

doc dr hab. inż. Barbara Radwanek-Bąk
Państwowy Instytut Geologiczny
Oddział Karpacki

Regiony surowcowe naturalnych kruszyw żwirowo-piaszczystych w Polsce

Naturalne kruszywa piaszczysto-żwirowe należą do najpospolitszych kopalin Polski. Obecnie w krajowym rejestrze zasobów kopalin znajduje się 5380 udokumentowanych złóż o łącznych zasobach bilansowych ponad 14 677 mln t (Bilans..., 2006). Rodzime wydobyte to kilkadziesiąt mln ton i przejawia tendencję wzrostową. W 2005 r. wyniosło 99,97 mln t, o 18,6 mln t więcej niż w roku ubiegłym, głównie za sprawą województw: wielkopolskiego i łódzkiego, a w mniejszym stopniu dolnośląskiego, zachodniopomorskiego i małopolskiego. Piaski i żwiry są więc typową kopaliną, której wydobyte ma charakter masowy. To implikuje rolę kosztów transportu w kalkulacji cen surowców pozyskiwanych ze złóż kopalin okruchowych. Ze względu na to krąg potencjalnych odbiorców zamyka się zazwyczaj na obszarze położonym w odległości do około 30 km od źródła pozyskania surowca (Stryszewski, 2006). To więc typowe kopaliny o znaczeniu i lokalnym lub co najwyżej regionalnym.

Uwarunkowania naturalne sprawiają jednak, że są one nierównomiernie rozmieszczone w skali kraju. Dotyczy to zarówno ilości złóż, wielkości zasobów w poszczególnych regionach jak i jakości oraz składu ziarnowego czy petrograficznego kopalin okrucowych. Jest to konsekwencją zróżnicowanych warunków geologicznych tworzenia się koncentracji osadów okrucowych.

Najogólniej w kraju można wyróżnić dwie główne strefy surowcowe: rozległą strefę Niżu Polskiego oraz strefę karpacko-sudecką (Siliwończuk, 1985). W pierwszej, obejmującej blisko 80% powierzchni Polski, występują osady, których pochodzenie związane jest z działalnością lodowca lub wód lodowcowych (tzw. osady wodnolodowcowe). W drugiej dominują osady akumulacji rzecznej: żwiry i piaski tarasów rzecznych oraz stożków napływowych. Ponadto wyróżnić należy jeszcze koncentracje kopalin okrucowych na dnie Bałtyku, jakkolwiek część z nich ma również pochodzenie lodowcowe. Obecnie w obrębie bałtyckiego obszaru morskiego udokumentowano 3 złoża piasków i żwirów o łącznych zasobach bilansowych blisko 140 mln t.

Uwzględniając bardziej szczegółowe uwarunkowania genetyczne i wynikające z nich zróżnicowanie regionalne parametrów geologiczno-surowcowych podział ten można kontynuować rozdzielając osady według wieku ich powstania i związku z kolejnymi fazami zlodowaceń, lub według form morfologicznych, w których występują. Autorka proponuje wydzielenie czterech głównych regionów surowcowych dla złóż piasków i żwirów (tabela 1.).

Nawiązują one do podziału genetycznego opracowanego przez Z. Siliwończuka (Siliwończuk 1985), upraszczając go nieco ze względu na występujące często trudności we właściwym określeniu genezy poszczególnych złóż, spowodowane skomplikowanymi warunkami geologicznymi ich powstania i często nakładającymi się na siebie procesami złoźotwórczymi.

Na obszarze Niżu Polskiego wyodrębnić należy obszar północny, objęty zasięgiem zlodowaceń północnopolskich. Największe znaczenie surowcowe mają tu złoża pochodzenia wodnolodowcowego, budujące rozległe pokrywy sandrów, np. sandru suwalsko-augustowskiego, mrągowskiego. Najlepsze warunki dla osadzania się frakcji grubej występowały w szczytowych strefach sandrów oraz wzdłuż dróg głównego odpływu wód. Złoża osiągają tu często duże rozmiary rzędu kilkudziesięciu mln t, a nawet kilkuset mln t, np. złożo „Potasznia” (111,5 mln t), „Potasznia I” (147 mln t), „Potasznia II” (115 mln t), „Sobolewo-Krzywe” (68 mln t). Ostatnie z wymienionych to złożo o największym krajowym poziomie wydobycia, rzędu 1,8-2,5 mln t/r. Ze względu na skalę eksploatacji i związanych z nią oddziaływań na środowisko naturalne złożo to zostało zaliczone do złóż kopalin podstawowych. Przeciętna miąższość złóż pochodzenia wodnolodowcowego w omawianym regionie wynosi około 7 metrów. Duże znaczenie surowcowe mają również osady żwirowo-piaszczyste lub piaszczysto-żwirowe pochodzenia lodowcowego, a wśród nich złoża moren czołowych, mniejsze złoża moren recesyjnych i akumulacji szczelinowej. Miąższość serii złożowej waha się w nich zazwyczaj od około 4 do 12 m.

W strefie centralnej Polski znajduje się drugi z regionów złożowych Niżu Polskiego, w którym występują złoża pochodzenia lodowcowego związane ze zlodowaceniami środkowopolskimi i południowopolskimi. Są to zazwyczaj złoża małe lub bardzo małe, o zmiennej miąższości serii złożowej (1-9 m). W ogólnym

bilansie surowcowym tego regionu dominują jednak złoża piasku o różnym pochodzeniu: wodnolodowcowe (w obrębie równin sandrowych oraz w pradolinach rzecznych), morenowe, rzeczne, jeziorne oraz wydumowe.

W przypadku osadów rzecznych podziały wiązać można z poszczególnymi dolinami rzeczny, ze względu na rodzaj akumulowanego materiału skalnego. I tak w dolinach głównych rzek karpackich dominuje materiał pochodzenia fliszowego, tj. otoczaki piaskowców karpackich. Jedynie w potokach spływających z obszaru Tatr należących do dorzecza Dunajca przeważają żwiry piaskowcowo-granitowo-kwarcytowe. Z kolei na wschodzie, w dolinach rzeki Białej, Wisłoki, Wisłoka i Sanu, występują żwiry piaskowcowe z domieszkami rogowców menilitowych. Złoża karpackie są na ogół niewielkich rozmiarów, o

Nazwa regionu	Położenie w podziale administracyjnym (województwa)	Punkt piaszkowy	Zasoby złóż
Północny	zachodniopomorskie, pomorskie, warmińsko-mazurskie, kujawsko-pomorskie, mazowieckie (oprócz części pd.), pn. część lubuskiego (powiaty: gorzowski, międzyrzeczki, świebodziński, sulęciński, słubicki, strzelecki), pn. część woj. wielkopolskiego (powiaty: nowotomyski, szamotulski, międzychodzki, grodziski, wrzesiński, średzki, gnieźnieński, pilski, złotowski, czarnkowski, chodzieski, wągrowiecki, poznański), podlaskie	dobrej jakości: p.p < 65% miernej jakości: p.p > 65%	duże: >10 Mt średnie: 10-1,5 Mt małe: < 1,5 Mt
Centralny	łódzkie, pld. część wielkopolskiego, pld. część mazowieckiego (powiaty: radomski, kozienicki, szydlowiecki, przysuski, zwolenicki), świętokrzyskie, lubelskie	dobrej jakości: p.p. < 85% miernej jakości: p.p > 85%	duże: >15 Mt średnie: 10-5 Mt małe: < 5 Mt
Południowo-zachodni	dolnośląskie, opolskie, śląskie (bez pld.-wsch. części), pld. część lubuskiego	dobrej jakości: p.p. < 65% miernej jakości: p.p > 65%	duże: >10 Mt średnie: 10-1,5 Mt małe: < 1,5 Mt
południowo-wschodni	małopolskie, podkarpackie, pld.-wschodnia część śląskiego (powiaty: bielski, żywiecki, cieszyński)	dobrej jakości: p.p. < 45% miernej jakości: p.p > 45%	duże: >10 Mt średnie: 10-1 Mt małe: < 1 Mt

Tab. 1. Regiony surowcowe złóż naturalnych kruszyw piaszczysto-żwirowych w Polsce



Fot. 1. Typowa, prowadzona na niewielką skalę eksploatacja żwirów rzecznych w Karpatach, nie przeszkadza mieszkającym tu bocianom (złoże Kalinowie, rzeka Wiar).

zasobach nieprzekraczających 1 mln t. Wyjątkiem są złoża żwirów z domieszką piasków: „Czarny Dunajec” i „Czarny Dunajec-Zbiornik”, o łącznych zasobach bilansowych ponad 675 mln t. Ze względu na dużą miąższość serii złożowej (kilkadziesiąt metrów) i możliwości techniczne ich zagospodarowania, wielkość tych zasobów wymaga urealnienia. Generalnie jednak miąższość złóż omawianego regionu nie przekracza 7 m. Na terenach objętych zasięgiem złodowaceń południowopolskich na przedpolu Karpat, w osadach występuje domieszka materiału skandynawskiego oraz różnorodnych skał pochodzących spoza Karpat (krzemienie, wapienie, kwarcyty).

Wśród złóż związanych z akumulacją osadów żwirowo-piaszczystych w dolinach rzek obszaru sudeckiego (południowo-zachodniego): Odry, Nysy Kłodzkiej i Łużyckiej, Bystrzycy, Kaczawy, Bobru i Kwisy, znajduje się materiał skalny Sudetów – otoczaki skał krystalicznych i kwarcytów. Złoża mają zróżnicowaną wielkość, przeważają jednak małe i średnie, a miąższość serii złożowej wynosi średnio około 9 m. Oprócz złóż akumulacji rzecznej, na obszarze sudeckim występują również złoża pochodzenia wodnolodowcowego, o średniej miąższości około 9,8 m. Mają one istotne znaczenie dla bilansu zasobów tego regionu ze względu na zazwyczaj duże rozmiary i wysoką zasobność.

Zdecydowana większość koncentracji piasków i żwirów o znaczeniu gospodarczym jest wieku czwartorzędowego.

Podrzedne znaczenie mają złoża i nagromadzenia osadów okruchowych wieku trzeciorzędowego, znane głównie z obszaru sudeckiego, karpackiego. Lokalnie w obrębie niecki tomaszowskiej występuje rozległa seria piaszczysta wieku kredowego (alb), a w rejonie częstochowskim i kieleckim żwiry i piaski jurajskie (lias).

W tabeli 1 zamieszczono również generalne wskazania dotyczące oceny wartości ekonomicznej złóż (Radwanek-Bąk, 2006). Oparto je o dwa główne parametry: punkt piaskowy oraz wielkość udokumentowanych zasobów. Punkt piaskowy jest wiodącym parametrem różnicującym kopaliny okruchowe. Wykazuje on wyraźne zróżnicowanie regionalne (Siliwończuk 1985, Kociszewska-Musiał, 1988).

Dla ustalenia szczegółowych kryteriów oceny jakości naturalnych kruszyw piaszczysto-żwirowych przydatne są normy będące zbiorem określonych i pożądaných parametrów fizyczno-mechanicznych. Dotyczą one głównie różnych asortymentów surowców produkowanych z kopaliny okruchowych w aspekcie możliwości ich zastosowań do nawierzchni drogowych oraz do betonów. Adoptując je do wymagań oceny jakości kopaliny i urobku można wyróżnić 3 klasy ich jakości: nadające się do produkcji żwirów lub mieszanek I, II lub II klasy kruszyw mineralnych do nawierzchni drogowych. Klasy te odpowiadają w przybliżeniu następującym markom kruszyw do betonu: wysokiej (30 lub 50), średniej (25-20) lub niskiej (10). Istotnym, choć nie zawsze badanym parametrem, decydującym o jakości i możliwościach zastosowań naturalnych kruszyw żwirowo-piaszczystych do betonów, jest tzw. reaktywność alkaliczna, czyli ich skłonność do wchodzenia w szkodliwą reakcję z alkaliem zawartymi w cemencie (zjawisko ekspansji). Zjawisko to, powodujące niszczenie struktury betonu, związane jest z obecnością w składzie kruszyw mineralnych, czułych na reakcje z alkaliem domieszek: wapieni marglistych lub zsylikowanych, opok, czertów, rogowców, litytów oraz piaskowców o spoiwie krzemionkowo-ilastym lub dolomityczno-ilastym. Musi być ono brane pod uwagę przy stosowaniu kruszyw do produkcji betonów wyższych marek (ponad 20), a więc takich, które mogą być wykorzystywane do budowy elementów konstrukcyjnych (mosty, wiadukty, wielokondygnacyjne budynki z lanego betonu itp.), w tym też podczas budowy autostrad. Przeznaczenie kruszyw żwirowo-piaszczystych do produkcji betonów niższych marek obarczone jest mniejszym ryzykiem wystąpienia tej reakcji, dlatego też w wielu złożach o takim pospolitym przeznaczeniu, zwłaszcza tych dokumentowanych dawniej, badań owych nie przeprowadzano. Obecnie, zgodnie ze standardami Unii Europejskiej, są one konieczne (Góralczyk, 2003). Jako pomocnicze przy ocenie jakości kruszyw naturalnych piaszczysto-żwirowych można uznać: zawartość pyłów mineralnych oraz skład petrograficzny, który wpływa na ich parametry fizykomechaniczne.

Natomiast dla oceny piasków stosuje się dodatkowe kryteria, różnicujące je na piaski specjalne (szklarskie, formierskie, piaski do produkcji cegły wapienno-piaskowej lub wyrobów silikatoowych) i zwykłe piaski budowlane. Kryterium stanowi tu zawartość kwarcu oraz pyłów i domieszek barwiących, w szczególności Fe_2O_3 , oraz sposób wykształcenia i ziaren kwarcu.

Wielkość udokumentowanych, a raczej możliwych do udokumentowania zasobów złóż, wskazuje na potencjalną, możliwą skalę ich eksploatacji i czas jej trwania. Jest to prawdziwe jedynie



Fot. 2. Wielkoskalowe wydobywanie kruszywa żwirowo-piaszczystego ze złoża Kalbornia-Mosznica w woj. warmińsko-mazurskim.

w przypadku dokumentowania złóż w oparciu o kryteria geologiczno-surowcowe (jakość kopaliny, miąższość serii złożowej i możliwych przerostów, grubość nadkładu, ocenę budowy i formy złoża). Informacja ta jest zatem bardziej wiarygodna dla złóż dokumentowanych w przeszłości. W obecnych uwarunkowaniach prawnych, gdzie złoża dokumentuje się najczęściej w granicach działek gruntowych, wartość tej informacji jest niewielka (Gientka, 2000). Ważnego znaczenia nabiera więc znajomość perspektyw surowcowych, w szczególności tych w bezpośrednim sąsiedztwie udokumentowanych złóż w aspekcie możliwości przyszłego poszerzenia terenu eksploatacji. Generalne tendencje zróżnicowania regionalnego wielkości dokumentowanych złóż znalazły odbicie w załączonej tabeli.

Dodatkovymi elementami, które wpływają na ocenę opłacalności eksploatacji złóż, są parametry geologiczno-górnice, a wśród nich grubość nadkładu i przerostów płonnych oraz miąższość serii złożowej. W przypadku złóż kopalin okruchowych dobrym miernikiem wydaje się być stosunek tych dwóch wielkości, tzw. N/Z. Ocena tych parametrów jest przedmiotem bardziej szczegółowych ocen. W obecnych uwarunkowaniach ekonomicznych, przy dużym popycie na omawiane kopaliny, a równocześnie przy wzroście elastyczności i możliwości technicznych sprzętu urabiającego, znaczenie tego parametru przy ocenie opłacalności wydobycia nieco maleje. Znajomość warunków geologiczno-górnicznych konieczna jest dla optymalizacji wydobycia, a w szczególności wyboru odpowiedniego sprzętu urabiającego.

Literatura

1. Bilans zasobów kopaliny i wód podziemnych w Polsce. Stan na 31.12.2005. [red. S. Przeniosło]. 2006. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
2. Gientka M., 2000 – Zmiany w charakterystyce dokumentowanych złóż kruszywa naturalnego spowodowane przejściem do gospodarki rynkowej. *Gór. Odkryw.* 2-3:44-56.
3. Góralczyk S., 2003 – Ocena zgodności produkowanych kruszyw z wymaganiami europejskich norm. w: *Kruszywa mineralne, surowce-rynek-technologie-jakość.*: 65-73. Oficyna Wyd. Politechniki Wrocławskiej. Wrocław.
4. Kociszewska-Musiał G. 1988 – Surowce mineralne czwar torzędu. Wyd. Geol. Warszawa.
5. Radwanek-Bąk B., 2006 – Kryteria waloryzacji złóż kopaliny skalnych dla ich ochrony, wersja elektroniczna, na stronie M. Ś.
6. Siliwończuk Z., 1985 – Geologiczno-złożowe warunki występowania kruszywa naturalnego w Polsce. *Pr. Inst. Geol.* 113. Warszawa.
7. Strykowski M. [red], 2006 – Prognozowanie eksploatacji i zagospodarowania terenów pogórnich złóż kruszywa naturalnego w dolinach rzek karpackich na przykładzie Karpat Zachodnich. Monografia AGH. Uczelniane Wyd. Nauk.-Dydakt. Kraków. ■