

# WALORYZACJA ZŁÓŻ SUROWCÓW SKALNYCH WOJEWÓDZTWA ŁÓDZKIEGO

## VALORISATION OF OF INDUSTRIAL ROCKS DEPOSITS IN LODZ VOIVODSHIP

Urszula Kaźmierczak, Justyna Górniak-Zimroz - Instytut Górnictwa, Politechnika Wrocławska

*W publikacji przeprowadzono waloryzację udokumentowanych i niezagospodarowanych złóż surowców skalnych województwa łódzkiego przy wykorzystaniu metody waloryzacji i hierarchizacji Niecia i Radwanek-Bąk, opierającej się na czterech obszarach waloryzacji: kryteriach geologiczno-surowcowych, atrakcyjności górniczej, ograniczeń środowiskowych i ograniczeń planistycznych. Pierwszy etap waloryzacji surowcowo-zasobowej wykazał, że spośród 508 udokumentowanych i nieeksploatowanych złóż 13 złóż należy do klasy ochrony N (najwyższej) i 17 do klasy W (wysokiej). Pozostałe waloryzowane złoża zakwalifikowano do klasy Z, tj. o znaczeniu lokalnym. Dalszej waloryzacji zostały poddane złoża o walorach ponadlokalnych. W przypadku kryteriów górniczych dogodne warunki posiada 11 złóż a utrudnione 12 złóż. Kolejny etap waloryzacji wykazał, że wymagania środowiskowe nie stanowią ograniczeń jedynie dla 2 złóż piaskowca i wapieni przemysłu wapienniczego. Natomiast dla 11 złóż czynniki środowiskowe są czynnikami ograniczającymi dostępność eksploatacji. Z kolei uwarunkowania planistyczne nie stanowią bariery dla wykorzystania 20 badanych złóż, w przypadku 7 częściowo tą możliwością ograniczają a dla 3 złóż obecnie wręcz wykluczają. Reasumując najbardziej atrakcyjnymi złożami z uwagi na walory surowcowe, dostępność górniczą i środowiskową są złoża: wapieni przemysłu cementowego – Mariampol-Stok (NWWN) piaskowców – Chełmska Góra II i Góry Borowskie (WNWN), Chełmska Góra II (WWWN) oraz Sielec II (WWNN), piasków i żwirów – Góry Borowskie, Kalenice (WNWN), surowców ilastych ceramiki budowlanej: Ruda (Goryń) (WWWN) i Złote (WWWW).*

**Słowa kluczowe:** waloryzacja, hierarchizacja, surowce skalne, górnictwo odkrywkowe

*A result of valorization of industrial rock deposits is presented in the paper. Special class of deposits was considered, namely explored (i.e. recognized from geological point of view) but not exploited till now. A methodology proposed by Niec and Radwanek-Bak was used to valorize deposits. This approach is based on four aspects: geological criteria, mining conditions, environmental and planning constraints. The first stage (preliminary classification according to geological criteria) of raw material and resource valorization showed that only 13 deposit belongs to the highest class (N) and 17 can be referred as class high (W) for 508 of investigated, documented and unexploited deposits. Rest of deposits have been associated to class Z ("with local importance"). Second step of deposits valorization takes into account mining conditions. However, deposits belong to the highest and high class were used for analysis. This stage of analysis provided two group of deposits: 11 deposits are attractive (from mining perspective) and 12 deposits are difficult to mine. Environmental constraints can be neglected for 2 deposits (sandstone and limestone deposits of lime industry). However, environmental factors can be considered as constraints for 11 deposits. Planning aspects are not critical for 20 considered deposits, for 7 deposits these factors make exploitation difficult and the last group of 3 deposits cannot be mined due to planning constraints. So finally, one may conclude that, taking into account mentioned above four criteria, the most attractive deposits are: limestone for cement industry - Mariampol-Stok (NWWN), sandstone - Chełmska Góra II and Góry Borowskie (WNWN), Chełmska Góra II (WWWN) and Sielec II (WWNN), sand and gravel - Góry Borowskie, Kalenice (WNWN) ceramic clay building materials: Ruda (Goryń) (WWWN) and Złote (WWWW).*

**Key words:** valorization, hierarchy, rock materials, open-cast mining

### Wstęp

Zasoby złóż surowców mineralnych są jednym ze składników kapitału przyrodniczego, który jest i powinien być brany pod uwagę w planowaniu i realizacji programów rozwoju społeczno-gospodarczego. Wartość zasobów złóż surowców oraz ich wpływ na gospodarkę zależy od skali oceny, która ma wyraźny charakter przestrzenny. Ocena ta zależy od siły

wzajemnego powiązania wszystkich elementów środowiska, które zawsze pozostają w stosunku do siebie w ścisłym związku jakościowym i ilościowym. Poważnymi trudnościami analizy tych zagadnień jest zmienność komponentów środowiska w czasie. Np. zmiana w pewnym momencie statusu prawnego obszaru środowiska ze zwykłego (użytkowania) na chroniony może spowodować, że takie walory jak jakość i zasoby znajdujące się na tym obszarze złoża surowca mineralnego stają

Tab. 1 Waloryzacja zasobowo-surowcowa wybranych surowców skalnych [2]

Tab.1 Valorization raw rock materials deposits [2]

| Skąły zwięzłe bloczne                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                            |                                                                                                                        |                                                                                                                                   |                                                      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| Jakość / wielkość zasobów                                                                                                                                                                                                                                                               | Możliwość uzyskania bloków dużych i bardzo dużych (>1,5 m³) bloków średnich (1,5 – 1,0 m³), o trwałym polerze lub o walorach dekoracyjnych | Możliwość uzyskania bloków średnich i małych(1,5 – 0,5 m³) nie przyjmujących poleru                                    | Możliwość uzyskania bloków małych: do 0,5 m³                                                                                      |                                                      |
| >10 Mt                                                                                                                                                                                                                                                                                  | N                                                                                                                                          | W                                                                                                                      | W                                                                                                                                 |                                                      |
| 10-2 Mt                                                                                                                                                                                                                                                                                 | N                                                                                                                                          | W                                                                                                                      | W                                                                                                                                 |                                                      |
| <2 Mt                                                                                                                                                                                                                                                                                   | W                                                                                                                                          | W                                                                                                                      | W                                                                                                                                 |                                                      |
| Wapienie, wapienie margliste                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                            |                                                                                                                        |                                                                                                                                   |                                                      |
| Jakość / wielkość zasobów                                                                                                                                                                                                                                                               | >50 % CaO<br>≤ 2% MgO<br>< 2% SiO₂, <0,5 % Fe₂O₃                                                                                           | 42 – 50 % CaO ≤2,5 % MgO bliskość złóż kopalin korygujących do produkcji cementu                                       | < 50 % CaO i >2,5% MgO albo >50 % CaO,> 2% MgO, >2% SiO₂, > 0,5 % Fe₂O₃ nie przydatne dla przemysłu wapienniczego lub cementowego |                                                      |
| >70 Mt                                                                                                                                                                                                                                                                                  | N                                                                                                                                          | N                                                                                                                      | waloryzacja jak złóż kopalin zwięzłych nieblocznych                                                                               |                                                      |
| 70- 20Mt                                                                                                                                                                                                                                                                                | N                                                                                                                                          | W                                                                                                                      |                                                                                                                                   |                                                      |
| <20 Mt                                                                                                                                                                                                                                                                                  | W                                                                                                                                          | W/Z*                                                                                                                   |                                                                                                                                   |                                                      |
| Inne skąły zwięzłe niebloczne                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                            |                                                                                                                        |                                                                                                                                   |                                                      |
| Jakość / wielkość zasobów                                                                                                                                                                                                                                                               | Do produkcji kruszyw budowlanych lub drogowych ponad 50% I klasy (wg dotychczasowych norm dla budownictwa drogowego*)                      | Do produkcji kruszyw budowlanych lub drogowych - głównie II klasy (wg dotychczasowych norm dla budownictwa drogowego*) | Do produkcji kruszyw budowlanych lub drogowych III i niższych (wg dotychczasowych norm dla budownictwa drogowego*)                |                                                      |
| >20 Mt                                                                                                                                                                                                                                                                                  | W                                                                                                                                          | W                                                                                                                      | Z                                                                                                                                 |                                                      |
| 20-5 Mt                                                                                                                                                                                                                                                                                 | W                                                                                                                                          | Z                                                                                                                      | Z                                                                                                                                 |                                                      |
| < 5Mt                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Z                                                                                                                                          | Z                                                                                                                      | Z                                                                                                                                 |                                                      |
| Piaski i żwir                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                            |                                                                                                                        |                                                                                                                                   |                                                      |
| Jakość / wielkość zasobów                                                                                                                                                                                                                                                               | Zawartość frakcji ≥= 2,0 (2,5 ) mm* ponad 50 % (punkt piaskowy do 50%)                                                                     | Zawartość frakcji żwirowej* 50 – 25 % (punkt piaskowy 50-75%)                                                          | Zawartość frakcji żwirowej* poniżej 25 % (punkt piaskowy ponad 75%)                                                               |                                                      |
| >20 Mt                                                                                                                                                                                                                                                                                  | W                                                                                                                                          | W                                                                                                                      | Waloryzowane jako piaski                                                                                                          |                                                      |
| 10-5Mt                                                                                                                                                                                                                                                                                  | W                                                                                                                                          | Z                                                                                                                      |                                                                                                                                   |                                                      |
| < 5 Mt                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Z                                                                                                                                          | Z                                                                                                                      |                                                                                                                                   |                                                      |
| * zawartość frakcji żwirowej i grubszej lub punkt piaskowy (zawartość frakcji poniżej 2,5 mm lub 2,0 mm) średnia w profilu złoża . W przypadku złóż dwukopalinowych (piasków i piasków ze żwirem w wydzielanych odrębnie warstwach - średnia w całej serii piasków i piasków ze żwirem) |                                                                                                                                            |                                                                                                                        |                                                                                                                                   |                                                      |
| Piaski                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                            |                                                                                                                        |                                                                                                                                   |                                                      |
| Jakość / wielkość zasobów                                                                                                                                                                                                                                                               | >95 % SiO₂ (ziarn kwarcu), <0,1 % Fe₂O₃ w piasku płukanym                                                                                  | >85 % ziarn kwarcu, < 5 % pyłów mineralnych                                                                            | Pozostałe (zwykle piaski budowlane)                                                                                               |                                                      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                            |                                                                                                                        | - 10-25 % frakcji żwirowej w regionach deficytowych*                                                                              | do 25 % frakcji żwirowej poza regionami deficytowymi |
| >10 mln t                                                                                                                                                                                                                                                                               | N                                                                                                                                          | W                                                                                                                      | W                                                                                                                                 | Z                                                    |
| 10-1 mln t                                                                                                                                                                                                                                                                              | W                                                                                                                                          | W                                                                                                                      | W                                                                                                                                 | Z                                                    |
| < 1 mln t                                                                                                                                                                                                                                                                               | Z                                                                                                                                          | Z                                                                                                                      | Z                                                                                                                                 | Z                                                    |
| *Regiony deficytowe:<br>Województwa: świętokrzyskie, lubelskie, łódzkie, mazowieckie, wielkopolskie, kujawsko-pomorskie, pomorskie                                                                                                                                                      |                                                                                                                                            |                                                                                                                        |                                                                                                                                   |                                                      |
| Kopaliny ilaste ceramiki budowlanej i produkcji kermazytu                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                            |                                                                                                                        |                                                                                                                                   |                                                      |
| Jakość/ wielkość zasobów                                                                                                                                                                                                                                                                | Kopaliny ilaste dokumentowane do produkcji keramzytu: >40% frakcji <0,01 mm, współczynnik pęcznienia >2,5                                  | Kopaliny ilaste do produkcji wyrobów dachowych: skurczliwość suszenia >8%, zawartość „margla” <0,05%                   | Kopaliny ilaste do produkcji wyrobów cienkościennych ceramiki budowlanej: skurczliwość suszenia >7%, zawartość „margla” <0,1%     | Pozostałe                                            |
| >5 Mm³                                                                                                                                                                                                                                                                                  | W                                                                                                                                          | W                                                                                                                      | W                                                                                                                                 | Z                                                    |
| 1-5 Mm³                                                                                                                                                                                                                                                                                 | W                                                                                                                                          | W                                                                                                                      | Z                                                                                                                                 | Z                                                    |
| <1 Mm³                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Z                                                                                                                                          | Z                                                                                                                      | Z                                                                                                                                 | Z                                                    |

się gospodarczo mniej atrakcyjne z powodu wyższych kosztów środowiskowych eksploatacji takich złóż [1]. Jednak nie wszystkie złoża surowców powinny mieć priorytet przed innymi komponentami środowiska. Tak więc waloryzacja złóż kopalin skalnych, rozumiana jako ustalenie znaczenia poszczególnych złóż dla gospodarki z jednoczesnym uwzględnieniem konfliktowości na różnych płaszczyznach, jest niezbędnym elementem w celu ewentualnej ich ochrony [3]. Celem takiej ochrony jest zabezpieczenie dostępności kopalin udokumentowanych złóż

zach w celu ich gospodarczego wykorzystania w przyszłości zgodnie z zasadą zrównoważonego rozwoju [5].

Celem niniejszej publikacji jest przedstawienie wyników waloryzacji udokumentowanych i nieeksploatowanych złóż surowców skalnych województwa łódzkiego. Waloryzacja ta ma na celu identyfikację złóż o najwyższych walorach zasobowo-surowcowych oraz atrakcyjnych, pod względem występujących na ich terenie, czynników środowiskowych i planistycznych.

Tab. 2. Waloryzacja górnictwa złóż (punktacja 1-dobre, 2-utrudnione, 3- trudne) [2]

Tab. 2. Valorisation using Mining criteria (scoring 1-good, 2-difficult, 3- hard) [2]

| 1. Warunki występowania złoża (nadkład)                                                        |                                                                             |                                                            |                                                    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| N/Z                                                                                            | Grubość nadkładu [m]                                                        |                                                            |                                                    |
|                                                                                                | Do 2                                                                        | 2 – 8                                                      | >8<br><8 trudnourabialny*                          |
| <0,5                                                                                           | 1                                                                           | 2                                                          | 3                                                  |
| 0,5 - 1                                                                                        | 2                                                                           | 2                                                          | 3                                                  |
| >1                                                                                             | 3                                                                           | 3                                                          | 3                                                  |
| *wymaga użycia materiałów wybuchowych                                                          |                                                                             |                                                            |                                                    |
| 2. Stopień skomplikowania budowy złoża i dopływ wody                                           |                                                                             |                                                            |                                                    |
| Budowa wewnętrzna złoża, tektonika grupa zmienności                                            | Dopływ wody                                                                 |                                                            |                                                    |
|                                                                                                | Wyrobyisko* stokowe lub eksploatacja spod wody                              | Wyrobyisko* wgłębne. Tylko doraźnie wody opadowe           | Wyrobyisko* wgłębne. dopływ z poziomów wodonośnych |
| Budowa prosta, jednorodna<br>Gr. I**                                                           | 1                                                                           | 2                                                          | 3                                                  |
| Złożona, zaburzenia tektoniczne lub kilka odmian kopalin (eksploatacja selektywna)<br>Gr. II** | 2                                                                           | 2                                                          | 3                                                  |
| Złożona j.w. oraz liczne ciała obce (kras, dajki), brak ciągłości (uskoki)<br>Gr. III **       | 3                                                                           | 3                                                          | 3                                                  |
| *przewidywane, ** wg zasad dokumentowania złóż                                                 |                                                                             |                                                            |                                                    |
| 3. Dostępność złoża                                                                            |                                                                             |                                                            |                                                    |
| Dostępność komunikacyjna                                                                       | Odbiorcy surowca istniejący                                                 |                                                            |                                                    |
|                                                                                                | bliscy<br>PŻ do 50 km<br>KŁ do 100 km<br>W, ICB do 2<br>Inne bez ograniczeń | dalecy PŻ do 100 km<br>KŁ do 200 km<br>W do 20<br>ICB do 5 | bardzo dalecy lub brak                             |
| Dobra przy głównych szlakach komunikacyjnych (do 10 km) istnieją drogi dojazdowe               | 1                                                                           | 2                                                          | 3                                                  |
| Utrudniona, główne szlaki komunikacyjne >10 km istnieją drogi dojazdowe                        | 2                                                                           | 2                                                          | 3                                                  |
| Brak: główne szlaki komunikacyjne >10 km, brak dróg dojazdowych                                | 3                                                                           | 3                                                          | 3                                                  |
| KLASA ZŁOŻA                                                                                    |                                                                             |                                                            |                                                    |
| Suma punktów                                                                                   |                                                                             | Klasa złoża                                                |                                                    |
| 3-4                                                                                            |                                                                             | N                                                          |                                                    |
| 5-6                                                                                            |                                                                             | W                                                          |                                                    |
| 7-8                                                                                            |                                                                             | Z                                                          |                                                    |
| 9                                                                                              |                                                                             | X                                                          |                                                    |

## Metoda waloryzacji

Waloryzacja złóż przeprowadzona została na podstawie metody waloryzacji i hierarchizacji złóż kopalin skalnych Niecia i Radwanek-Bąk [2]. Metoda ta opiera się na czterech obszarach waloryzacji: walorów złożowo-surowcowych (zasobów i jakości kopaliny), atrakcyjności górniczej, ograniczonej możliwości wykorzystania wobec wymagań ochrony środowiska i ograniczonej dostępności przez zagospodarowanie terenu złożowego. Zostały one ujęte w cztery grupy kryteriów waloryzacji: kryteria geologiczno-złożowe, górnicze, środowiskowe i planistyczne. Warto dodać, że kryteria te są nierównoważne i waloryzacja powinna być przeprowadzana niezależnie ale na ich podstawie.

Grupa kryteriów geologiczno-złożowych obejmuje wielkość zasobów oraz walory surowcowe (tj. jakość kopaliny), określane indywidualnie dla poszczególnych rodzajów kopalin. Według autorów waloryzacji efekt kombinacji wartości w tej grupie daje ocenę walorów zasobowo-surowcowych. Metoda wyróżnia trzy kategorie wartości złóż i potencjalnego znaczenia dla gospodarki (w skali krajowej, regionalnej lub lokalnej). A zatem kwalifikuje badane złożo do kategorii jego ochrony (N-najwyższej, W-wysokiej i Z-zwykłej).

Tabela 1 przedstawia zasady waloryzacji surowcowej (kategorie ochrony złóż) złóż surowców skalnych występujących w województwie łódzkim.

Grupa kryteriów górniczych określa stopień trudności ewentualnej eksploatacji złoża oraz możliwość odstawy surowca do odbiorców. Trudność eksploatacji określana jest przez:

grubość nadkładu, stosunek grubości nadkładu do miąższości złoża (N/Z), zawodnienie złoża i stopień skomplikowania budowy złoża. Natomiast możliwość odstawy surowca do odbiorców badana jest w zależności od odległości sieci drogowej i odległości od potencjalnych odbiorców. W grupie tej ocena dokonywana jest w dwóch etapach. Etap pierwszy to ocena za pomocą trójstopniowej oceny punktowej w skali od najwyższej (1) do najgorszej (3). Drugi etap oceny daje łączną ocenę na podstawie sumy punktów w następujących kategoriach: N-najwyższej, W-wysokiej, Z-zadowalającej i X-niezadowalającej (tab. 2).

Grupa kryteriów waloryzacji środowiskowej złóż ma za zadanie ocenić ograniczenia dostępności z tytułu wymagań środowiska. Uwzględniono tutaj takie czynniki jak: wymagania ochrony przyrody, krajobrazu i użytkowych wód podziemnych oraz ochronę gleb i lasów. Czynniki te są oceniane w trójstopniowej skali ocen od 1-najmniejsze ograniczenia do 3-ograniczenia największe). Efektem końcowym jest ocena w trzech stopniach dostępności złóż: N-najwyższa, W-warunkowa, Z-zastrzeżona (tab. 3).

Grupa kryteriów ograniczeń planistycznych wykorzystywalności złóż ocenia stopień zagospodarowania terenu złoża. Uwzględniono tutaj m.in. takie czynniki jak: istniejąca zabudowa trwała czy rozproszona, obiekty liniowe, odległości od zabudowy rozproszonej i zwartej, procentowy stan zagospodarowania powierzchni złoża i tereny niedostępne. Ocena tych czynników polega na zastosowaniu czterech klas dostępności terenu: N-najwyższa, W-wysoka, Z-zabraniająca, X-wykluczająca (tab. 4).

Tab.3. Waloryzacja środowiskowa [2]

Tab.3. Valorization using environmental constraints [2]

| 1. Ochrona krajobrazu, przyrody i wód podziemnych                              |                                 |                                                                                                                                 |                                                                |
|--------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| Wody podziemne (złożo w obrębie poziomów wodonośnych lub bliskim sąsiedztwie*) | Ochrona krajobrazu lub przyrody |                                                                                                                                 |                                                                |
|                                                                                | Brak                            | OchK ponad 25 % powierzchni lub przyległe do Parku Krajobrazowego lub obszaru Natury 2000 (lub PK, N, poniżej 25 % powierzchni) | Park Krajobrazowy, obszar Natura 2000 (ponad 25 % powierzchni) |
| Brak chronionych                                                               | 1                               | 2                                                                                                                               | 3                                                              |
| UZWP                                                                           | 2                               | 2                                                                                                                               | 3                                                              |
| GZWP                                                                           | 3                               | 3                                                                                                                               | 3                                                              |
| 2. Ochrona gleb i lasów                                                        |                                 |                                                                                                                                 |                                                                |
| Ochrona lasów                                                                  | Ochrona gleb                    |                                                                                                                                 |                                                                |
|                                                                                | Klasa IV –VI                    | Klasa I – IV do 30 %                                                                                                            | Klasa I-IV > 30% obszaru                                       |
| Brak                                                                           | 1                               | 2                                                                                                                               | 3                                                              |
| Lasy do 30 % powierzchni                                                       | 2                               | 2                                                                                                                               | 3                                                              |
| Lasy 30- 90 % powierzchni                                                      | 3                               | 3                                                                                                                               | 3                                                              |
| Lasy 90- 100 % powierzchni                                                     | 6                               | Xx                                                                                                                              | Xx                                                             |
| KLASA ZŁOŻA                                                                    |                                 |                                                                                                                                 |                                                                |
| % powierzchnia bez ograniczeń                                                  |                                 | Klasa złoża                                                                                                                     |                                                                |
| 90-100                                                                         |                                 | N                                                                                                                               |                                                                |
| 30-90                                                                          |                                 | W                                                                                                                               |                                                                |
| 10-30                                                                          |                                 | Z                                                                                                                               |                                                                |
| do 10%                                                                         |                                 | X                                                                                                                               |                                                                |

Tab. 4. Waloryzacja planistyczna [2]

Tab.4. Valorization using planning constraints [2]

| Rodzaj           | % powierzchni bez ograniczeń | Klasa złoża |
|------------------|------------------------------|-------------|
| Brak lub znikome | 90-100                       | N           |
| Umiarkowane      | 30 - 90                      | W           |
| Silne            | 10 - 30                      | Z           |
| Wykluczające     | do 10 %                      | X           |

Efektem końcowym waloryzacji jest literowe oznaczenie oceny każdej z czterech wyżej opisanych grup kryteriów. Pozwala to na opisanie każdego waloryzowanego złoża za pomocą czteroliterowego symbolu np. WNWN, WZNZ, ZZWN itp. W symbolu tym pierwsza litera oznacza ocenę kryteriów zasobowo-surowcowych, druga – kryteriów górniczych, trzecia – uwarunkowań środowiskowych i czwarta uwarunkowań planistycznych.

### Baza zasobowo-surowcowa województwa łódzkiego

Podłoże województwa łódzkiego budują skały permskie i mezozoiczne, wchodzące w skład trzech ważnych jednostek geologiczno-tektonicznych Polski, tj. wału środkowopolskiego, niecki szczecińsko-łódzko-miechowskiej i monokliny przed-sudeckiej. Największą część, centralną, województwa zajmuje niecka szczecińsko-łódzko-miechowska, która przylega od południowego zachodu do wału środkowopolskiego. Natomiast południowo-zachodnią część województwa leży na obszarze monokliny przed-sudeckiej [4, 6].

Pod względem tektonicznym na obszarze województwa wyróżnia się dwie główne jednostki: Wał Kujawsko Pomorski (antyklinorium pomorsko-kujawskie) oraz Nieckę Łódzką. Południowo zachodnią część województwa wkracza ponadto w zasięg monokliny śląsko-krakowskiej, a fragment obszaru w jego południowo-wschodniej części w zasięgu synklinorium brzeźnego. Antyklinorium pomorsko-kujawskie zbudowane jest głównie z osadów jurajskich oraz leżących pod nimi skał triasowych i paleozoicznych. Na terenie tym nie występują one na powierzchni, gdyż przykryte są seriami czwartorzędowymi i trzeciorzędowymi. Występują tu sole, rudy żelaza, wapienie, margle. W okolicach Kłodawy, Rogoźna, Lubienia Kujawskiego i Łaniet występują bogate złoża permskiej soli kamiennej [6].

Niecka Łódzka w geologicznej przeszłości tworzyła głęboki basen, w którym osadzały się organiczne skały węglanowe i węglanowo-krzemionowe, o miąższości ok. 2500 m, związane z kredą. Skały kredy dolnej w zachodniej części niecki łódzkiej reprezentują piaski drobnoziarniste z glaukonitem, miejscami piaski gruboziarniste i żwiry. Na osadach dolnej kredy zalegają natomiast górnokredowe opoki, margle, wapienie i gezy o miąższości powyżej 1000 m. Monoklinę śląsko-krakowską wypełniają przeważnie osady jury, głównie malmu, a na mniejszej powierzchni doggeru i liasu [6]. Ostatnie ogniwo stratygraficzne na obszarze województwa łódzkiego tworzą osady czwartorzędowe, głównie lodowcowe, związane z dwu lub trzykrotną transgresją lądolodu – podczas zlodowacenia południowopolskiego (starszego) i środkowopolskiego (dwie fazy – Odry i Warty). Ze zlodowacenia południowopolskiego pochodzą pokrywy glin morenowych z głazami skandynawskimi zalegające na rumoszu skalnym starszego podłoża.

Ze zlodowacenia środkowopolskim związana jest glina morenowa, przy czym na obszarze województwa, który objęty był zasięgiem obu stadiałów tego zlodowacenia, występuje

dwudzielny pokład tych glin przedzielony warstwą piasków kilkumetrowej miąższości. Spotyka się też lokalnie warstwy osadów zastoiskowych. Na powierzchni morenowych glin w niektórych miejscach występują rozległe pokrywy żwirowo-piaszczyste, naniesione przez wody topniejącego lądolodu. Mniejsze zespoły piasków lub utworów piaszczysto-żwirowych, spotykane na równinach morenowych, związane są z akumulacją ekstraglacjalną (ozy, kermy) lub z rozmyciem pagórków morenowych. Plejstocenyjskie utwory piaszczysto-żwirowe związane są ponadto z akumulacją rzeczna w dolinach gdzie współcześnie tworzą terasy plejstocenyjskie. Także holocenyjskie terasy zalewowe budują piaszczysto-żwirowe osady rzeczne, miejscami występują tu jednak także mulki zawierające substancje organiczne oraz torfy [6].

Z określonymi formacjami geologicznymi związane są złoża różnych surowców mineralnych. Na obszarze województwa łódzkiego do najważniejszych należą pokłady węgla brunatnego. Zasadnicze znaczenie dla gospodarki województwa mają także: gaz ziemny (złoża „Uników”), sól kamienna (złoża „Łaniet”). Zewnętrzną powłokę podłoża geologicznego województwa tworzą polodowcowe utwory czwartorzędowe, powszechnie występujące na powierzchni terenu osady tego okresu to: piaski i żwiry lodowcowe i wodnolodowcowe do celów budowlanych i drogowych oraz gliny. W większości mają one znaczenie lokalne.

Bezpośrednie podłoże osadów czwartorzędowych zbudowane jest najczęściej z utworów kredowych i jurajskich, choć także spotyka się osady trzeciorzędowe, występujące najczęściej wyspowo w zagłębieniach powierzchni kredowej i jurajskiej. Są to utwory o różnej miąższości, złożone z piasków, mułów i ilów. Z okresu mezozoicznego w województwie występują także kopaliny takie jak dolnokredowe piaski kwarcowe (szklarskie i formiejskie), górnourajskie wapienie i margle a także dolnourajskie gliny ceramiczne kamionkowe, piaskowce i środkowourajskie iły, które mają znaczenie ogólnokrajowe (tab. 4).

Według bilansu zasobów kopalni i wód podziemnych w Polsce (stan na 31.12.2010 r.) na terenie województwa łódzkiego znajduje się 853 udokumentowanych złóż surowców skalnych, w tym 610 piasków i żwirów, 112 kopalni ilastych, 55 kamieni łamanych i blocznych, 24 wapieni i margli, 38 piasków kwarcowych oraz jedno surowców dla prac inżynierskich (tab. 5). Eksploatowanych jest 351 złóż. Wydobycie surowców klasyfikowało się na poziomie 52 tys. m<sup>3</sup> w przypadku surowców ilastych (z 11 złóż) a pozostałych surowców skalnych 14 552 tys. Mg z 336 złóż.

### Waloryzacja niezagospodarowanych złóż kopalni skalnych

Waloryzacja udokumentowanych i niezagospodarowanych złóż surowców skalnych województwa łódzkiego, przeprowadzona metodą opracowaną przez Niecia i Radwanek-Bąk

Tab. 5. Jednostki surowcowe województwa łódzkiego  
Tab. 5. Types of raw materials in Lodz Voivodship

| Pozycja stratygraficzna |             |            | Kompleksy litologiczno-surowcowe                                                                         | Jednostki surowcowe                                                                                                                                             | Przykładowe złoża                                          |
|-------------------------|-------------|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| KENOZOIK                | Czwartorzęd | Holocen    | piasków i żwirów rzecznych                                                                               | kruszywo naturalne                                                                                                                                              | Barczkowice I                                              |
|                         |             |            | piasków wydmych                                                                                          | piasków kwarcowych do produkcji cegły wapienno-piaskowej i betonów komórkowych, kruszywa naturalnego piaskowego                                                 | Męcka Wola II Zaosie-Bronisławów                           |
|                         |             | Plejstocen | piasków i żwirów lodowcowych i wodnolodowcowych                                                          | kruszywo naturalne (piaskowo-żwirowe) budowlane i drogowe                                                                                                       | Góry Borowskie                                             |
|                         |             |            | glin zwałowych                                                                                           | gliny do produkcji kruszyw lekkich i ceramiki budowlanej                                                                                                        | Piaskowice                                                 |
|                         | Trzeciorzęd | Pliocen    | iłły mio-plioceńskie                                                                                     | surowce ilaste ceramiki budowlanej                                                                                                                              | Złote                                                      |
| MEZOZOIK                | Kreda       | Dolna      | piaskowce i piaski różnoziarniste                                                                        | piaski kwarcowe do produkcji szkła                                                                                                                              | Wygnanów II Zajączków                                      |
|                         |             |            | piaskowce i piaski różnoziarniste                                                                        | piaski formierskie do wykonywania form i rdzeni odlewniczych                                                                                                    | Wygnanów                                                   |
|                         | Jura        | Górna      | piaskowce wapniste lub bezwapienne z glaukonitem                                                         | piaskowce stosowane jako kamień budowlany, materiał do produkcji kruszywa budowlanego i drogowego                                                               | Chełmska Góra II Chełmska Góra III                         |
|                         |             |            | margle mułowcowo-ilaste, wapienie margliste z przewarstwieniami margli piaskowce i piaski różnoziarniste | wapienie i margle do produkcji cementu, jako mączka wapienna do mas ceramicznych, do produkcji cegły wapienno-piaskowej i betonów, do wytwarzania zapraw tynków | Goślub Granice Kodrąb-Dmenin Kule Mariampol-Stok I Sulejów |
|                         |             | Dolna      | piaskowce z glaukonitem, piaskowce spongiolitowe                                                         | piaskowce stosowane jako kamień budowlany, materiał do produkcji kruszywa budowlanego i drogowego                                                               | Sielec III                                                 |

Wiek: Q – czwartorzęd, Tr – trzeciorzęd, Cr – kreda, J- jura

Rodzaj litologiczny kopaliny

Słownik: pc - piaskowce  
wc - wapienie cementowe  
wp - wapienie przemysłowe (wapiennicze)  
pks - piaski szklarskie  
pk - piaski kwarcowe  
pf - piaski formierskie  
ic - iły i łupki ilaste ceramiki budowlanej  
ik- iły do produkcji kruszywa lekkiego  
pż - piaski i żwiry

Źródło: opracowanie U. Kaźmierczak

[2] wykazała, że ze względu na walory surowcowo-zasobowe (zasoby i jakość kopaliny) 13 złóż należy do klasy N i 17 do klasy W, co stanowi ok. 6% nieeksploatowanych złóż województwa (tab. 3). Są to złoża: piaskowców (5 – klasy W), wapieni i margli (9 klasy N i 1 klasy W), piasków szklarskich (4 - klasy W), piasków do produkcji betonów komórkowych (3 – klasy W), piasków formierskich (1 - klasy W), kopalini ilastych ceramiki budowlanej (2 – klasy W), kopalini ilastych do produkcji kruszywa lekkiego (1 klasy W), piasków i żwirów (4 klasy W). Pozostałych 219 złóż zakwalifikowano do klasy

Z, tj. tylko o znaczeniu lokalnym.

Dalszej waloryzacji górniczo-środowiskowo-planistycznej poddano tylko złoża dwóch klas surowcowych: N i W (tab. 3) ze względu na ich znaczenie ponadlokalne.

Pod względem analizy zagospodarowania waloryzowanych z punktu widzenia kryteriów górniczych dogodne warunki posiada 11 złóż: 3 - piaskowców, 3 - piasków i żwirów, 2 - piasków szklarskich, 3 - piasków do produkcji betonów komórkowych. Pozostałe 63% waloryzowanych złóż posiada warunki utrudnione (12 złóż w klasie W) i w 7 przypadkach trudne (klasy Z). 66% złóż posiada budowę złożoną. Czynniki utrudniającymi ich eksploatację są zwykle: grubość nadkładu, zawodnienie, utrudniona dostępność komunikacyjna i w 2 przypadkach brak blisko położonych odbiorców surowca.

Waloryzacja środowiskowa wykazała, że wymagania ochrony środowiska nie stanowią ograniczenia jedynie dla jednego złoża piaskowca i jednego złoża wapieni przemysłu wapienniczego. Natomiast dla pozostałych waloryzowanych złóż wymagania ochrony środowiska są zasadniczym czynnikiem ograniczającym ich dostępność (17 klasy Z) lub utrudniającym (11 klasy W). Warto zauważyć, że w przypadku wszystkich złóż

Tab. 6. Zestawienie udokumentowanych złóż kopalin skalnych województwa łódzkiego (wg Bilansu zasobów – stan na 31.12.2010) wraz z zestawieniem złóż zwaloryzowanych

Table 6. Summary of explored of rock materials deposits in Lodz Voivodship

| Lp.       | Rodzaj kopaliny                |                              | Złóża udokumentowane |               |                  |                         |                                         | Złóża zwaloryzowane |         |         | Uwagi |
|-----------|--------------------------------|------------------------------|----------------------|---------------|------------------|-------------------------|-----------------------------------------|---------------------|---------|---------|-------|
|           |                                |                              | Liczba złóż          | Eksploatowane | Nieeksploatowane | Zasoby tys. t. tys. m3* | Wydobycie tys. t. tys. m <sup>3</sup> * | Liczba złóż         | Klasa N | Klasa W |       |
| 1         | Kamienie łamane i bloczne      | wapienie                     | 10                   | 4             | 6                | 44 641                  | 566                                     | 2                   | -       | -       |       |
|           |                                | piaskowce                    | 40                   | 29            | 11               | 73516                   | 33                                      | 9                   | -       | 5       |       |
|           |                                | trawertyn                    | 1                    |               | 1                | 2 404                   | 79                                      | 0                   | -       | -       |       |
|           |                                | chalcedonit                  | 4                    | 1             | 3                | 492 152                 | 219                                     | 1                   | -       | -       |       |
| 2         | Wapienie i margle              | przemysłu cementowego        | 14                   | 2             | 12               | 1 907 534               | 3 225                                   | 9                   | 8       | -       |       |
|           |                                | przemysłu wapienniczego      | 10                   |               | 10               | 629 636                 |                                         | 3                   | 1       | 1       |       |
| 3         | Piaski i żwiry                 |                              | 610                  | 289           | 321              | 473 989                 | 8 340                                   | 171                 | -       | 4       |       |
| 4         | Piaski kwarcowe                | szklarskie                   | 10                   | 5             | 5                | 535 774                 | 1 235                                   | 4                   | 4       | -       |       |
|           |                                | d/p cegły wapienno-piaskowej | 9                    | 1             | 8                | 23 787                  | 36                                      | 0                   | -       | -       |       |
|           |                                | d/p betonów komórkowych      | 7                    | 1             | 6                | 16 272                  | 31                                      | 5                   | -       | 3       |       |
|           |                                | formierskie                  | 12                   | 4             | 8                | 153 656                 | 788                                     | 3                   | -       | 1       |       |
| 5         | Surowce dla prac inżynierskich |                              | 1                    |               | 1                | 49                      |                                         | 0                   |         |         |       |
| 6         | Kopaliny ilaste                | ceramiki budowlanej          | 111                  | 11            | 100              | 45 939                  | 52                                      | 37                  | -       | 2       |       |
|           |                                | d/p kruszywa lekkiego        | 8                    |               | 8                | 21 413                  |                                         | 5                   | -       | 1       |       |
|           |                                | d/p cementu                  | 3                    |               | 3                | 80 323                  |                                         | 0                   | -       | -       |       |
| R a z e m |                                |                              | 853                  | 351           | 508              | 4 252 001<br>147 675    | 14 500<br>52                            | 249                 | 13      | 17      |       |

o najwyższych walorach surowcowych (klasy N) aż dla 70% złóż występują poważne ograniczenia środowiskowe możliwości ich zagospodarowania, a dla pozostałych 30% ograniczenia utrudniające. Ograniczenia środowiskowe mogą więc stwarzać zasadniczą barierę dla przemysłu cementowego, wapienniczego i szklarskiego w województwie łódzkim.

Ograniczenia planistyczne stanowią barierę dla wykorzystania waloryzowanych złóż dla 3 przypadków tj. złóż wapieni przemysłu cementowego (1 złożo) i wapienniczego (2 złoża). Złoża te położone są w zasięgu pośredniej ochrony ujęć wód podziemnych Zbiornika Sulejowskiego. Natomiast dla 20 przypadków stan zagospodarowania powierzchni nie stanowi bariery dla wykorzystania waloryzowanych złóż, w przypadku 7. złóż częściowo możliwość tą ogranicza, a w przypadku 3. możliwość taką obecnie wyklucza.

## Podsumowanie

Przeprowadzona waloryzacja surowcowo-zasobowa wykazała, że jedynie 6% waloryzowanych złóż zostało zakwalifikowanych do drugiego etapu badań. Dalsza waloryzacja wykazała, że górnictwymi czynnikami utrudniającymi ewentualną eksploatację badanych złóż to zwykle: grubość nadkładu, zawoźnieni, utrudniona dostępność komunikacyjna i brak

blisko położonych odbiorców surowca. Z kolei w przypadku waloryzacji środowiskowej ograniczenia środowiskowe nie stanowią bariery dla przyszłej eksploatacji jedynie dla 2 złóż (1-piaskowca i 1-wapienia). Dla pozostałych badanych złóż ograniczeniami jest ich położenie na obszarach: Sulejowskiego Parku Krajobrazowego, Obszarów chronionego krajobrazu (Doliny Widawki, Pradoliny Warszawsko-Berlińskiej, Doliny Rzeki Prozy), obszarów Natura 2000 (Dolina Środkowej Pilicy, Załęczański Łuk Warty, Pradoliny Bzury-Neru i Pradoliny Warszawsko-Berlińskiej). Z kolei ograniczenia planistyczne stanowią barierę wykluczającą eksploatację dla 3. złóż, ze względu na ich położenie w zasięgu pośredniej ochrony ujęć wód podziemnych Zbiornika Sulejowskiego.

Wśród złóż poddanych waloryzacji najbardziej atrakcyjnymi złożami z uwagi na walory surowcowe, dostępność górnictw i środowiskową są złoża: wapieni przemysłu cementowego – Mariampol-Stok I (NWWN), piaskowców – Chełmska Góra II i Góry Borowskie (WNWN), Chełmska Góra II (WWWN) oraz Sielec II (WWNN), piasków i żwirów – Góry Borowskie, Kalenice (WNWN), surowców ilastych ceramiki budowlanej: Ruda (Goryń) (WWWN) i Złote (WWWW).

Tab. 7. Waloryzacja złóż województwa łódzkiego (wg stanu na 31.12.2010)

Tab. 7. Valorization of deposits for Lodz Voivodship

| Lp.                                                   | Nazwa złoża         | Wiek | Rodzaj litologiczny kopaliny | Waloryzacja | Zasoby [tys. t. tys. m <sup>3</sup> *] | Uwagi |
|-------------------------------------------------------|---------------------|------|------------------------------|-------------|----------------------------------------|-------|
| <b>Piaskowce</b>                                      |                     |      |                              |             |                                        |       |
| 1                                                     | Chełmska Góra II    | J    | pc                           | WNWN        | 122                                    |       |
| 2                                                     | Chełmska Góra III   | J    | pc                           | WWWN        | 536                                    |       |
| 3                                                     | Grabowice           | Cr   | pc                           | WNZN        | 68                                     |       |
| 4                                                     | Sielec              | J    | pc                           | WNWN        | 122                                    |       |
| 5                                                     | Sielec III          | J    | pc                           | WWNN        | 293                                    |       |
|                                                       |                     |      |                              |             | <b>1 141</b>                           |       |
| <b>Wapienie przemysłu cementowego</b>                 |                     |      |                              |             |                                        |       |
| 1                                                     | Goślib              | J    | wc                           | NZZW        | 456 118                                |       |
| 2                                                     | Granice             | J    | wc                           | NWZN        | 80 861                                 |       |
| 3                                                     | Kodrąb-Dmenin       | J    | wc                           | NZZN        | 253 472                                |       |
| 4                                                     | Kule                | J    | wc                           | NZWW        | 92 869                                 |       |
| 5                                                     | Mariampol-Stok      | J    | wc                           | NZWW        | 20 943                                 |       |
| 6                                                     | Mariampol-Stok I    | J    | wc                           | NWWN        | 80 954                                 |       |
| 7                                                     | Pajęczno-Makowiska  | J    | wc                           | NZZN        | 160 729                                |       |
| 8                                                     | Sulejów I           | J    | wc                           | NWZX        | 182 655                                |       |
|                                                       |                     |      |                              |             | <b>1 328 601</b>                       |       |
| <b>Wapienie przemysłu wapienniczego</b>               |                     |      |                              |             |                                        |       |
| 1                                                     | Sulejów             | J    | wp                           | WZNX        | 9 208                                  |       |
| 2                                                     | Sulejów II          | J    | wp                           | NWZX        | 51 386                                 |       |
|                                                       |                     |      |                              |             | <b>60 594</b>                          |       |
| <b>Piaski i żwiry</b>                                 |                     |      |                              |             |                                        |       |
| 1                                                     | Barczkowice I       | Q    | pż                           | WWZN        | 13 065                                 |       |
| 2                                                     | Góry Borowskie      | Q    | pż                           | WNWN        | 5 377                                  |       |
| 3                                                     | Kalenice            | Q    | pż                           | WNWN        | 16 218                                 |       |
| 4                                                     | Węże                | Q    | pż                           | WNZN        | 23 230                                 |       |
|                                                       |                     |      |                              |             | <b>57 890</b>                          |       |
| <b>Piaski szklarskie</b>                              |                     |      |                              |             |                                        |       |
| 1                                                     | Góry Trzebiatowskie | Cr   | pks                          | NNZN        | 22 297                                 |       |
| 2                                                     | Radonia             | Cr   | pks                          | NWZN        | 53 208                                 |       |
| 3                                                     | Wygnanów II         | Cr   | pks                          | NZWN        | 47 706                                 |       |
| 4                                                     | Zajączków           | Cr   | pks                          | NNZW        | 222 396                                |       |
|                                                       |                     |      |                              |             | <b>345 607</b>                         |       |
| <b>Piaski do produkcji betonów komórkowych</b>        |                     |      |                              |             |                                        |       |
| 1                                                     | Dylów Szlachecki    | Q    | pk                           | WNZW        | 1 846                                  |       |
| 2                                                     | Męcka Wola II       | Q    | pk                           | WNZN        | 1 905                                  |       |
| 3                                                     | Zaosie-Bronisławów  | Q    | pk                           | WNZN        | 3 694                                  |       |
|                                                       |                     |      |                              |             | <b>7 445</b>                           |       |
| <b>Piaski formierskie</b>                             |                     |      |                              |             |                                        |       |
| 1                                                     | Wygnanów            | Cr   | Pf                           | WWZN        | 5 870                                  |       |
| <b>Kopaliny ilaste ceramiki budowlanej</b>            |                     |      |                              |             |                                        |       |
| 1                                                     | Ruda (Goryń)        | Q    | ic                           | WWWN        | 5 388*                                 |       |
| 2                                                     | Złote               | Tr   | ic                           | WWWW        | 2 480*                                 |       |
|                                                       |                     |      |                              |             | <b>7 868*</b>                          |       |
| <b>Kopaliny ilaste do produkcji kruszywa lekkiego</b> |                     |      |                              |             |                                        |       |
| 1                                                     | Piaskowice          | Q    | ik                           | WWZW        | 7 662                                  |       |

Praca powstała w ramach projektu pt. "Strategie i Scenariusze Technologiczne Zagospodarowania i Wykorzystania Złóż Surowców Skalnych" współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka, lata 2007-2013, Priorytet1, Działanie 1.3, Poddziałanie 1.3.1 Projekty rozwojowe.

## Literatura

- [1] Kaźmierczak U., *Przyrodnicze, gospodarcze i przestrzenne funkcje górnictwa skalnego okolic Wrocławia*, rozpr. doktorska, Wrocław, 2002
- [2] Nieć M., Radwanek-Bąk B., *Kompleksowa waloryzacja i hierarchizacja złóż kopalin skalnych..* Górnictwo Odkrywkowe nr 6, 2011
- [3] Nieć M., *Problemy ochrony złóż kopalin* [W:] Problemy gospodarki złożem kopalin. 50 lat działalności Komisji Zasobów Kopalin. Ministerstwo środowiska i Komisja Zasobów Kopalin, Warszawa, 2004
- [4] Osika J. (red.) , *Geologia i surowce mineralne Polski*, Wydawnictwo Geologiczne, Warszawa, 1970
- [5] Radwanek-Bąk B., *Podstawy waloryzacji złóż kopalin skalnych dla ich ochrony*, Przegląd geologiczny nr 5, 2005
- [6] Stupnicka E., *Geologia regionalna Polski*, Wydawnictwa Uniwersytetu Warszawskiego, 2007
- [7] Szulicki M., Malon A., Tymiński M., *Bilans zasobów kopalin i wód podziemnych w Polsce wg stanu na 31 XII 2010 r.*, Państwowy Instytut Geologiczny- Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa, 2011



Welnianka-pochwowata Durne-Bagno

fol. A. Różycki