

KRYTERIA TECHNOLOGICZNEJ PRZYDATNOŚCI ZŁOŻ KRUSZYWA NATURALNEGO

1. ZABEZPIECZENIE PRZYROSTU BAZY SUROWCOWEJ

W artykule zamieszczonym w nr 7 „Przeglądu Geologicznego” została uzasadniona potrzeba ustalenia technologicznej przydatności złóż kruszywa naturalnego, a niektóre kryteria zostały omówione.

Autor starał się podkreślić z jednej strony konieczność wprowadzenia intensywnych, szczegółowych badań i poszukiwań geologicznych dla rozpoznania zasobów kruszywa w celu usunięcia „pustych pól” z poglądowych map zalegania udokumentowanych złóż w kraju. Z drugiej strony starał się uwypuklić konieczność powiązania badań geologicznych z wymogami technologii i ekonomii eksploatacji, wskazując jednocześnie na możliwości praktycznego zespolenia tych zagadnień przez stosowanie odpowiednich metod.

Przyjęcie metodyki badań opartej na ustalonych kryteriach przydatności złóż jest konieczne do ekonomicznego ustalenia bazy surowcowej, tym bardziej że powszechne występowanie piasków i żwirów w bardzo różnym wzajemnym stosunku, czasami tylko na minimalnych głębokościach o bardzo różnej wartości dla celów technicznych, stwarza niesłuszny pogląd, że kruszywa jest wszędzie pod dostatkiem. W ten sposób powstaje niejednokrotnie niekorzystne mniemanie, że zbędne są badania geologiczne, niepotrzebne są specjalne urządzenia czy maszyny, że eksploatacja kruszywa nie ma żadnego znaczenia w naszym życiu gospodarczym, a zatem nie może być żadnym przemysłem, gdy tymczasem dokładna analiza wyników ekonomicznych mówi inaczej.

Często wygłaszane twierdzenia o powszechnym występowaniu złóż kruszywa zrodziły się przeważnie na podstawie powierzchniowego zetknięcia się z tym istotnie pospolitym materiałem i wizualnym ocenianiem jego przydatności.

Należy nadmienić, że nieraz nawet pozytywne wyniki wstępnych badań przeprowadzonych przez fachowców nie potwierdzały się w toku prac dokumentacyjnych, a nawet niektóre dokumentacje ulegają poważnym korektom w okresie prac eksploatacyjnych.

Przeprowadzany w tym roku po raz pierwszy w kraju bilans produkcji i potrzeb zarówno w układzie dzisiejszym, jak i przyszłościowym (na r. 1975) potrzeby wynoszą około 70—75 mln ton kruszywa) przy jednoczesnym stwierdzeniu niedostatecznego udokumentowania bazy surowcowej, wskazuje na konieczność podjęcia poważnych prac w zakresie poszukiwań geologicznych.

Ustalenie planu studiów i poszukiwań geologicznych ma na celu jak najszybsze usunięcie deficytu województw deficytowych, które na rok bieżący w asortymencie żwiru i pospółki wykazują następujące braki: bydgoskie — 125 000 m³, katowickie — 860 000 m³, kieleckie — 150 000 m³, łódzkie — 390 000 m³, poznańskie — 340 000 m³, warszawskie — 670 000 m³, i częściowo lubelskie w żwirze. Do województw deficytowych w piasek należą ponadto: bydgoskie — 33 000 m³, katowickie — 1 500 000 m³, koszalińskie — 23 000 m³, krakowskie — 465 000 m³, łódzkie — 125 000 m³, szczecińskie — 17 000 m³ i rzeszowskie — 53 000 m³.

Oczywiście stwierdzenie samego niedoboru nie wystarczy do ustalenia programu oraz planu studiów

i poszukiwań geologicznych, gdyż trudności pokrycia potrzeb zależą od szeregu czynników. Wymagających szczegółowej i wnikliwej analizy do uzyskania oceny zapotrzebowania w układzie terenowym, a przede wszystkim określenia:

- wykorzystania i możliwości wzrostu mocy produkcyjnej istniejących zakładów;
- wyposażenia tych zakładów w sprzęt uszlachetniający, niezbędny do uzyskania potrzebnych asortymentów zarówno w ilości, jak i jakości;
- posiadanych zasobów surowcowych, odpowiadających warunkom eksploatacyjnym i potrzebom budownictwa;
- możliwości transportu.

Jeżeli ponadto przyjmujemy wzrost potrzeb różnego asortymentu kruszywa w poszczególnych ośrodkach i w czasie, związany z realizacją programu rozbudowy szeregu gałęzi przemysłu, szlaków komunikacyjnych, zakładów wodnych i związanych z nimi osiedli ludzkich, znaczny postęp techniczny wykonawstwa budowlanego oparty na nowych rodzajach i asortymentach kruszywa oraz niezbędny okres potrzebny do rozeznania zasobów i uruchomienia produkcji — wówczas rozeznanie potrzeb budownictwa staje się poważnym zagadnieniem.

Wykonanie w ciągu najbliższych lat tak poważnych studiów i dokumentacji dla zabezpieczenia bazy surowcowej zakładów projektowanych nakłada poważny obowiązek zorganizowania, pokierowania i przeprowadzenia w skali krajowej olbrzymich poszukiwań. Obowiązek ten wymaga ustalenia przede wszystkim zlokalizowanych potrzeb odbiorcy, którego wymagania decydują w dużym stopniu o przydatności złóż.

O ekonomicznej i technologicznej przydatności złóż decyduje bowiem szereg cech charakterystycznych dla złóż, jak jego wielkość, budowa i głębokość zalegania surowca, grubość nadkładu, skład granulometryczny, a w szczególności procentowy udział różnych wielkości ziarn, jak również występowanie zarówno bardzo drobnych, jak i grubych frakcji.

Cechy te omówiono w nr 7 „Przeglądu”, w wyniku czego zaproponowano kryteria wielkości, składu granulometrycznego oraz podziału złóż na odmiany w zależności od procentowej zawartości żwiru. Pozostałe cechy charakterystyczne złóż wymagają jednak dalszego omówienia.

2. PODZIAŁ ZŁÓŻ W ZALEŻNOŚCI OD WYTRZYMAŁOŚCI

Wytrzymałość ziarna kruszywa ma decydujące znaczenie do określenia jego przydatności dla budownictwa. Obowiązujące normy dopuszczają dla niższych marek pospółki i żwiru (do 250) od 15—20% ziarn zwietrzałych i słabych, natomiast dla wysokich marek żwiru (300—500) normy ograniczają ilość ziarn słabych i zwietrzałych od 5 do 2%. Należy podkreślić obecnie kształtujący się wzrost potrzeb kruszywa o wysokiej wytrzymałości dla strumieb-
nów i kablóbetonów. Badania laboratoryjne wykazują często w pewnych lub całych partiach złóż nadmierne ilości ziarn zwietrzałych i słabych, które niejednokrotnie dyskwalifikują kruszywo dla celów konstrukcyjnych. Zaobserwowano również szczególne występowanie ziarn zwietrzałych i słabych we frakcjach drobnych do 20 mm lub zwiększone ich występowanie w ziarnach przekruszonych, choć przed przekruszeniem ziarna te wykazywały dostateczną wytrzymałość. Przy opracowywaniu więc dokumentacji konieczne jest zwrócenie szczególnej uwagi nie tylko na wytrzymałość ziarn w stanie naturalnym, ale również i po przekruszeniu z uwzględnieniem stosowanego rodzaju sprzętu kruszącego.

Dlatego klasyfikowanie złóż na podstawie procentowego występowania skał osadowych, magmowych lub metamorficznych należy uznać za bardzo ogólne i niedostateczne dla oceny przydatności złóż, tym bardziej że usunięcie ziarn zwietrzałych i słabych w skali przemysłowej nie jest możliwe.

Zgodnie z obowiązującymi normami, ilość ziarn zwietrzałych i słabych powyżej 15% dyskwalifikuje kruszywo dla robót betonowych, a poniżej 5% — kwalifikuje do produkcji wysokowartościowych żwirów. Niejednokrotnie fakt małej ilości występowania ziarn zwietrzałych i słabych może decydować o słuszności wykorzystania złóż, nawet jeśli inne parametry nie spełniają wymagań. Należy podkreślić rzadko spotykane w naszych warunkach, złóż kruszywa naturalnych, nadających się do produkcji kruszywa wysokich marek mimo niedostatecznej wytrzymałości poszczególnych ziarn. Ze względu na szczególne przeznaczenie złóż zawierających powyżej 60% ziarn kwarcu, złóż tego rodzaju należy traktować jako specjalne. Podział złóż wg parametrów wytrzymałościowych podaje tabela VIII.

Tabela VIII

PODZIAŁ ZŁÓŻ WEDŁUG PARAMETRÓW WYTRZYMAŁOŚCIOWYCH

Charakterystyka złóż	Procentowa zawartość w próbce żwiru pospółki	Wykorzystanie w budownictwie do betonów	Gatunek złóż
Zawartość ziarn słabych i zwietrzałych w pobranej ze złóż próbce żwiru lub pospółki zgodnie z normą	>15 >15	nie nadaje się	bezklasowe
	15—11 15—11	marka „110”	niskoklasowe do bet. niekonstrukcyjnych
	10 10	marka „170” — „250”	średnioklasowe do bet. konstrukcyjnych
	5 —	marka „300”	wysokoklasowe do specjalnych betonów konstrukcyjnych
	5 —	marka „400”	
Zawartość ziarn igielkowatych i blaszkowatych w pobranej ze złóż próbce żwiru lub pospółki zgodnie z normą	2 —	marka „500”	
	>45 >45	nie nadaje się	bezklasowe
	45—41 45—41	marka „110”	niskoklasowe do bet. niekonstrukcyjnych
	40—30 40—30	marka „170” — „250”	średnioklasowe do bet. konstrukcyjnych
	15—11 —	marka „300”	
	10—6 —	marka „400”	wysokoklasowe do specjalnych betonów konstrukcyjnych
	5 —	marka „500”	

Uwaga: Ze względu na rzadko spotykane złóż kruszywa naturalnego nadające się do betonów wysokowartościowych — należy je traktować jako złóż specjalne dla zaopatrzenia krajowego, dopuszczając obniżenie wymagań dla pozostałych kryteriów przydatności.

2. PODZIAŁ ZŁOŻ W ZALEŻNOŚCI OD ZANIECZYSZCZEŃ

Obowiązujące normy kruszywa naturalnego do robót z betonu przewidują dopuszczalne ilości występowania różnego rodzaju zanieczyszczeń, których wielkości zestawione zostały w tabeli IX.

Zanieczyszczenia pylasto-łaste stwierdzone w złożu w ilościach przekraczających wielkości graniczne danego asortymentu i jakości wymagają płukania, natomiast poniżej tych ilości pozwalają na eksploatację złoża w stanie surowym.

Występowanie zanieczyszczeń chemicznych, organicznych i obcych powyżej wielkości granicznych dyskwalifikuje przydatność złoża do robót betonarskich.

Wstępna ocena jakości złóż może poważnie wpłynąć na znaniejszenie prac dokumentacyjnych dla złóż, które nie spełniają podstawowych warunków technicznych i z których kruszywo nie może być uszlachetnione przez zastosowanie powszechnie stosowanych metod.

4. KRYTERIA EKONOMICZNE PRZYDATNOŚCI ZŁOŻ

Podstawą określenia podanych uprzednio kryteriów technologicznych przydatności złóż były cechy naturalne złoża, wynikające z parametrów geologicznych, które umożliwiały właściwe wykorzystanie zasobów z punktu widzenia technicznego.

Jest rzeczą oczywistą, że korzystne warunki technologiczne złoża stwarzają jednocześnie ekonomiczne warunki eksploatacji, lecz nie wyczerpują wszystkich okoliczności mających wpływ na wybór złoża do eksploatacji dla najbardziej ekonomicznego zaspokojenia potrzeb.

Dla wyrobienia więc należytego poglądu na przydatność złoża, należy rozważyć pozostałe warunki, na które składają się możliwości:

— zaspokojenia potrzeb danego rejonu, województwa lub obszaru pod względem asortymentowym, jakościowym i ilościowym;

- dostawy gotowego produktu do odbiorców przy najkrótszej odległości i wykorzystaniu najdogodniejszych środków transportu przede wszystkim kołowego, wodnego, a w ostateczności kolejowego;
- zaopatrzenia w wodę w przypadku konieczności zastosowania uszlachetniających urządzeń płuczających;
- zaopatrzenia projektowanego zakładu z sieci w siłę i światło;
- zdobycia niezbędnej ilości fachowców;
- zaspokojenia innych potrzeb wynikających z perspektywicznych planów rozbudowy rejonu.

Jak z powyższego wynika, podane warunki wiążą się z lokalizacją złoża i niejednokrotnie decydują o wielkości nakładów inwestycyjnych i rentowności produkcji.

Czynniki te w wielu przypadkach mogą mieć decydujący wpływ przy ocenie przydatności zasobów, w niektórych okolicznościach podwyższają lub obniżają możliwości wynikające z warunków technologicznych złóż. Tak np. olbrzymi niedobór żwiru i pospółki w całym województwie warszawskim, a w szczególności w Warszawie zdecydował o uruchomieniu szeregu zakładów w najbliższych okolicach przy możliwie dogodnych warunkach transportowych ze złóż o bardzo niskim punkcie żwirowym, niekorzystnym stosunku miąższości nadkładu do miąższości złoża i znacznych zanieczyszczeniach.

Również zmiana niekorzystnych dotychczas warunków przewozu obecnie wskutek rozpoczętej budowy kanału Żerań-Deba jest czynnikiem decydującym o wykorzystaniu złoża w okolicach Zegrza, które ma niekorzystne warunki technologiczne. Perspektywy otwarcia szlaku wodnego Zegrze-Warszawa w r. 1961 wpłynęły na decyzję uruchomienia tego zakładu w r. 1959, co poważnie odciąża transport kruszywa ze znacznych odległości. Dokonana obecnie zmiana cen stwarza również atrakcyjne warunki dla przedsiębiorstw budowlanych, które nie pokrywały dotychczas kosztów dalekiego transportu.

W innym przypadku wysoka jakość złoża, nawet małego jak np. w okolicach Brzózki, woj. zielonogórskiego (około 500-000 m³ zasobów w postaci nie-regularnego osu przy 65% kwarcu) jest czynnikiem

PODZIAŁ ZŁOŻ W ZALEŻNOŚCI OD ZANIECZYSZCZEŃ

Tabela IX

Charakterystyka złoża	Procentowa zawartość w próbce			Wykorzystanie w stanie surowym do betonów	Gatunek złoża
	żwiru	pospółki	piasku		
Występowanie zanieczyszczeń pylasto-łastych w próbce pobranej ze złoża w stanie surowym	—	—	>8	nie nadaje się bez uszlachet.	kwalifikowane
	—	—	8	jako piasek odm. II i IV	klasowe
	—	—	3	jako piasek odm. I	klasowe
	3	3	—	marki „110” — „250”	średnioklasowe
	2	—	—	marki „300”	wysokoklasowe do spec. betonów konstrukcyjnych
	1,5	—	—	marki „400”	
	1	—	—	marki „500”	
Występowanie zanieczyszczeń chemicznych siarczanów i siarczków w przeliczeniu na SO ₃	powyżej 1‰			nie nadaje się	bezklasowe
Występowanie zanieczyszczeń organicznych w ilości	powyżej pojęcia „śląd”			nie nadaje się	bezklasowe
Zanieczyszczeń obcych	>5	>5	>5	nie nadaje się	bezklasowe
	—	—	5	jako piasek odm. IV	klasowe
	5	5	—	marki „110” — „170”	niskoklasowe
	3	3	—	marki „250”	średnioklasowe
	1	—	—	marki „300”	
	0,25	—	0,25	jako piasek odm. I i II oraz żwir powyżej marki „300”	wysokoklasowe do specjalnych betonów konstrukcyjnych

korzystnym do wyeksploatowania złóż w sposób jak najbardziej prawidłowy metodami przemysłowymi dla celów specjalnych.

Podobnie ułożenie zakładu obok szlaku kolejowego o dużej przepustowości lub przy spływie wagonów umożliwia całkowite wykorzystanie środków transportu i w rezultacie może wpłynąć na decyzję uruchomienia eksploatacji na złożu o mniej korzystnych warunkach geologicznych.

Przy planowaniu przestrzennym może się również okazać, że projektowana budowa wielkiego obiektu zużywającego duże ilości wody przemysłowej wymagać będzie wyeksploatowania znajdującego się obok złoża i wykorzystania wyrobiska lub zbiornika dla zrzutu wody przerobionej (kombinat Dwory).

Brak wody niezbędnej do płukania kruszywa o znacznym zanieczyszczeniu, brak siły i światła oraz szlaków komunikacyjnych, brak kadr w okolicach najbliższych powoduje konieczność budowy specjalnych urządzeń, jak: studni, długich doprowadzeń linii wysokiego i niskiego napięcia, bocznicy kolejowej, osiedli robotniczych lub co najmniej szeregu budynków dla wysokokwalifikowanego personelu technicznego, co pociąga za sobą wysokie nakłady, przedłuża uruchomienia zakładu i może spowodować zdyskwalifikowanie złoża nawet bardzo dobrego z punktu widzenia technologicznego.

Warunki więc wynikające z lokalizacji złoża mają decydujące znaczenie z punktu widzenia ekonomii i eksploatacji i dlatego można by je nazwać kryteriami ekonomiczno-lokalizacyjnymi.

Szczegółowa analiza tych czynników należy do zakresu pracy technologa, niemniej konieczna jest świadomość roli warunków ekonomicznych rozważanych jednocześnie z kryteriami technicznymi do uzyskania obrazu przydatności złoża w chwili prowadzenia prac poszukiwawczych. Tabela X wskazuje na koszty jednostkowe budowy niektórych urządzeń związanych z warunkami lokalizacyjnymi złoża.

Tabela X

ZESTAWIENIE KOSZTÓW JEDNOSTKOWYCH BUDOWY NIEKTÓRYCH URZĄDZEŃ ZWIĄZANYCH Z WARTKAMI LOKALIZACYJNYMI ZŁOŻA (WG CEN Z 1958 R.)

Określenie urządzenia	Jednostka	Koszt w zł
Bocznica kolejowa n./tor.	1 km	1 200 000
Doprowadzenie siły i światła		
1. wysokiego napięcia	1 km	120 000
1. niskiego napięcia	1 km	90 000
Budowa studni art.-zyjskiej	50 mb	150 000
Budowa demku mieszkalnego	400 m ²	180 000

Omówienia powyższe mają na celu zwrócenie uwagi na doniosłą rolę analizy warunków lokalizacyjno-ekonomicznych i konieczność dokładnego ich rejestrowania i rozważania w toku prac badawczych w celu uniknięcia zbędnych prac i nakładów.

5. KLASYFIKACJA ZŁOŻ ZE WZGLĘDU NA PRZYDATNOŚĆ TECHNOLOGICZNĄ

Uprzednie omówienie kryteriów i parametrów przydatności ma na celu zwrócenie uwagi na główne cechy charakterystyczne złóż, które w sposób decydujący wpływają na technologię eksploatacji.

Zgodnie ze wstępnymi omówieniami kryteria i parametry przydatności złóż kruszywa naturalnego powinny umożliwić lub ułatwić:

- poszukiwania i studia geologiczne złóż użytecznych przy najniższych kosztach dokumentacji;
- opracowanie typowych rozwiązań technologicznych, zależnych od charakteru występujących w kraju złóż;

- opracowanie perspektywicznego planu zaopatrzenia przemysłu eksploatacji kruszywa w typowy, najbardziej ekonomiczny sprzęt i urządzenia produkcji krajowej;
- całkowite wykorzystanie istniejących zasobów dla ekonomicznego zaspokojenia potrzeb budownictwa;
- właściwe podporządkowanie organizacyjne zasobów kruszywa.

Zastosowane w niniejszym artykule słownictwo do jednoczesnego określenia głównych pojęć klasyfikacyjnych prawdopodobnie może być zastąpione lepiej dobranymi terminami. Jednak wobec konieczności wprowadzenia pewnych określeń, mających na celu krótkie sprecyzowanie treści, zaproponowane odpowiednie terminy przy podanym poniżej znaczeniu.

5. 1. 0. **Gatunek złoża.** Powszechnie wiadomo, że jakość produktu zależy przede wszystkim od jakości surowca, którego wady i zalety mogą być w pewnych granicach odpowiednio zmniejszone lub podwyższone przez zastosowanie prawidłowej technologii. Podobnie sprawa wygląda w odniesieniu do złóż kruszywa, których cechy charakterystyczne mogą umożliwić jego zużycie w stanie naturalnym lub po dokonaniu procesów uszlachetniających. Mogą też złoża zdyskwalifikować dla robót betoniarских wymagających stosunkowo wysokiej jakości kruszywa. Wychoząc z tego założenia przyjęto następujące pojęcia przydatności.

5. 1. 1. **Złoża bezklasowe**, z których kruszywo nie nadaje się do robót betoniarских ze względu na nadmierną w stosunku do obowiązujących norm ilość ziarna zwietrzałych i słabych lub igielkowatych i blazkowatych, czy też zanieczyszczonych powyżej wartości granicznych związkami chemicznymi, ciałami organicznymi albo obcymi. Również brak niezbędnych frakcji, których nie można uzupełnić przez przekruszenie, dyskwalifikuje złoża. Dyskwalifikacja złoża dla robót betoniarских nie wyklucza możliwości wykorzystania go do innych celów, co wymaga oddzielnego przeanalizowania. Można dopuścić do jego wykorzystania w przypadku ekonomicznej możliwości uzupełnienia brakujących frakcji.

5. 1. 2. **Złoża klasowe**, z których kruszywo nadaje się do robót betoniarских w stanie surowym bez uszlachetniania, muszą spełniać wszystkie warunki techniczne określone normami w zakresie wytrzymałości, zanieczyszczeń i uziarnienia odpowiadającego dopuszczalnym odchyleniom krzywej przesiewu. Ze względu na znaczne różnice parametrów jakościowych, które decydują o wartości złoża, wprowadza się podział złóż na niskoklasowe, średnioklasowe i wysokoklasowe. Dla umożliwienia właściwej oceny jakościowej ustala się następujące wymagania:

- złoża niskoklasowe — nadające się do betonów o niskich jakościach, a więc dla żwiru i pospółki o marce 110 oraz piasku odmiany II i IV;
- złoża średnioklasowe — do betonów o marce 170—250 dla żwiru i pospółki oraz odmiany III dla piasku;
- złoża wysokoklasowe — do betonów o markach 300 i powyżej dla żwiru i pospółki oraz dla piasku odmiany I.

O zaliczeniu złoża do odpowiedniej klasy decydują parametry wytrzymałościowe, zanieczyszczeń oraz uziarnienia określone obowiązującymi warunkami technicznymi zgodnie z normami.

Ponieważ rzadko spotykamy złoża, umożliwiające eksploatację kruszyw o markach powyżej 300, należy je traktować jako złoża wysokoklasowe specjalne z pewną tolerancją zarówno w zakresie wielkości, jak i warunków ekonomicznych.

5. 1. 3. **Złoża kwalifikowane**, z których eksploatowane kruszywo nadaje się (może być zakwalifikowane) do betonów dopiero po zastosowaniu procesów uszlachetniających. Mają one na celu zapewnienie jakości gotowego kruszywa odpowiadającego określonym warunkom technicznemu. Możliwość zakwalifikowania zatem złoża zależy od przeprowadzenia szeregu badań i uzyskania pomysłowych wyników

pozwalających na zastosowanie gotowego kruszywa do odpowiednich marek betonów. Złóża kwalifikowane dzielimy, stosując te same zasady na złóża nisko- średnio- i wysokokwalifikowane.

W ten sposób został zaproponowany podział złóż kruszywa naturalnego na trzy gatunki złóż, z których każdy ma ściśle określoną charakterystykę przydatności do robót betoniarskich, umożliwiającą opracowanie dokumentacji typowych.

Przy wyborze terminologii brano pod uwagę określenia jednoznaczne, jak: złóża bezklasowe — nie- użyteczne, zdyskwalifikowane, nieodpowiednie, nie- kwalifikowane; złóża klasowe — użyteczne, szlachet- ne, odpowiednie; złóża kwalifikowane — przerobowe, uszlachetniane, surowcowe, przeróbcze. Proponowane terminy wydają się najbardziej odpowiednie.

5. 2. 0. Dla wprowadzenia podziału umożliwiającego rozwiązanie szeregu zagadnień dokumentacyjnych, organizacyjnych i technologicznych rozróżniono złóża kruszywa naturalnego, dzieląc je na odmiany w zależności od procentowej zawartości żwiru i tak:

- złóża piaskowe o zawartości 0—30% żwiru
- złóża pospółkowe o zawartości 31—60% żwiru
- złóża żwirowe o zawartości 61—100% żwiru

5. 3. 0. W zależności od wielkości zasobów kruszywa podzielono złóża nadające się do eksploatacji:

- przemysłowej — o wielkości powyżej 1,5 mln m³ uzasadniającej budowę zakładów stacjonarnych, całkowicie zmechanizowanych o wieloletnim okre- sie eksploatacji (co najmniej 10 lat);
- półprzemysłowej — o wielkości zasobów od 1 500 000 do 500 000 m³ dla wykorzystania, przy całkowitej mechanizacji, sprzętem przenośnym nie wymagającym większych nakładów inwesty- cyjnych na budowę bocznic i zaplecza admini- nistracyjno-technicznego lub przewoźnym na blis- kim zapleczu budowy;
- ćwierćprzemysłowej — o wielkości zasobów od 500 000 do 150 000 m³ przy zastosowaniu sprzętu przewoźnego (ruchomego) bez żadnych nakładów inwestycyjnych na roboty budowlano-montażowe.
- nieprzemysłowej — o wielkości złóż poniżej 150 000 m³ nadających się do eksploatacji ręcznej

przy obecnym stanie mechanizacji zakładów eksploatacji kruszywa lub sprzętem przewoźnym. Schemat klasyfikacji złóż kruszywa naturalnego według kryteriów technologicznej przydatności po- daje tabela XI.

Należy stwierdzić, że proponowany podział złóż na odmiany i gatunki, przy jednoczesnym określeniu sposobu i ekonomii ich wykorzystania, pozwala na prawidłowe zaklasyfikowanie zasobów lub poszcze- gólnych rejonów czy obszarów w zależności od technologicznej przydatności złóż i umożliwia speł- nienie warunków, mających wpływ na usprawnienie gospodarki kruszywem naturalnym w kraju.

Na tle podanych rozważań stosowania klasyfikacji według kryteriów technologicznej przydatności na- leżałoby np. rozważyć uproszczenia przy dokumento- waniu złóż piasku (o zawartości 0—30%), a nawet pospółki (31—60% żwiru) o znaczeniu lokalnym, tak jak ostatnio wprowadza się uproszczenia dokumenta- cji dla złóż bardzo małych, małych i średnich.

Zastosowanie klasyfikacji złóż i ustalenie podziału poszczególnych obszarów w kraju o podobnej cha- rakteryście złóżowej pozwoli na opracowanie ty- powego sprzętu i urządzeń i ustalenie programu bu- dowy ekonomicznych maszyn produkcji krajowej.

Wydaje się również słuszne, ażeby na tle przyję- tych zasad klasyfikacji ustalić sposób graficznego znakowania dla określenia charakterystyki złóż, co znacznie uprości analizę złóżową w poszczególnych rejonach.

Usprawnienie gospodarki jest tym ważniejsze, że potrzeby budownictwa wzrastać będą nie tylko ilo- ściowo, ale również w kierunku uzyskiwania kruszy- wa o dużej wytrzymałości i drobnych frakcjach przy zaostrzeniu dyscypliny stosowania warunków technicznych, eliminowaniu dalekich transportów i wysokich kosztów produkcji.

Wydaje się, że właśnie fakt powszechnego wystę- powania kruszywa o znacznej rozpiętości cech cha- rakterystycznych, decydujących o możliwości wyko- rzystania złóż, wskazuje na konieczność wprowadze- nia podstawowych kryteriów do klasyfikacji złóż kruszywa naturalnego.

Tabela XI

SCHEMAT KLASYFIKACJI ZŁÓŻ KRUSZYWA NATURALNEGO WEDŁUG KRYTERIÓW TECHNOLOGICZNEJ PRZYDATNOŚCI

Kryteria przydatności złóż w zależności od:	Podział* złóż wg:		
Punktu żwirowego złóża	odmian na:		
	piaskowe	pospółkowe	żwirowe
Składu granulometrycznego, wytrzyma- łości na zgniatanie i zanieczyszczeń	gatunków na:		
	bezklasowe klasowe kwalifikowane		
Wielkości, miąższości i sposobu* wyko- rzystania	rodzajów eksploatacji na:		
	nieprzemysłowe, ćwierć- pół- i przemysłowe		
Warunków lokalizacyjno-ekonomicznych	b. małe małe średnie	duże b. duże wielkie	cienkie średnie grube i b. grube
	ekonomii eksploatacji na:		
	wysokoekonomiczne średnioekonomiczne niskoekonomiczne nieekonomiczne		

* Wielkości parametrów zostały podane w treści artykułów na podstawie obowiązujących norm lub uzasadnionych określeń z wyjątkiem parametrów eko- nomicznych.