuje na dostawach surowych bentonitów głównie ze Słowacji, a także Ukrainy, Włoch i Indii.

10.3.4. Obszary oraz zasoby prognostyczne i perspektywiczne

Obecnie w Polsce nie ma obszarów o sprecyzowanych zasobach prognostycznych. Wskutek tego przedstawiono tylko obszary o zasobach perspektywicznych, które wynoszą łącznie ponad 44,5 mln ton (tab. 10.3.2). Ponadto istnieje perspektywa udokumentowania dodatkowego 1 mln ton kopaliny bentonitowych w obrębie istniejących złóż: Krzeniów i Leśna-Miłoszów.

Zwierzeliny bazaltoidów Dolnego Śląska są specyficzną kopalnią bentonitową, w zasadzie stanowiącą odmienny typ. Są one gruboziarniste, silnie zagregatyzowane, zwięzłe, kruche, mają często czerwono-brunatne zabarwienie i nie posiadają zdolności pęcznienia. Wykazują one jednak dobre właściwości sorpcyjne i katalityczne oraz są bardzo podatne na aktywację chemiczną. W obrębie obszarów perspektywicznych część zasobów stanowią kopaliny kaolinitowe i/lub haloizytowe. W Karpatach fliszowych ewentualne perspektywy można wiązać z eoceńskimi iłowkami zeolitowo-bentonitowymi, wstępnie rozpoznanymi w województwie podkarpackim, głównie w okolicach Dynowa. Pozostałe znane wystąpienia bentonitów i iłów bentonitowych w Karpatach fliszowych są na ogół małe i słabo rozpoznane, na podstawie punktowych analiz mineralogiczno-chemicznych. Kopaliny bentonitowe w utworach mioceńskich zapadliska przedkarpackiego (i na jego peryferiach) występują przeważnie w postaci cienkich przeławieci i często odznaczają się niską zawartością smektytów. W związku z tym obszary perspektywiczne wymagają bardziej szczegółowych badań, ponieważ mogą one nie spełniać nowych, zaostrzonych kryteriów bilansowości.

Tabela 10.3.2. Zasoby kopaliny bentonitowych i zeolitowo-bentonitowych wg stanu na 31.12.2009 r.

Województwo	Złoża udokumentowane		Obszary perspektywiczne	
	liczba złóż	zasoby bilansowe (tys. t)	liczba złóż	zasoby perspektywiczne (tys. t)
dolnośląskie	3	1 589	5	39 900
małopolskie	1	709	–	–
podkarpackie	1	8	2	1 590
świętokrzyskie	3	417	2	3 056
Polska	8	2 723	9	44 546

10.3.5. Rekomendacje dalszych prac

Realne perspektywy można wiązać ze stosunkowo nowymi odmianami kopaliny, czyli bentonitowymi zwietrzelinami skał bazaltowych na Dolnym Śląsku, oraz iltami zeolitowo-bentonitowymi w Karpatach fliszowych. Właśnie na tych odmianach powinny się skoncentrować prace geologiczne oraz szczegółowe badania jakości kopaliny.

10.3.6. Bariery i ograniczenia

Jako podstawowe bariery i ograniczenia możliwości przyszłego zagospodarowania kopaliny w udokumentowanych złożach i na obszarach perspektywicznych należy wymienić:

- przeważnie niska jakość większości krajowych kopaliny bentonitowych;
- tylko sporadyczne występowanie najbardziej poszukiwanych bentonitów sodowych;
- specyficzny charakter niektórych kopaliny bentonitowych (brak plastyczności, zdolności do pęcznienia i tiksotropii oraz współwystępowanie kopaliny haloizytowych i kaolinitowych, w przypadku zwietrzelin dolnośląskich);
- skomplikowana budowa geologiczna i silne zaangażowanie tektoniczne niektórych serii złożowych (zwłaszcza kopaliny bentonitowe i zeolitowo-bentonitowe fliszu karpackiego);
- ograniczenia wynikające z występowania potencjalnych obszarów perspektywicznych w obrębie obszarów chronionych (zwłaszcza kopaliny bentonitowe i zeolitowo-bentonitowe fliszu karpackiego oraz bentonitowe zwietrzeliny Dolnego Śląska);
- utrata znaczenia gospodarczego przez kopaliny towarzyszącą w wyniku zaniechania eksploatacji kopaliny głównej (przede wszystkim kopaliny bentonitowe Górnego Śląska w złożach węgla kamiennego).

10.3.7. Wnioski

1. Bentonity właściwe są w Polsce bardzo nieliczne, częściej występują różnorodne ilt bentonitowe, o stosunkowo dużym udziale minerałów nieilastych.
2. Obecnie przemysł bazuje niemal wyłącznie na surowcach importowanych, ponieważ większość krajowych iltów bentonitowych cechuje niedostateczna jakość, zwłaszcza w świetle obowiązujących, zaostrożonych kryteriów bilansowości.
3. Brak w Polsce obszarów kopaliny bentonitowych o sprecyzowanych zasobach prognostycznych, a jedynie znane są budzące kontrowersje obszary o zasobach perspektywicznych.
4. Ograniczone perspektywy są związane głównie z bentonitowymi zwietrzelinami skał bazaltowych na Dolnym Śląsku oraz iltami zeolitowo-bentonitowymi w Karpatach fliszowych.

10.4. DARNIOWE RUDY ŻELAZA

10.4.1. Wstęp

Rudy darniowe to czwartorzędowe utwory żelaziste, powstające w wyniku procesów biochemicznych na mało urozmaiconych morfologicznie, podmokłych terenach, głównie w strefie klimatu umiarkowanego. Występują tuż pod powierzchnią w formie okruchowej (rudy kawałkowe) lub sypkiej (rudy miałkie) i są kopaliną odnawialną. Jeszcze do niedawna uważano, że głównym składnikiem rud darniowych jest limonit. Prowadzone w ostatnich latach badania wykazały, że w składzie mineralnym rud darniowych dominują skrytokrystaliczne tlenowodorotlenki, wodorotlenki i tlenki żelaza, a podrzędnie pojawiają się: substancja organiczna, amorficzne tlenki manganu, minerały węglanowe i fosforanowe.

Od ponad 2 tysięcy lat, do drugiej połowy XX wieku, rudy darniowe były wykorzystywane w hutnictwie do produkcji żelaza, a twarde odmiany kawałkowe były od wczesnego średniowiecza lokalnie stosowane w budownictwie. Gdy w połowie XIX wieku odkryto właściwości sorpcyjne rud darniowych, zaczęto je także używać do oczyszczania gazów przemysłowych ze związków siarki. Od kilku lat ma miejsce renesans zainteresowania rudami darniowymi właśnie ze względu na ich różnorodne i skomplikowane właściwości sorpcyjne.

10.4.2. Kryteria bilansowości

Darniowe rudy żelaza nie posiadały przez długie lata ustalonych, jednolitych kryteriów geologiczno-poszukiwawczych i jakościowych. Posługiwano się kryteriami doraźnymi przy prowadzeniu poszczególnych programów poszukiwawczych lub różnymi i zmieniającymi się kryteriami przemysłowymi. Przed kilku laty wyznaczono kryteria bilansowości Rozporządzeniem Ministra Środowiska (Dz. U. z 2001 r., Nr 153, poz. 1774, z późn. zm.) dla rud miałkich lub kawałkowych łatwo kruszących się (tab. 10.4.1).

Tabela 10.4.1. Kryteria bilansowości dla rud darniowych miałkich lub kawałkowych, łatwo kruszących się

Parametr	Jednostka	Wartość brzeżna
Minimalna miąższość złoża	m	0,1
Maksymalny stosunek N/Z		5
Minimalna zawartość Fe ₂ O ₃	%	35

10.4.3. Stan rozpoznania złóż udokumentowanych

W Polsce nagromadzenia rud darniowych występują dość powszechnie na Niżu Polskim, w rozległych dolinach polodowcowych i obniżeniach jeziornych lub rzecznych, zwłaszcza na podmokłych terenach okresowo zalewanych przez wodę.

Wydobywania rud darniowych zaprzestano całkowicie pod koniec lat 80. XX wieku. Obecnie istnieje tylko jedno małe złożo o zasobach udokumentowanych w ilości 8 tys. ton. Jest to

złoże Dębe Małe w województwie mazowieckim, w rejonie Mińska Mazowieckiego. Badania geologiczno-poszukiwawcze rud darniowych (głównie jako surowca oczyszczającego dla potrzeb gazownictwa), które miały miejsce w latach 1965–1967 w Polsce centralnej i wschodniej, doprowadziły do zarejestrowania 1369 nagromadzeń kopaliny, z których 220 uznano za bilansowe w tym sensie, że spełniały one ówczesne kryteria Ministerstwa Przemysłu Ciężkiego. Jednak podczas badań prowadzonych w drugiej połowie lat 90., stwierdzono zły stan większości znanych wystąpień, część zasobów została wyeksploatowana, a większość nagromadzeń wykazanych w latach sześćdziesiątych przestała istnieć w wyniku melioracji, przeorania łąk lub zmiany charakteru użytkowania gruntów i zabudowy. Co gorsza, zniszczeniu uległ system warunkujący odnawialność rudy.

10.4.4. Obszary oraz zasoby prognostyczne i perspektywiczne

Z powodu wieloletniego braku ustalonych, jednolitych kryteriów geologiczno-poszukiwawczych i jakościowych nie wytypowano formalnych obszarów o zasobach prognostycznych ani perspektywicznych. Jako swoiste, wyrażone liczbowo perspektywy zasobowe, obecnie można potraktować zasoby „bilansowe” określone na podstawie wspomnianych badań z lat 1965–1967. Z weryfikacji przeprowadzonej w latach 1996–1998 wynika, że obecne realne zasoby są mniejsze i wynoszą nieco ponad 500 tys. ton. Najwięcej spośród zachowanych 62 perspektywicznych nagromadzeń rud darniowych znajduje się na terenie województwa wielkopolskiego, w mniejszym stopniu występują one w woj. podkarpackim wraz z południową częścią woj. lubelskiego oraz lokalnie na terenie województw: podlaskiego, warmińsko-mazurskiego i mazowieckiego. Są to przeważnie wystąpienia złożowe o bardzo małych zasobach, nawet poniżej 1 tys. ton. Większych nagromadzeń o zasobach szacowanych na ponad 10 tys. ton jest tylko 12. Są to: Knyszyn (pow. Mońki), Czarny Las (pow. Ostrów Wlkp.), Surmin–Kałkowskie (pow. Ostrów Wlkp.), Dziwińskie (pow. Kalisz), Byliczki (pow. Koło), Nad Stawem (pow. Leszno), Połajewo (pow. Czarnków–Trzcianka), Baraniec (pow. Pyzdry), Białostrzegi (pow. Łańcut), Dąbie–Biały Bór (pow. Mielnik), Ruda (pow. Łańcut), Aleksandrów (pow. Biłgoraj). Trudne do liczbowego określenia, aczkolwiek realne perspektywy można też wiązać z bardzo słabo zbadanym obszarem północno-zachodniej Polski, a zwłaszcza województwami zachodniopomorskim i lubuskim. Pod koniec lat 60. projektowano tam prace poszukiwawcze, których nigdy nie zrealizowano.

10.4.5. Rekomendacje dalszych prac

Darniowe rudy żelaza nie ustępują jakością innym krajowym sorbentom naturalnym, a są tanie i łatwe w eksploatacji. Ich znane nagromadzenia nie występują na obszarach chronionych. W przyszłych pracach poszukiwawczych należy uwzględnić stosowanie metod geofizycznych.

10.4.6. Bariery i ograniczenia

Podstawowymi barierami i ograniczeniami w możliwości zagospodarowania kopalni są:

- brak kryteriów bilansowości oraz brak precyzji i nieodpowiedni zakres kryteriów obecnie obowiązujących;
- postępujący ubytek terenów, na których można by potencjalnie udokumentować złoża rud darniowych w wyniku przeorywania i melioracji łąk oraz zmian w sposobie zagospodarowania i zabudowy nieużytków;
- na ogół mała powierzchnia i zasoby znanych nagromadzeń rud darniowych, mogących stanowić przyszłe złoża.

10.4.7. Wnioski

1. Darniowe rudy żelaza mogą być z powodzeniem wykorzystywane jako tanie i łatwe w eksploatacji sorbenty naturalne.
2. Obecnie brak dokumentacji geologicznej dla niemal wszystkich znanych nagromadzeń kopaliny oraz obszarów o formalnych zasobach perspektywicznych lub prognostycznych, a obowiązujące kryteria bilansowości są niezadowalające.
3. Prace poszukiwawcze (służące wskazaniu obszarów o realnych zasobach perspektywicznych i prognostycznych) oraz prace rozpoznawcze praktycznie będą możliwe dopiero po opracowaniu i zatwierdzeniu nowych kryteriów bilansowości oraz metodyki prac geologiczno-poszukiwawczych.
4. Przyszłość rud darniowych jest uzależniona od możliwości ich stosowania jako sorbentu, wskutek tego nowe kryteria powinny uwzględniać wybrane właściwości fizykochemiczne rud oraz cechy strukturalno-teksturalne.

11. INNE KOPALINY

11.1. BURSZTYNY

11.1.1. Wstęp

Koncentracje bursztynu na obszarze Polski występują w dwojakiej pozycji stratygraficznej:

- jako bursztynonośne utwory górnego paleogenu w pozycji *in situ*, w strefie litoralnej epikontynentalnego morza eoceńskiego,
- jako osady redeponowane wśród utworów czwartorzędowych.

Eoceńskie utwory bursztynonośne występują pod dość grubym nakładem na zachodnim obrzeżeniu Zatoki Gdańskiej oraz na obszarze północnej Lubelszczyzny.

Czwartorzędowe złoża bursztynu powstały w wyniku niszczenia i czasem wielokrotnej redepozycji bursztynonośnych utworów paleogenu, zwłaszcza złóż sambijsko-chłapowskich występujących w obrzeżeniu Zatoki Gdańskiej. W osadach plejstoceńskich bursztyn jest spotykany głównie w strefie fluwioglacjalnych stożków sandrowych. Holocenię nagromadzenia bursztynu są związane z kopalnymi plażami morza litorynowego oraz z niektórymi odcinkami współczesnych plaż bałtyckich.

11.1.2. Kryteria bilansowości

W obowiązujących kryteriach bilansowości według Rozporządzenia Ministra Środowiska w sprawie kryteriów bilansowości złóż kopalni (Dz. U. z 2001 r., Nr 153, poz. 1774, z późn. zm.) dla złóż bursztynu zostały określone dwa wymogi: maksymalna głębokość dokumentowania oraz minimalna zawartość bursztynu w osadzie (tab. 11.1.1).

Tabela 11.1.1. Kryteria bilansowości złóż bursztynu

Parametr	Jednostka	Wartość brzeżna
Maksymalna głębokość dokumentowania	m	30
Minimalna zawartość bursztynu	g/m ²	80 (40*)

* zasoby pozabilansowe

11.1.3. Stan rozpoznania złóż udokumentowanych

Udokumentowane zasoby bursztynu wynoszą łącznie 29,7 t i występują w trzech złożach w województwie pomorskim (tab. 11.1.2.).

11.1.4. Obszary oraz zasoby prognostyczne i perspektywiczne

Rezerwę zasobową bursztynu stanowią obliczone zasoby prognostyczne, obszary perspektywiczne oraz hipotetyczne, których rozmieszczenie można w przybliżeniu ocenić na podstawie przesłanek litologiczno-facjalnych. Definicję takich zasobów spełniają dwie grupy zróżnicowane pod względem pozycji stratygraficznej skały macierzystej i cech litologiczno-facjalnych nagromadzeń kopaliny (tab. 11.1.2 i 11.1.3):

- zasoby prognostyczne *in situ* w utworach eoceńskich,
- zasoby prognostyczne i perspektywiczne redeponowane w osadach czwartorzędowych.

Tabela 11.1.2. Obszary i zasoby prognostyczne bursztynu w utworach eoceńskich i czwartorzędowych

Województwo	Obszar prognostyczny	Nazwa złoża	Zasoby (t)
Zasoby w utworach eoceńskich			
pomorskie	Pobrzeże Kaszubskie	Kępa Swarzewska, Półwysep Helski	643 820
pomorskie	Pobrzeże Słowińskie	okolice złoża Możdzanowo	20
lubelskie	północna Lubelszczyzna	rejon wokół złoża Górka Lubartowska wraz ze złożem	56 504
Razem			700 344
Zasoby w utworach czwartorzędowych			
pomorskie	Pobrzeże Kaszubskie	Borek	23
pomorskie	Żuławy Wiślane (delta Wisły)	Stegna	1,4
pomorskie	Żuławy Wiślane (delta Wisły)	Sztutowo – pole I	10,3
pomorskie	Żuławy Wiślane (delta Wisły)	Sztutowo – pole II	8,9
pomorskie	Pojezierze Kaszubskie	Smołdzino	0,6
Razem			44,2
Ogółem			700 388,2

Najbardziej perspektywicznym obszarem jest delta Wisły i pobliskie sektory dna Bałtyku. Pozytywne wyniki poszukiwań bursztynu uzyskano również w innych rejonach Pobrzeża Bałtyku (tab. 11.1.3).

Tabela. 11.1.3. Obszary perspektywiczne bursztynu

Województwo	Obszar perspektywiczny	Miejscowość
pomorskie	Żuławy Wiślane	Jantar
pomorskie	Mierzeja Wiślana	Krynica Morska
pomorskie	Pobrzeże Kaszubskie	Ostrowo
pomorskie	Wybrzeże Słowińskie	północna część rynny Jeziora Żarnowieckiego
pomorskie	Pobrzeże Kaszubskie (obszar miasta Gdańsk)	Jelitkowo–Brzeźno
pomorskie	Pobrzeże Kaszubskie	Różyny, Kleszczewko, Warcz, Smęgorzyno, Lipce

Ponadto wystąpienia bursztynu, które mogą sygnalizować istnienie perspektyw zasobowych (zasoby hipotetyczne), są znane w następujących punktach:

- na południowy zachód od miasta Lidzbark Warmiński (woj. warmińsko-mazurskie),
- w rejonie miejscowości Kajkowo na północno-zachodnim skłonie masy jeziora Morliny na południe od Ostródy (woj. warmińsko-mazurskie),
- w rejonie miejscowości Zielnowo koło Grudziądza (woj. pomorskie),
- w rejonie miejscowości Góra Puławska koło Puław (woj. lubelskie).

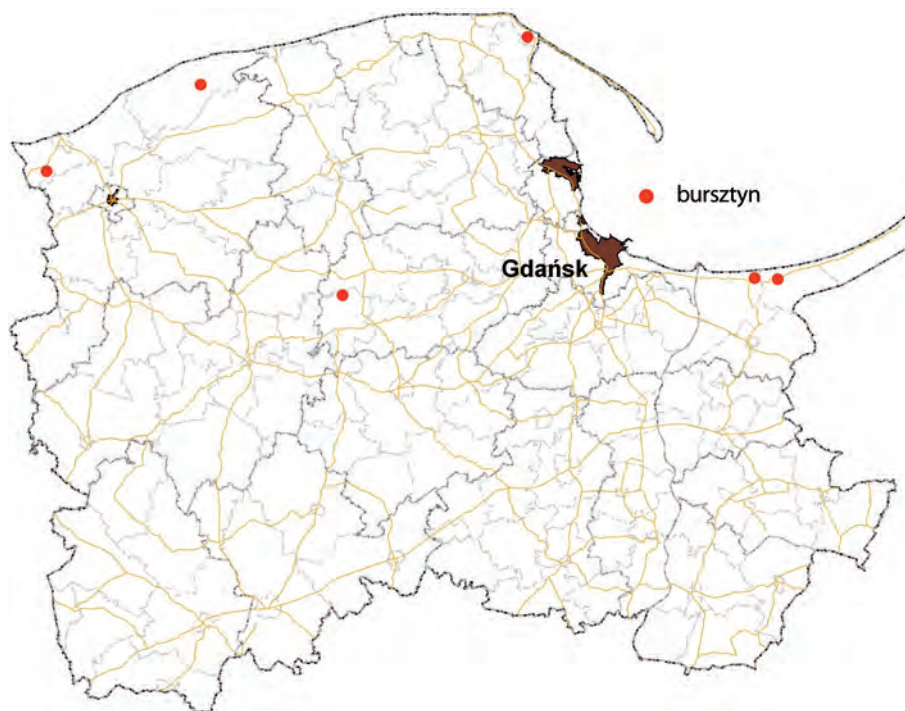


Figura 11.1.1. Obszary prognostyczne występowania bursztynu w woj. pomorskim

Wielkość oszacowanych zasobów prognostycznych prawdopodobnie nie znajdzie potwierdzenia w złożach udokumentowanych ze względu na głębokość zalegania bursztynu w woj. pomorskim (tab. 11.1.4).

Tabela 11.1.4. Zasoby bursztynu wg stanu na 31.12.2009 r.

Województwo	Liczba złóż	Zasoby bilansowe (t)	Liczba złóż	Zasoby prognostyczne (t)
pomorskie	3	29,7	7	643 884,2
lubelskie	–	–	2	56 504,0
Razem	3	29,7	9	700 388,2

11.1.5. Rekomendacje dalszych prac

W przypadku bursztynu występującego *in situ* w utworach paleogeńskich stosowanie powszechnie obowiązujących metod dokumentowania złóż przynosi zadowalające efekty. Odmiennie wygląda sprawa w przypadku bursztynu występującego w osadach czwartorzędowych – bursztyn bywa eksploatowany podczas etapu dokumentowania złoża lub staje się przedmiotem nielegalnej eksploatacji zaraz po udokumentowaniu, w okresie poprzedzającym wydanie koncesji na eksploatację. W celu poprawy przedstawionej sytuacji można zasugerować dwie możliwości działań formalno-prawnych:

- dopuszczenie uzyskiwania kompleksowych koncesji na prace badawcze i eksploatację złoża,
- sporządzanie uproszczonej dokumentacji geologicznych na podstawie oszacowania objętości osadu bursztynonośnego i wydajności w rejonie jako procentowego udziału wyrobisk pozytywnych w całej liczbie wyrobisk geologicznych w szeroko pojętym rejonie złoża.

11.1.6. Bariery i ograniczenia

Możliwości zagospodarowania zasobów perspektywicznych bursztynu są ograniczane czynnikami zewnętrznymi, które można umownie podzielić na cztery grupy:

- ograniczenia spowodowane warunkami geologiczno-górnictwymi wpływającymi na koszt pozyskania surowca,
- ograniczenia związane z koniecznością ochrony środowiska naturalnego,
- ograniczenia spowodowane konfliktem z infrastrukturą na powierzchni złóż,
- ograniczenia spowodowane przepisami dotyczącymi dokumentowania zasobów bursztynu.

11.1.7. Wnioski

1. Na obszarze Polski w sposób formalny udokumentowano jedynie bardzo niewielką część zasobów bursztynu.
2. Poszukiwania nagromadzeń bursztynu powinny być uwarunkowane przesłankami paleogeograficznymi (niewielka odległość od wybrzeża morza eoceńskiego) i facjalnymi. Przesłanki paleogeograficzne ograniczają zatem rejon poszukiwań do obszaru Pomorza i Polski wschodniej, a zastosowanie przesłanek facjalnych pozwala wybrać z tych obszarów rejon perspektywiczne. Omówiona powyżej metodyka została zastosowana z dobrym skutkiem podczas badań osadów asocjacji bursztynonośnej na północnej Lubelszczyźnie.

11.2. TORF

11.2.1. Wstęp

Torf jest osadem fitogenicznym, akumulowanym w bagnach, mokradłach i torfowiskach na znacznych obszarach Polski. Obok osadów fitogenicznych tworzących się obecnie oraz kopalnych torfów holocenijskich, które są wykorzystywane gospodarczo, znane są również torfy kopalne występujące w osadach plejstocenijskich, których powstanie było związane z kolejnymi okresami interglacialnymi.

W zależności od warunków akumulacji (sedentacji) materii fitogenicznej różni się torf wysoki, niski i przejściowy. **Torf wysoki** jest produktem torfowiska wysokiego, rozwijającego się z reguły na działle wodnym i w związku z tym pozbawionym drenażu; roślinność torfotwórcza w takim torfowisku korzysta wyłącznie z wody zawieszanej, nagromadzonej w wyniku opadów atmosferycznych. Brak przepływu wód związanych z transportem materii mineralnej powoduje, że torf wysoki charakteryzuje się niską popielnością. **Torf niski** jest produktem torfowiska niskiego, rozwijającego się w dolinie rzecznej w warunkach stałego drenażu. Płynąca po powierzchni torfowiska woda niesie ze sobą znaczne ilości materii mineralnej, co powoduje wysoką popielność torfu.

W przeszłości wysuszony na powietrzu torf był używany do celów energetycznych, głównie w skali lokalnej. To zastosowanie należy już w Polsce do przeszłości. W zależności od parametrów fizykochemicznych torf znajduje dziś zastosowanie jako cenny surowiec w rolnictwie i ogrodnictwie, przede wszystkim jako składnik poprawiający strukturę gleby i nawóz organiczny, a w szczególnych przypadkach także w balneologii jako torf leczniczy (borowina).

Torfowiska stanowiące potencjalne złoża torfu zajmują w Polsce obszar ponad 12 tys. km² i występują najliczniej w północnej części kraju. W części południowej największe obszary torfowiskowe są związane z Lubelszczyzną i Kotliną Orawską.

11.2.2. Kryteria bilansowości

Zasadniczymi kryteriami przyjętymi do oceny zasobów prognostycznych i perspektywicznych torfu są kryteria bilansowości obowiązujące dla obliczania zasobów torfu (tab. 11.2.1) zawarte w Rozporządzeniu Ministra Środowiska w sprawie kryteriów bilansowości złóż kopalin (Dz. U. z 2001 r., Nr 153, poz. 1774, z późn. zm.). Nie dotyczą one złóż torfu leczniczego (borowiny), dla których w tym samym dokumencie ustanowiono znacznie bardziej restrykcyjne kryteria, obejmujące precyzyjne określenie jakości kopaliny, w tym jej ocenę bakteriologiczną (miano Coli).

Tabela 11.2.1. Kryteria bilansowości złóż torfu

Parametr	Jednostka	Wartość brzeżna
Minimalna miąższość torfu w złożu	m	1
Maksymalny stosunek grubości nadkładu do miąższości złoża (liniowy współczynnik nadkładu)	–	0,5
Maksymalna popielność w stanie suchym	%	30

11.2.3. Stan rozpoznania złóż udokumentowanych

Na obszarze Polski udokumentowano 243 złoża torfu (w tym 20 złóż torfów leczniczych – borowiny) o sumarycznych zasobach 75,68 mln m³ (tab. 11.2.2). Eksploatuje się w sposób ciągły lub okresowo 99 złóż, co stanowi 44,4% wszystkich złóż udokumentowanych. Największa liczba zakładów wydobywczych (obecnie 32 zakłady o ruchu ciągłym), w tym największe, takie jak: Józefowo, Krakulice–Gać, Przybierówko–Grądy, Rabinówka–Juszkowy Gród czy Rucianka, w tym rejonie pozyskują ponad 350 tys. m³ torfu rocznie. Ponieważ torf wysoki ze względu na brak zanieczyszczeń jest wyżej ceniony, rozmieszczenie zakładów eksploatacyjnych odpowiada rozmieszczeniu torfowisk wysokich, odzwierciedlając w przybliżeniu przebieg działów wodnych.

11.2.4. Obszary oraz zasoby prognostyczne

Podstawą do zewidencjonowania i oszacowania obszarów i zasobów prognostycznych torfu były głównie materiały Instytutu Melioracji i Użytków Zielonych, w tym przede wszystkim kartoteki torfowisk, bazy danych o torfowiskach Polski i opracowań archiwalnych.

Zasoby prognostyczne torfu o cechach bilansowych w Polsce wynoszą 375,3 mln m³ w ponad 2 075 obiektach. W większości znajdują się one w pasie pojezierzy w północnej części kraju, w województwach: zachodniopomorskim, pomorskim, warmińsko-mazurskim i podlaskim (tab. 11.2.2, fig. 11.2.1), gdzie w 1 892 obiektach znajduje się 268 943 tys. m³ torfu, co stanowi 71,7% całości zasobów prognostycznych. Ta daleko idąca dysproporcja rozlokowania złóż torfu wynika bezpośrednio z czynników geologicznych – morfologia obszarów objętych

Tabela 11.2.2. Zasoby torfów wg stanu na 31.12.2009 r.

Województwo	Liczba złóż	Zasoby bilansowe (mln m ³)	Liczba złóż	Zasoby prognostyczne (mln m ³)
dolnośląskie	1	0,20	–	–
kujawsko-pomorskie	23	1,44	149	21,52
lubelskie	25	9,51	10	35,41
lubuskie	18	1,71	9	1,86
łódzkie	12	0,40	bd	0,80
małopolskie	2	0,35	bd	26,70
mazowieckie	12	3,34	bd	10,89
opolskie	1	0,29	1	1,36
podkarpackie	5	0,54	–	–
podlaskie	10	4,98	558	57,00
pomorskie	16	5,61	664	109,34
śląskie	8	1,33	bd	0,31
świętokrzyskie	2	0,19	4	1,34
warmińsko-mazurskie	23	9,64	500	64,79
wielkopolskie	49	3,39	10	6,22
zachodniopomorskie	36	32,75	170	37,81
Razem	243	75,68	> 2 075	375,35

bd – brak danych

najmłodszymi zlodowaceniami jest wciąż jeszcze silnie zróżnicowana, zapewniając dogodne warunki wegetacji roślinności torfotwórczej.

Poza pasem pojezierzy znacznie większe zasoby torfu występują w województwie lubelskim, a także w Kotlinie Orawskiej w województwie małopolskim.

Ze względu na dobre rozpoznanie występowania torfów na obszarze Polski i znacząco ilość stwierdzonych zasobów prognostycznych nie rozpatrywano zasobów perspektywicznych. Z podobnych powodów pominięto oszacowanie zasobów hipotetycznych, które, teoretycznie rzecz biorąc, mogą występować na całym obszarze A (fig. 11.2.1).



Figura 11.2.1. Obszary powszechnego występowania torfowisk (A)

11.2.5. Rekomendacje dalszych prac

Istnieje znaczna dysproporcja rozmieszczenia zasobów prognostycznych i perspektywicznych torfu pomiędzy Polską północną (obszarem najmłodszych zlodowaceń) a pozostałą częścią kraju. Dlatego w ocenie tych zasobów nie sposób stosować jednolitych kryteriów; wiele złóż prognostycznych na obszarze północnym nie stanie się – z racji istnienia obiektów konku-

rencyjnych – zapewne nigdy przedmiotem eksploatacji, podczas gdy podobne obiekty na południu kraju mogą być uważane za bardzo wartościowe.

11.2.6. Bariery i ograniczenia

Pomimo że zasoby torfu w Polsce jawią się jako znaczące, pozyskiwanie tej kopaliny napotyka na poważne przeszkody, które z upływem czasu będą się jeszcze nasilać. Ograniczenia wydobycia są przede wszystkim spowodowane koniecznością ochrony środowiska naturalnego (w mniejszym stopniu także stanem prawnym własności gruntów i brakiem akceptacji społecznej). Konflikt środowiskowy ma tu znaczenie szczególne, ponieważ nie sposób przecenić znaczenia torfowisk jako podstawowego elementu retencji wód w ekosystemie. Z tego powodu nadmierna eksploatacja torfowisk może manifestować się nie tylko w postaci zmian lokalnych, ale także może być przyczyną zaburzeń klimatu i ekosystemów w skali regionalnej. Jednocześnie duże obszary torfowiskowe stanowią ostoje ptactwa wodnego i w związku z tym *eo ipso* wypełniają kryteria stawiane obszarom chronionym sieci Natura 2000. Obszary takie coraz częściej są także włączane w obręb parków krajobrazowych, a nawet parków narodowych, np. Park Narodowy Doliny Biebrzy, który powołano w celu ochrony rozległych torfowisk w dolinie tej rzeki, zasiedlonych przez unikatową florę i faunę. Fakt ten odzwierciedla głębokie zmiany w gospodarczym postrzeganiu torfowisk – Bagna Biebrzańskie przed kilkudziesięciu laty były postrzegane jako bogate źródło torfu dla projektowanej elektrowni „Ostrołęka”.

W tej sytuacji można założyć z dużym prawdopodobieństwem, że znaczna część zasobów prognostycznych torfu nie stanie się nigdy przedmiotem eksploatacji. Kwalifikacja poszczególnych (szczególnie dużych) obiektów do eksploatacji będzie wymagać każdorazowo pogłębionej wieloaspektowej analizy strat i zysków, uwzględniających nie tylko wpływ samej eksploatacji, jak i usunięcie torfu ze środowiska.

11.2.7. Wnioski

1. Torfy stosowane są obecnie przede wszystkim w rolnictwie i ogrodnictwie jako składnik poprawiający strukturę gleby i nawóz organiczny, a specyficzne jego odmiany mają zastosowanie w balneologii (borowina).
2. Udokumentowana baza zasobowa to 243 złoża o sumarycznych zasobach 75,68 mln m³, przy czym zaznacza się zróżnicowanie w regionalnym występowaniu tych złóż, uwarunkowane budową geologiczną. Najzasobniejszy w torfy jest pas województw północnych (zachodniopomorskie, pomorskie, warmińsko-mazurskie i podlaskie).
3. Zaktualizowany stan zasobów prognostycznych torfu o cechach bilansowych wynosi 375,35 mln m³, z czego około 71,7% występuje w pasie województw północnych.
4. Pomimo dużej bazy zasobowej torfu w Polsce, jego pozyskiwanie napotyka na poważne przeszkody, przede wszystkim z uwagi na potrzeby ochrony środowiska naturalnego. Torfowiska mają duże znaczenie jako podstawowy element retencji wód w ekosystemie i są ostoją ptactwa wodnego. Z tego powodu często obejmowane są różnymi formami ochrony przyrody. Może to skutkować tym, że znaczna część zasobów prognostycznych nigdy nie będzie przedmiotem eksploatacji.

12. SOLANKI, WODY LECZNICZE I TERMALNE

12.1. Wstęp

W niniejszej edycji „Zasobów perspektywicznych...” rozdział dotyczący wód podziemnych zaliczonych do kopalin pojawia się po raz pierwszy. Stało się tak dlatego, że część wód podziemnych (solanki, wody lecznicze i termalne) została uznana za kopaliny w 1994 r., tj. już po ukazaniu się poprzedniej edycji „Zasobów perspektywicznych...” (1993). Ponadto jest to spowodowane nowymi uwarunkowaniami gospodarczymi i politycznymi (akcesja naszego kraju w 2004 r. do Unii Europejskiej), które wymusiły konieczność wdrożenia zapisów szeregu dyrektyw UE do prawa polskiego, w tym uwzględnienia zasad zrównoważonego rozwoju.

Ustawa Prawo geologiczne i górnicze (Dz.U. 2005 r., Nr 228, poz. 1947, z późn. zm.) i związane z nią przepisy wykonawcze ustanowiły zasady poszukiwania i rozpoznawania wód podziemnych, w tym solanek, wód leczniczych i termalnych, w celu ustalenia ich zasobów eksploatacyjnych i oszacowania zasobów dyspozycyjnych. Jednocześnie zrezygnowano z dokumentowania zasobów eksploatacyjnych wód w kategoriach rozpoznania A, B, C, jak to miało miejsce do czasu wejścia wymienionej ustawy w życie.

12.2. Kryteria wydzielania solanek, wód leczniczych i termalnych

Poniżej podaje się wyjaśnienia podstawowych pojęć dotyczących wód podziemnych uznanych za kopaliny (wg Rozp. Rady Min. w sprawie złóż wód podziemnych zaliczonych do solanek, wód leczniczych i termalnych oraz złóż innych kopalin leczniczych, a także zaliczenia kopalin pospolitych z określonych złóż lub jednostek geologicznych do kopalin podstawowych, Dz. U. z 2006 r., Nr 32, poz. 220, z późn. zm.) oraz zasobów wód podziemnych (wg Rozp. Min. Śr. z 2005 r., w sprawie szczegółowych wymagań, jakim powinny odpowiadać dokumentacje hydrogeologiczne i geologiczno-inżynierskie, Dz. U. Nr 201, poz. 1673).

Do **solanek** zalicza się wody podziemne o zawartości rozpuszczonych stałych składników mineralnych wynoszącej co najmniej 35 g/dm³.

Wodami leczniczymi określa się wody podziemne niezanieczyszczone pod względem chemicznym i mikrobiologicznym, o naturalnej zmienności cech fizycznych i chemicznych, spełniające co najmniej jeden z następujących warunków:

- zawartość rozpuszczonych składników mineralnych stałych – nie mniej niż 1000 mg/dm³,
- zawartość jonu żelazawego – nie mniej niż 10 mg/dm³ (wody żelaziste),
- zawartość jonu fluorkowego – nie mniej niż 2 mg/dm³ (wody fluorkowe),
- zawartość jonu jodkowego – nie mniej niż 1 mg/dm³ (wody jodkowe),
- zawartość siarki dwuwartościowej – nie mniej niż 1 mg/dm³ (wody siarczkowe),
- zawartość kwasu metakrzemowego – nie mniej niż 70 mg/dm³ (wody krzemowe),
- zawartość radonu – nie mniej niż 74 Bq (wody radonowe),
- zawartość dwutlenku węgla niezwiązanego – nie mniej niż 250 mg/dm³ (250–999 mg/dm³ wody kwasowęglowe, ≥ 1000 mg/dm³ szczawa).

Wodami leczniczymi są wody podziemne spełniające powyższe warunki, występujące w złożach na terenie 72 miejscowości wymienionych przez Radę Ministrów w drodze rozporządzenia. Do wód leczniczych zalicza się również złoża wód podziemnych występujące we wszystkich jednostkach geologicznych, w których zawartość CO₂ jest nie mniejsza niż 250 mg/dm³.

Do **wód termalnych** zalicza się wody podziemne występujące we wszystkich jednostkach geologicznych, o temperaturze na wypływie z ujęcia co najmniej 20°C, z wyjątkiem wód odprowadzanych z odwodnienia czynnych zakładów górniczych i odwodnienia nieczynnych wyrobisk.

Aby wymienione rodzaje wód podziemnych mogły być eksploatowane, należy rozpoznać ich jakość i ilość, tzn. ustalić ich zasoby. Wyróżnia się dwa podstawowe rodzaje zasobów wód podziemnych:

Zasoby dyspozycyjne – jest to ilość wód podziemnych możliwa do pobrania z obszaru bilansowego w określonych warunkach środowiska i hydrogeologicznych, bez wskazywania szczegółowej lokalizacji i warunków techniczno-ekonomicznych ujmowania wód.

Zasoby eksploatacyjne – jest to ilość wód podziemnych możliwa do pobrania z ujęcia w danych warunkach hydrogeologicznych i techniczno-ekonomicznych, z uwzględnieniem zapotrzebowania na wodę i przy zachowaniu wymogów ochrony środowiska.

Z analizy ww. definicji zasobów wynika, iż przez zasoby perspektywiczne należy rozumieć wielkość zasobów dyspozycyjnych, pomniejszoną o sumę zatwierdzonych/przyjętych przez administrację geologiczną zasobów eksploatacyjnych na danym obszarze bilansowym.

12.3. Charakterystyka stanu rozpoznania wód

Na obszarze Polski wody podziemne zaliczone do kopalin występują dość powszechnie, na różnych głębokościach, zazwyczaj głębiej niż poziomy wód zwykłych. Zmienność budowy geologicznej i warunków hydrogeologicznych powoduje znaczne zróżnicowanie składu chemicznego tych wód (fig. 12.1).

Solanki występują w Polsce tylko w jednym złożu w Łapczycy koło Bochni, w piaskowcach miocenkich. Są wykorzystywane do produkcji soli leczniczej. Wody o podobnym składzie chemicznym (silnie zmineralizowane wody Cl–Na lub Cl–Na–Ca) występują powszechnie, zwłaszcza na Niżu Polskim, na dużych głębokościach, przeważnie rzędu 1–2 km.

Wody uznane za lecznicze występują w większości w uzdrowiskach i miejscowościach zgrupowanych w południowej części Polski, obejmującej Sudety i Karpaty wraz z zapadliskiem przedkarpackim. Znajduje się tu ponad 70% uzdrowisk i miejscowości z wodami leczniczymi. Wody lecznicze wykorzystywane są powszechnie do celów balneologicznych, do celów rozlewniczych (m.in. Krynica-Zdrój, Muszyna, Piwniczna-Zdrój, Wysowa, Polanica-Zdrój, Busko-Zdrój) oraz do wytwarzania produktów zdrojowych, takich jak sole, ługi i szlamy (Ciechocinek, Dębowiec, Iwonicz-Zdrój), czy suchego dwutlenku węgla (Duszynki-Zdrój).

Wody termalne w Polsce występują na znacznej części Niżu Polskiego (z wyjątkiem wyniesienia Łęby, Gór Świętokrzyskich i północno-wschodniej Polski), w Karpatach i na ich przedgórzu oraz w Sudetach. Na Niżu najbardziej perspektywiczne do wykorzystania są wody z utworów dolnokredowych i dolnojurańskich, występujących w obrębie rozległych basenów. W Karpatach wody termalne występują w utworach kredowych i paleogeńsko-neogeńskich oraz w utworach triasowych niecki podhalańskiej (Bańska, Biały Dunajec), charakteryzujących się niewielką powierzchnią i dużym zaangażowaniem tektonicznym. Na przedgórzu Karpat wody termalne występują w utworach: kambryjskich, dewońsko-karboń-

skich, jurajskich, kredowych i miocenijskich. Na obszarze sudeckim jest to poziom karboński w rejonie Cieplice–Jelenia Góra. Ponadto wody termalne występują m.in. w Łądku–Zdroju, Dusznikach–Zdroju oraz na wschód od Sudetów w Grabinie k. Niemodlina. Wody termalne są wykorzystywane do celów grzewczych, rekreacyjnych (kąpieliskowych) i balneologicznych.

12.4. Regionalizacja złóż wód leczniczych

Dokumentowanie zasobów wód podziemnych uznanych za kopaliny jest prowadzone w nawiązaniu do jednolitego i uznanego podziału regionalnego tych wód. Wynika to z konieczności identyfikacji obszarowej planowanych i realizowanych prac, bilansowania zasobów oraz gospodarowania zasobami.

Zgodnie z przyjętym podziałem wyróżnia się następujące prowincje wód potencjalnie leczniczych (fig. 12.1):

Prowincja A – platformy prekambryjskiej: charakteryzuje się stosunkowo płytkim występowaniem podłoża krystalicznego oraz intensywnymi procesami infiltracji, które doprowadziły do zmniejszenia mineralizacji i obniżenia temperatury wód podziemnych. Prowincja ta jest najuboższa w wody lecznicze i termalne.

Prowincja B – platformy paleozoicznej: obejmuje środkową i północno-zachodnią część Polski. Charakteryzuje się dominacją mezozoicznych pięter wodonośnych (głównie kredy dolnej, jury dolnej i triasu), w których występują przeważnie wody typu Cl–Na i Cl–Na–Ca. Najbardziej perspektywiczne pod względem występowania wód termalnych są struktury synklinalne – synklinorium brzeżne i szczecińsko-miechowskie. Pozostałe jednostki wykazują duże zróżnicowanie właściwości fizykochemicznych wód, a subregion świętokrzyski jest praktycznie pozbawiony wód leczniczych i termalnych.

Prowincja C – sudecka: obejmuje Sudety wraz z blokiem przedsudeckim. Charakteryzuje się dyslokacyjno-szczelinowymi systemami wodonośnymi i związaną z tym znaczną głębokością krążenia wód infiltracyjnych. Duże deniwelacje terenu oraz wulkanizm kenozoiczny sprzyjał formowaniu się wód termalnych.

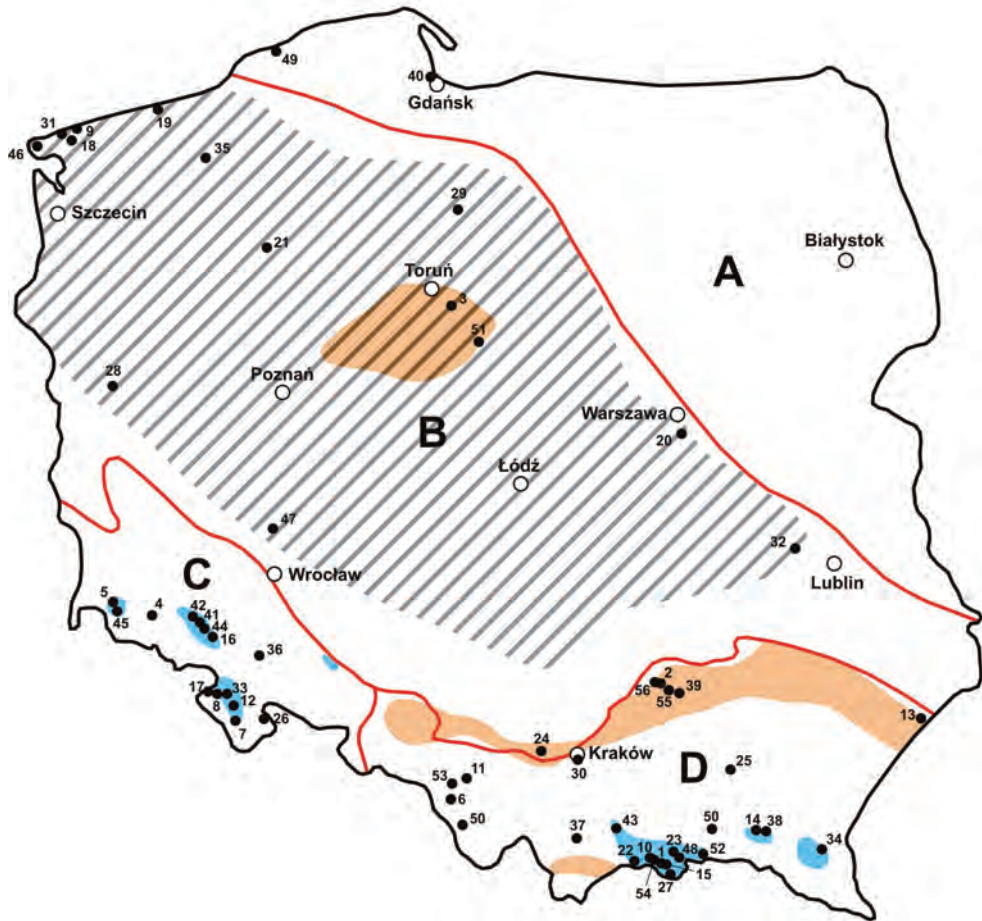
Prowincja D – karpacka: obejmuje Karpaty wraz z zapadliskiem przedkarpackim. Charakteryzuje się przewagą wód chlorkowych i dużym udziałem szczaw oraz wód siarczkowych. Podobnie jak w prowincji sudeckiej, cechuje ją współwystępowanie wód zwykłych, leczniczych i termalnych oraz płytkie przejawy tych wód, podatne na antropopresję.

Przedstawiony podział regionalny ma istotne znaczenie dla metodyki oceny zasobów. W prowincjach południowych, gdzie współczesne zasilanie osiąga znaczną głębokość, przy ocenie zasobów dyspozycyjnych ważną rolę odgrywa ich odnawialność. W prowincji platformy paleozoicznej dominuje występowanie wód chlorkowych, praktycznie nieodnawialnych, dobrze izolowanych od powierzchni. Metodyka oceny zasobów dyspozycyjnych jest tu zatem odmienna niż na południu kraju.




Wybór założeń koncepcyjnych oceny tych zasobów wspomaga klasyfikacja struktur.

Struktura otwarta – struktura, w której można zidentyfikować i wydzielić strefę zasilania, przepływu i drenażu. Wody lecznicze są w tych strukturach udostępniane przez źródła i odwierty. Typowe przykłady złóż wód leczniczych występujących w strukturach otwartych to szczawy wodorowęglanowe prowincji karpackiej i sudeckiej.

Struktura zakryta – struktura pozbawiona praktycznie możliwości odnawiania zasobów, w których jest rozpoznana tylko strefa przepływu. Wody lecznicze są w tych strukturach udo-



Obszary perspektywiczne występowania wód leczniczych

-  wód chlorkowych
-  wód siarczkowych
-  szcaw

Regionalizacja hydrogeologiczna wód leczniczych

- A** prowincja platformy prekambryjskiej
- B** prowincja platformy paleozoicznej
- C** prowincja sudecka
- D** prowincja karpacka

Występowanie wód leczniczych

1 - Andrzejówka, Miliń; 2 - Busko-Zdrój; 3 - Ciechocinek; 4 - Cieplice; 5 - Czemiawa-Zdrój; 6 - Dębowiec; 7 - Długopole-Zdrój; 8 - Duszniki-Zdrój; 9 - Dziwnówek; 10 - Głębokie, Lomnica-Zdrój, Płwniczna-Zdrój; 11 - Goczałkowice-Zdrój; 12 - Gorzanów, Szczawina; 13 - Horyniec-Zdrój; 14 - Iwonicz-Zdrój, Lubatówka; 15 - Jastrzębik, Muszyna, Powroźnik, Szczawnik, Złockie; 16 - Jedlina-Zdrój; 17 - Jeleniów, Kudowa-Zdrój; 18 - Kamień Pomorski; 19 - Kolobrzeg; 20 - Konstancin-Jeziorna; 21 - Kotuń; 22 - Krościenko n/Dunajcem, Szczawnica; 23 - Krynica-Zdrój; 24 - Krzeszowice; 25 - Latoszyn; 26 - Łądek-Zdrój; 27 - Leluchów; 28 - Łagów; 29 - Marusza; 30 - Kraków-Mateczny, Kraków-Swoszowice; 31 - Międzywózie; 32 - Nałęczów; 33 - Polanica-Zdrój, Stary Wielisław; 34 - Polańczyk; 35 - Polczyn-Zdrój; 36 - Przerzeczyn-Zdrój; 37 - Rabka-Zdrój; 38 - Rymanów-Zdrój; 39 - Solec-Zdrój, Wełnin; 40 - Sopot; 41 - Stare Bogaczowice; 42 - Stare Rochowice; 43 - Szczawa; 44 - Szczawno-Zdrój; 45 - Świeradów-Zdrój; 46 - Świnoujście; 47 - Trzebnica; 48 - Tylisz; 49 - Ustka; 50 - Wapienne; 51 - Wieniec-Zdrój; 52 - Wysowa; 53 - Zabłocie; 54 - Zubrzyk, Żegiestów; 55 - Dobrowoda; 56 - Las Winiarski

Figura 12.1. Mapa obszarów perspektywicznych wód potencjalnie leczniczych

stępniane przez odwierty. Typowym przykładem struktur zakrytych są serie wodonośne z wysokozmineralizowanymi wodami chlorkowymi, występujące w głębszych partiach platformy prekambryjskiej i paleozoicznej.

Struktura półzakryta – struktura, w której jedna lub dwie z wymienionych stref (tj. zasilania, przepływu i drenażu) są ukryte, natomiast można wydzielić strefy pozostałe. Typowym przykładem struktury półzakrytej jest złożo wód termalnych basenu Podhala.

12.5. Metodyka ustalania zasobów

W procesie dokumentowania zasobów wód leczniczych ustaleniu podlegają:

- zasoby eksploatacyjne [m^3/h i/lub m^3/d],
- zasoby dyspozycyjne [m^3/d].

Dobór metody oceny zasobów dyspozycyjnych powinien zależeć od typu struktury hydrogeologicznej, w której wody występują. Przy ocenie zasobów dyspozycyjnych trzeba wyznaczyć obszar zasobowy.

Obszar zasobowy w strukturach otwartych powinno się wyznaczać w nawiązaniu do zlewni hydrograficznych, na podstawie rozpoznanych systemów krążenia wód podziemnych. Podstawą do wyznaczenia zasobów dyspozycyjnych są ich zasoby odnawialne. Główny problem oceny zasobów odnawialnych w tego typu strukturach wynika ze współwystępowania w tym samym systemie wodonośnym wód zwykłych oraz wód leczniczych. Powoduje to trudności w rozdzieleniu wielkości zasobów obu typów wód.

Obszar zasobowy w strukturach półzakrytych powinno się wyznaczać w powiązaniu z obszarem zasilania. Podobnie jak w przypadku struktur otwartych, podstawą do wyznaczenia zasobów dyspozycyjnych są zasoby odnawialne. Obszar zasobowy ogranicza się zazwyczaj do warstwy z wodami leczniczymi. Zasoby dyspozycyjne tych struktur powinny być oparte na ocenie zasobów eksploatacyjnych istniejących ujęć.

Zasoby dyspozycyjne w strukturach zakrytych, dużych, z ograniczoną odnawialnością ustala się bez ograniczeń czasowych. Dla struktur małych, w których odnawialność nie istnieje, trwałość tych zasobów nie powinna przekraczać 25 lat.

Zasoby dyspozycyjne wód podziemnych zaliczonych do kopalin wynoszą ogółem $771,7 \text{ m}^3/\text{h}$ (tab.12.1). Zasoby takie zostały ustalone dla 15 złóż. Należy jednak zaznaczyć, iż część wyznaczonych zasobów będzie wymagać weryfikacji.

Tabela 12.1. Zasoby perspektywiczne wód podziemnych uznanych za kopaliny wg stanu na 31.12.2009 r.

Nazwa złoża	Zasoby dyspozycyjne [m ³ /h]	Zasoby eksploatacyjne [m ³ /h]	Zasoby perspektywiczne [m ³ /h]
Busko-Zdrój	14,58	16,75	zasoby wymagają weryfikacji
Dębowiec	74,13	5,67	68,46
Goczałkowice-Zdrój	329,80	2,34	327,46
Horyniec-Zdrój	44,80	26,40	18,40
Solec-Zdrój	7,00	0,96	6,04
Krynica-Zdrój	57,40	33,26	24,14
Leluchów	0,84	0,40	0,44
Łomnica-Zdrój	32,70	20,47	12,23
Milik	22,90	12,12	10,78
Muszyna	71,40	90,08	zasoby wymagają weryfikacji
Piwniczna-Zdrój	33,30	24,95	8,35
Szczawicze	6,03	3,69	2,34
Tylicz	48,42	16,40	32,02
Ustroń	25,00	2,20	22,80
Żegiestów-Zdrój	3,40	4,90	zasoby wymagają weryfikacji
Razem	771,70	260,59	

12.6. Obszary perspektywiczne

Wody termalne

Perspektywy odkrycia i udokumentowania nowych zasobów wód termalnych na Niżu Polskim są związane z poziomami wodonośnymi zbadanymi wstępnie głębokimi otworami badawczymi PIG. Perspektywy te występują zwłaszcza na obszarach basenów dolnej kredy i dolnej jury Niżu Polskiego (fig. 12.2). Bazują na nich już zrealizowane projekty, takie jak geotermia w Przycach, Stargardzie Szczecińskim, Uniejowie i Mszczonowie. W Karpatach obszarem perspektywnym jest Podhale, choć rosnąca wciąż liczba ujęć powoli zaczyna ograniczać zasoby wód termalnych możliwych do wykorzystania. W Sudetach obszary perspektywiczne mają charakter punktowy i są związane ze strefami tektonicznymi. Najbardziej perspektywny wydaje się być rejon Cieplic, poza tym okolice Łądka-Zdroju, Dusznik-Zdroju, Kudowy-Zdroju, Szklarskiej Poręby, Świeradowa-Zdroju, masywu Śnieżnika oraz Grabina na przedgórzu sudeckim.

Solanki

Wody podziemne, które mogą być w przyszłości zaliczone do solanek, występują powszechnie, przede wszystkim na Niżu Polskim, na ogół na głębokości 2000–3000 m. Obszar ten, z wyjątkiem wyniesienia mazursko-suwałskiego, zapadliska podlaskiego i Gór Świętokrzyskich, jest traktowany jako rejon perspektywny dla pozyskania silnie zmineralizowa-

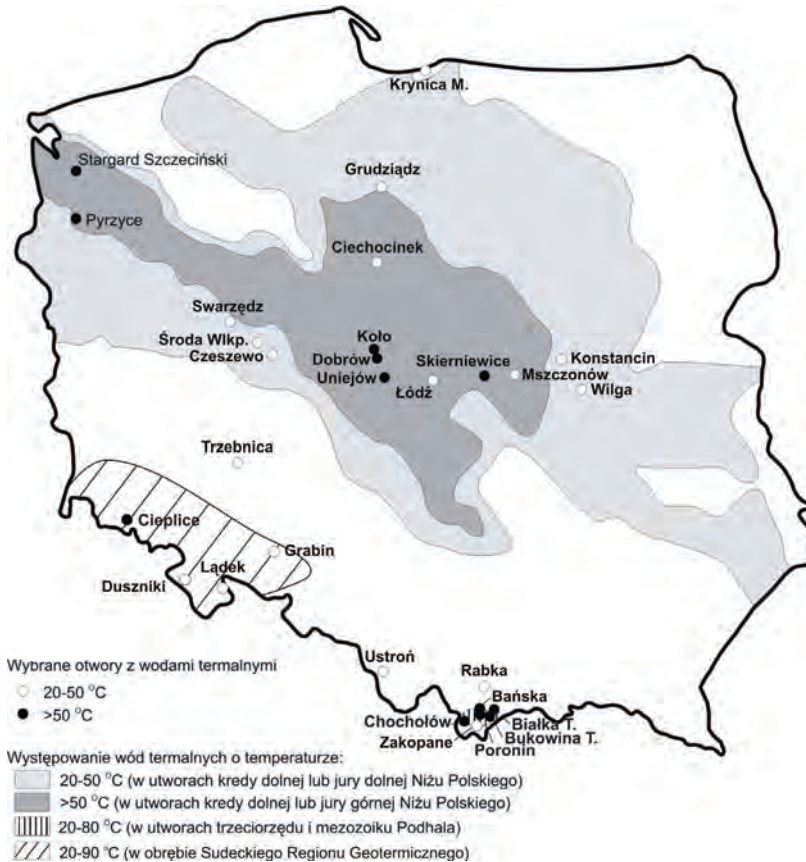


Figura 12.2. Obszary perspektywiczne występowania wód termalnych

nych wód chlorkowych. Z uwagi na temperaturę, wody te mogą być również uznane za termalne. W południowej części kraju perspektywy ujęcia wód o charakterze solanek istnieją w Karpatach fliszowych, jednak w porównaniu z Nizem, należy spodziewać się niższej temperatury wód i znacznie mniejszej wydajności ujęć.

Wody lecznicze

W przypadku szczaw odkrycie nowych złóż jest możliwe w Sudetach (przedgórze, Ziemia Kłodzka, okolice Wałbrzycha, rejon izerski). W Karpatach perspektywy nowych odkryć nie są wykluczone, zwłaszcza w dolinie Popradu oraz w antyklinach centralnej depresji karpackiej, ale znacznych zasobów nie należy się spodziewać. W rejonie karpackim, z uwagi na znaczną dynamikę wzrostu eksploatacji, ważne jest, aby dokonać ponownej oceny zasobów eksploatacyjnych i dyspozycyjnych złóż już istniejących.

Obszarami perspektywicznymi wód chlorkowych są utwory jury dolnej i kredy dolnej synklinorium szczecińsko-mogileńsko-łódzkiego oraz niecki brzeźnej, także monoklina przed-

sudecka i antyklinorium środkowopolskie. Mało atrakcyjne są natomiast rejony obniżenia podlaskiego, syneklizy perybałtyckiej, zapadliska przedkarpackiego i Karpat.

Perspektywy udokumentowania nowych wód siarczkowych są przede wszystkim w zapadlisku przedkarpackim i na Niżu Polskim. Istnieją duże perspektywy udokumentowania zasobów wód żelazistych (około 70% zwykłych wód podziemnych to wody żelaziste) i radonowych (Sudety). Wody żelaziste nie należą jednak do poszukiwanych surowców leczniczych, a wody radonowe wzbudzają zastrzeżenia ze względu na szkodliwe oddziaływanie radonu.

Podsumowując, na obszarze Polski istnieją duże możliwości udokumentowania nowych zasobów wód podziemnych uznanych za kopaliny. W wielu regionach mogą one stanowić dobrą podstawę surowcową do rozwoju funkcji leczniczych, rekreacyjnych i ciepłowniczych.

12.7. Bariery i ograniczenia

Bariery i ograniczenia związane z ustalaniem zasobów wód podziemnych zaliczonych do kopalin są związane głównie z wymogami ochrony środowiska. Zgodnie z definicją, zasoby dyspozycyjne wód podziemnych są bowiem możliwe do zagospodarowania i eksploataowania z uwzględnieniem ograniczeń przyrodniczych.

Do najistotniejszych z nich należą:

- zachowanie określonych wydajności źródeł i przepływów w ciekach powierzchniowych;
- zachowanie minimalnych rzędnych stanów wód powierzchniowych i zwierciadła wód podziemnych;
- nieprzekraczanie dopuszczalnych zmian składników bilansowych;
- niedopuszczenie do zwiększenia dopuszczalnego zasilania infiltracyjnego pod wpływem stosowanych wymuszeń szczypania zasobów;
- nieprzekraczanie dopuszczalnego natężenia dopływów brzegowych z sąsiednich jednostek lub systemów hydrogeologicznych bądź infiltracji z wód powierzchniowych;
- nieprzekraczanie dopuszczalnego zasilania międzywarstwowego, szczególnie pomiędzy poziomami wód zwykłych i mineralnych o innym typie chemicznym;
- niedopuszczenie do istotnych zmian parametrów fizykochemicznych, składu chemicznego, jakości wód podziemnych wywołanych intensyfikacją poboru;
- zachowanie innych ograniczeń związanych z ochroną przyrody i powierzchni Ziemi.

Bardzo często kryteria ograniczające stopień wykorzystania zasobów dyspozycyjnych wód podziemnych są różne dla poszczególnych poziomów wodonośnych. W głębokich, w pełni izolowanych strukturach hydrogeologicznych kryteria środowiskowe mogą być pomijane. Z kolei w przypadku współwystępowania wód zwykłych i zaliczonych do kopalin, kiedy to obszary zasilania, przepływu i naturalnego drenażu są wspólne dla obu typów wód, konieczne jest wykonanie szerszej analizy.

Ograniczeniem w ustaleniu wielkości zasobów dyspozycyjnych jest także konieczność zachowania określonego poziomu zasobów sprężystych. Dla złóż o niewielkich rozmiarach zasoby dyspozycyjne nie powinny przekraczać 10% wysokości ustalonych dla nich zasobów sprężystych, w złożach dużych wskaźnik ten powinien wynosić nie więcej niż 30%.

Zasoby dyspozycyjne wód podziemnych są ograniczone w czasie. Dopuszczalny okres eksploatacji, odpowiednio dla złóż małych i dużych, powinien wynosić do 10 i 25 lat. Po tym okresie zasoby dyspozycyjne należy wyznaczyć ponownie bądź zweryfikować na podstawie wyników eksploatacji.

12.8. Rekomendacje dalszych prac

Z uwagi na to, iż stosunkowo niewiele złóż wód podziemnych zaliczonych do kopalni posiada ustalone zasoby dyspozycyjne, konieczne jest prowadzenie dalszych prac, zmierzających do poprawy stanu rozpoznania hydrogeologicznego. Jest to szczególnie istotne w przypadku korzystania ze złóż i podejmowania prac dokumentacyjnych dotyczących określenia zasobów eksploatacyjnych poszczególnych ujęć przez kilka podmiotów gospodarczych. W efekcie działalność taka prowadzi bowiem do konfliktu interesów (np. dolina Popradu, rejon Buska-Zdroju).

Dalsze prace w zakresie dokumentowania zasobów dyspozycyjnych wód podziemnych powinny być prowadzone w oparciu o kilka podstawowych zasad. Przede wszystkim bariery i ograniczenia środowiskowe eksploatacji zasobów dyspozycyjnych wód podziemnych w pełny sposób można uwzględnić posługując się w procesie ustalania wielkości zasobów metodą modelowania matematycznego. W dotychczasowej praktyce określanie zasobów dyspozycyjnych odbywało się na podstawie metody analogii hydrogeologicznej, sprowadzającej się najczęściej do przyjęcia za zasoby dyspozycyjne określonego procentu zasobów odnawialnych.

Na obszarach stwierdzonego współwystępowania wód zwykłych i zaliczonych do kopalni, w przypadku gdy istnieje podejrzenie, iż pobór wód zwykłych uszczupli zasoby lub zgrozi stałości składu chemicznego wód leczniczych, termalnych lub solanek, przy ustalaniu zasobów dyspozycyjnych należy unikać określania i wnioskowania o ustalenie zasobów dyspozycyjnych wód zwykłych.

W procesie ustalania zasobów dyspozycyjnych wód podziemnych zaliczonych do kopalni zaleca się wykonywanie badań składu izotopowego wód. Jest to szczególnie istotne w przypadkach odnawialnych systemów hydrogeologicznych, gdy wody zwykłe, infiltrujące z powierzchni terenu, mineralizują się podczas kontaktu ze skałą. Badania składu izotopowego pozwalają wówczas na określenie czasu przebywania wód w systemach wodonośnych, a w strefach mieszania się wód wgłębnym z wodami płytkiego krążenia pozwalają na określenie proporcji wynikających z ich mieszania się.

12.9. Wnioski

1. Solanki, wody lecznicze i termalne stanowią przedmiot coraz szerszego zainteresowania ekonomicznego. Analizując ostatnich kilkanaście lat (1998–2009), kiedy to zestawienie bilansowe przyjęło formę stosowaną obecnie, liczba udokumentowanych złóż wód podziemnych uznanych za kopaliny wzrosła z 46 do 83. Spowodowało to ponaddwukrotny wzrost wielkości ustalonych zasobów eksploatacyjnych, z 1971 m³/h do 4027 m³/h. Podobny wzrost odnotowano w przypadku wydobywania wód, które w roku 1998 wynosiło 3 265 746 m³/rok, a wg stanu na 2009 r. kształtuje się na poziomie 7 892 163 m³/rok. W omawianym okresie trwały także prace związane z dokumentowaniem zasobów dyspo-

zycyjnych złóż, udostępnionych ujęciami posiadającymi ustalone zasoby eksploatacyjne. W efekcie, wg stanu na 31.12.2009 r. zasoby dyspozycyjne zostały oszacowane dla 15 złóż, dla których określono zasoby perspektywiczne. Dla porównania w roku 1998 liczba tych złóż wynosiła 3. Zainteresowanie wodami podziemnymi uznanymi za kopaliny potwierdzają liczne koncesje na poszukiwanie i rozpoznawanie złóż tych wód, które udzielił Minister Środowiska.

2. W ostatnich latach wzrosło zainteresowanie przydatnością wód termalnych jako nośnika energii cieplej. W 1997 r. Unia Europejska wydała dokument, w którym założono, że w krajach UE w 2010 r. udział energii odnawialnej w używanej energii powinien wynosić 12%. W 2006 r. Parlament Europejski wezwał do intensyfikacji rozwoju pozyskiwania energii ze źródeł odnawialnych, uznając go za jeden z trzech kierunków priorytowych. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (2009/28/WE z dn. 23.04.2009 r.) w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych nałożyła na nasz kraj obowiązek osiągnięcia udziału energii ze źródeł odnawialnych w końcowym zużyciu energii brutto w 2020 r. na poziomie 15%. W wyniku prowadzonych w Polsce prac badawczych wynika, iż około $\frac{2}{3}$ powierzchni Polski jest uznawane za perspektywiczne pod względem możliwości technologicznych zagospodarowania energii geotermalnej, a około 40% powierzchni kraju posiada korzystne warunki ekonomiczne do budowy zakładów geotermalnych. Oprócz istniejących zakładów geotermalnych produkujących energię ciepłą wody termalne są wykorzystywane w kompleksach basenów rekreacyjnych. Ostatnio kąpieliska takie powstały m.in. w Mszczonowie, Zakopanem, Uniejowie i Bukowinie Tatrzańskiej, a w wielu innych miejscach są w fazie projektowej.
3. W przypadku wód leczniczych ich tradycyjne wykorzystywanie w uzdrowiskach państwowych ulega przekształceniu. Prywatyzacja uzdrowisk i związana z tym ich modernizacja oraz powstawanie ośrodków typu spa powodują, że zapotrzebowanie na wodę dla celów leczniczych szybko wzrasta. Rozwój rozlewnictwa wód leczniczych zwiększa potrzebę racjonalnej gospodarki zasobami tych wód.
4. Wykorzystanie istniejących zasobów perspektywicznych wód podziemnych zaliczonych do kopaliny jest ograniczone wieloma czynnikami. Do najważniejszych z nich należy zaliczyć wysoki stopień ryzyka geologicznego przy znacznych nakładach inwestycyjnych (dotyczy zwłaszcza wód termalnych) oraz odprowadzanie dużej ilości wód zużytych, w niektórych przypadkach wiążące się z wykonaniem instalacji do włączania takich wód do górotworu. Ponadto nadmierna eksploatacja wód leczniczych, zwłaszcza na obszarach występowania zjawiska tzw. współwystępowania wód leczniczych i zwykłych, może prowadzić do pogorszenia stanu jakościowego i ilościowego zasobów wód pitnych.
5. Aby zapewnić racjonalną gospodarkę złożami wód podziemnych zaliczonych do kopaliny należy przede wszystkim kontynuować w skali kraju dokumentowanie zasobów dyspozycyjnych tych wód z wykorzystaniem najnowszych metod badawczych, a następnie, jeśli zajdzie taka potrzeba, należy dokonać weryfikacji zasobów eksploatacyjnych poszczególnych ujęć.

