



Łukasz MACHNIAK*, Monika DRZAZGA**

Inwentaryzacja parametrów niezagospodarowanych złóż piasku i żwiru w województwie małopolskim

Streszczenie: Sumaryczne zasoby geologiczne w 180 udokumentowanych, niezagospodarowanych złożach piasku i żwiru w województwie małopolskim wynoszą ponad 1,35 mld Mg, co stanowi około 11% zasobów takich złóż w kraju. W artykule przedstawiono charakterystykę ich parametrów złożowych, do których zaliczono: powierzchnię złoża, grubość nadkładu, miąższość serii złożowej, wartość punktu piaskowego, zawartość pyłów, klasy bonitacyjne gleb, głębokość wód podziemnych. Analizą objęto złoża o zasobach geologicznych powyżej 1 mln Mg (84 złoża), których sumaryczne zasoby stanowią 98% zasobów niezagospodarowanych w województwie małopolskim. Na podstawie danych uzyskanych z Narodowego Archiwum Geologicznego w Warszawie (dokumentacje geologiczne lub dodatki) wynika, że średni punkt piaskowy analizowanych złóż wynosi 56%, zawartość pyłów 3,8%, grubość nadkładu 1,6 m, miąższość kopaliny 8,4 m. Dla obliczonej średniej wartości punktu piaskowego, ilość zasobów żwiru w złożach niezagospodarowanych należy określić na poziomie około 600 mln Mg.

Słowa kluczowe: piaski i żwiry, złoża niezagospodarowane, jakość złóż, inwentaryzacja

The inventory of parameters of undeveloped sand and gravel deposits in the Małopolska Province

Abstract: The total geological resources in 180 undocumented, undeveloped deposits of sand and gravel within the Małopolskie Province amount to over 1.35 billion Mg, i.e. to ca. 11% of such resources in Poland. The paper presents a description of parameters characterizing these deposits, that include: the deposit area, overburden thickness, productive series thickness, overburden to the productive series ratio, sand content, silt content, quality classes of soil, and depth to groundwater. The analysis covered deposits with the in place resources of over 1 million Mg (84 deposits), whose combined resources amount to 98% of the undeveloped resources in the Małopolskie Province. The data from the National Geological Archive in Warsaw (geological documentations or addenda) imply that for the deposits analyzed, the average parameters are as follows: sand content – 56%, silt content – 3.5%, overburden thickness – 1.6 m and productive series thickness – 8.4 m. The amount of

* Dr inż., ** Inż., student, AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Górnictwa i Geoinżynierii, Kraków; e-mail: machniak@agh.edu.pl

gravel should be determined at about 600 million Mg for the calculated average value of sand content in the undeveloped deposits.

Keywords: sand and gravel, undeveloped deposits, quality of deposits, the inventory

Wprowadzenie

Piasek i żwir są materiałami powszechnie wykorzystywanymi w budownictwie, zarówno w zastosowaniach bezpośrednich, jak i pośrednich. Zastosowania bezpośrednie związane są głównie z budownictwem infrastrukturalnym (drogowym), gdzie kopaliny te stanowią materiał do budowy nasypów oraz podbudowy, w budownictwie ogólnym jako materiał do robót niwelacyjnych, podbudów, zasypek obiektów inżynierskich. Pośrednie wykorzystania są typowe dla budownictwa ogólnego, gdzie piaski i żwiry są składnikami mieszanki betonowej (także w prefabrykacjach). Szacuje się, że krajowe zużycie żwiru przez branżę betonową wynosi około 45 mln Mg, a w województwie małopolskim jest to około 4 mln Mg (Machniak 2016; Zalewski 2016).

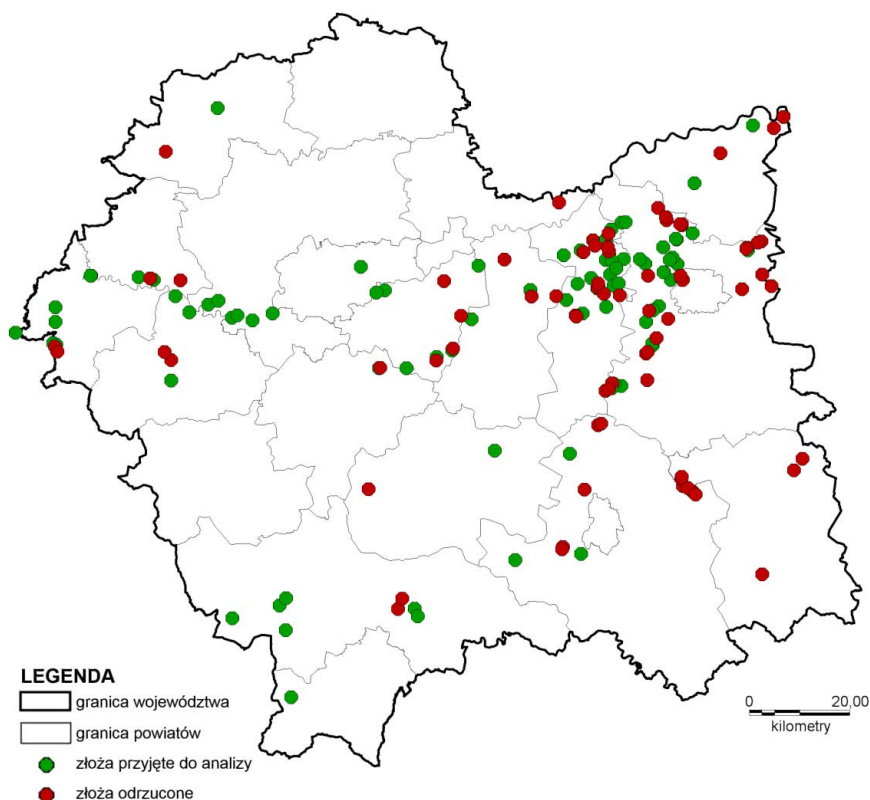
Kruszywa żwirowe są bardziej pożądanym materiałem, co wynika z receptur mieszanki betonowej, w której udział żwirów stanowi około 66%. Natomiast średni punkt piaskowy eksploatowanych złóż wynosi około 65–70%, przy znacznym zróżnicowaniu regionalnym: od 55% w województwach opolskim, dolnośląskim do blisko 100% w świętokrzyskim, lubelskim i łódzkim (Kozioł i Galos red. 2013). Stąd, pomimo znacznych udokumentowanych zasobów, występują regionalne problemy z dostępnością do lokalnych zasobów żwirów, zwłaszcza w województwie mazowieckim, wielkopolskim, lubelskim i śląskim. Małopolskie zalicza się do województw o dobrej jakości eksploatowanych złóż; średni punkt piaskowy wynosi około 60%. Pozwala to oszacować wielkość aktualnych zasobów operatywnych żwiru na około 80 mln Mg, co przy średniej podaży w ostatnich latach, pozwala na pokrycie rynkowego zapotrzebowania przez następnych około 20 lat. Sytuacja ta wymaga bieżącego zagospodarowywania kolejnych złóż lub powiększenia obszarów górniczych w złożach eksploatowanych.

W województwie małopolskim udokumentowano łącznie 380 złóż piasków i żwirów o łącznych zasobach geologicznych około 1,8 mld Mg. W 2014 roku wydobywanie prowadzone było ze 114 złóż i wynosiło blisko 13 mln Mg. Pozostałe złoża (96) mają status eksploatowanych okresowo, zaniechanych lub skreślonych z bilansu, natomiast 170 do chwili obecnej nie zostało zagospodarowanych. Zasoby tych złóż wynoszą ponad 1,3 mld Mg i rozmieszczone są w osiemnastu powiatach. Najwięcej zasobów w złożach niezagospodarowanych znajduje się na terenie powiatu nowotarskiego (54%), za sprawą złóż: Czarny Dunajec oraz Czarny Dunajec-Zbiornik. Dużo mniejszymi udziałami charakteryzują się powiaty: tarnowski (17%) i brzeski. W powiecie tarnowskim znajduje się natomiast najwięcej złóż. Średnia wielkość zasobów złoża w całym województwie wynosi 8,5 mln Mg, przy dość dużym zróżnicowaniu: od 16 tys. Mg w powiecie proszowickim do 81 mln Mg w nowotarskim (PIG 2015).

1. Metodyka i baza danych

Analizę parametrów złożowych przeprowadzono dla grupy złóż z zasobami geologicznymi powyżej 1 mln Mg. Przyjęcie takiego limitu zmniejszyło liczbę złóż o ponad 50% ze

180 do 84. Zasoby geologiczne tych złóż stanowią 98% wszystkich złóż niezagospodarowanych. Najwięcej złóż (23), nie spełniających przyjętego kryterium, znajduje się w powiecie tarnowskim o zasobach 7,8 mln Mg, następnie w brzeskim (18) o zasobach 7 mln Mg. W sześciu powiatach nie zidentyfikowano złóż o zasobach powyżej 1 mln Mg, a w czterech nie zidentyfikowano żadnego złoża (Nowy Sącz, Tarnów, suski, miechowski). Lokalizację złóż przedstawiono na rysunku 1.



Rys. 1. Rozmieszczenie niezagospodarowanych złóż piasku i żwiru w województwie małopolskim

Fig. 1. The distribution of undeveloped sand and gravel deposits in the Małopolska Province

Poza wielkością zasobów, do parametrów istotnych z punktu widzenia potencjalnego górnictwo ich zagospodarowania oraz wykorzystania kopaliny zaliczono:

- powierzchnię złoża,
- grubość nadkładu,
- miąższość serii złożowej,
- liniowy współczynnik N/Z,
- głębokość zwierciadła wód podziemnych,
- punkt piaskowy,
- zawartość pyłów,
- klasę bonitacyjną gleb nad złożem.

Dane te zebrano z kart informacyjnych, stanowiących zawartość dokumentacji geologicznych lub dodatków do nich. Dokumenty pozyskano z Narodowego Archiwum Geologicznego w Warszawie, na podstawie wniosku o udostępnienie materiałów archiwalnych.

Parametry złożowe wybranych złóż, o zasobach geologicznych powyżej 10 mln Mg, przedstawiono w tabeli 1.

Na rysunku 2 przedstawiono wiek materiałów źródłowych. W przypadku zdecydowanej większości złóż dane te pochodziły z dokumentacji opracowanych po 2000 roku.

W trzynastu przypadkach dane te pochodzą z opracowań przed rokiem 1980, w tym dla dziewięciu złóż przed 1970. Najstarsza wykorzystana dokumentacja pochodziła z 1957 roku (złóże Szczucin).

2. Charakterystyka parametrów złożowych

2.1. Powierzchnia złóż

Powierzchnia analizowanych złóż zawierała się w przedziale od 5 do 694 ha, przy średniej 66 ha. Najwięcej z nich, aż 35, charakteryzuje się powierzchnią w przedziale 10–30 ha. Strukturę liczby złóż oraz zasobów w zaproponowanych przedziałach powierzchni przedstawiono na rysunku 3.

Najwięcej zasobów znajduje się w złożach o powierzchni od 300 do 400 ha oraz powyżej 600 ha. W mniejszych przedziałach zalegają zasoby o podobnej wielkości – około 100 mln Mg. W największym przedziale mieści się tylko jedno złożo o zasobach 294 mln Mg (Czarny Dunajec-Zbiornik). Zmienność tego parametru określono na poziomie 147% (bardzo duża zmienność).

2.2. Grubość nadkładu

Grubość nadkładu analizowanych złóż zawierała się w przedziale od 0,1 do 4,2 m, przy średniej 1,6 m. Z przedstawionych na rysunku 4A danych wynika, że zdecydowana większość badanych złóż przykryta jest nadkładem o grubości od 1 do 4 m. Złóż o mniejszej grubości nadkładu, jak również większej jest zdecydowanie mniej.

Nadkład stanowi warstwa mas ziemno-skalnych zalegających nad złożem. Im grubsza warstwa nadkładu, tym większy koszt eksploatacji kopaliny oraz dłuższy czas udostępniania złoża. W przypadku złóż piasków i żwirów zazwyczaj występuje łatwo urabialny nadkład.

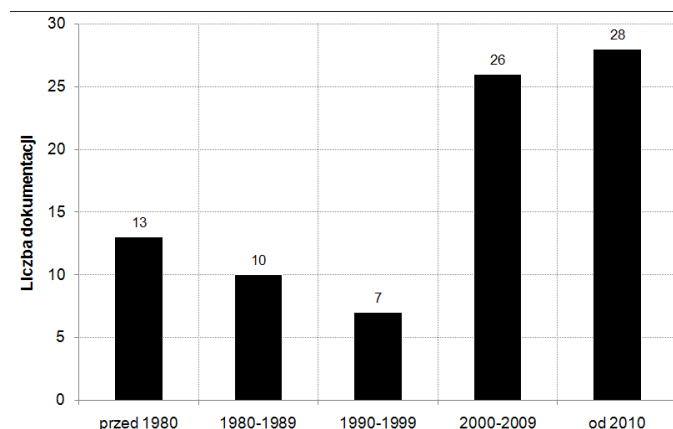
Pod względem ilości zasobów wyróżniają się dwa przedziały: 0,2–0,3 m oraz 1–2 m, w których łącznie zalega około 860 mln Mg piasku i żwiru (rys. 3A).

Zmienność tego parametru określono na poziomie 62% (duża zmienność).

TABELA 1. Średnie wartości parametrów złóżowych – złoża o zasobach geologicznych powyżej 10 mln Mg
 TABLE 1. The average parameter values – deposits with the in place resources of over 10 million Mg

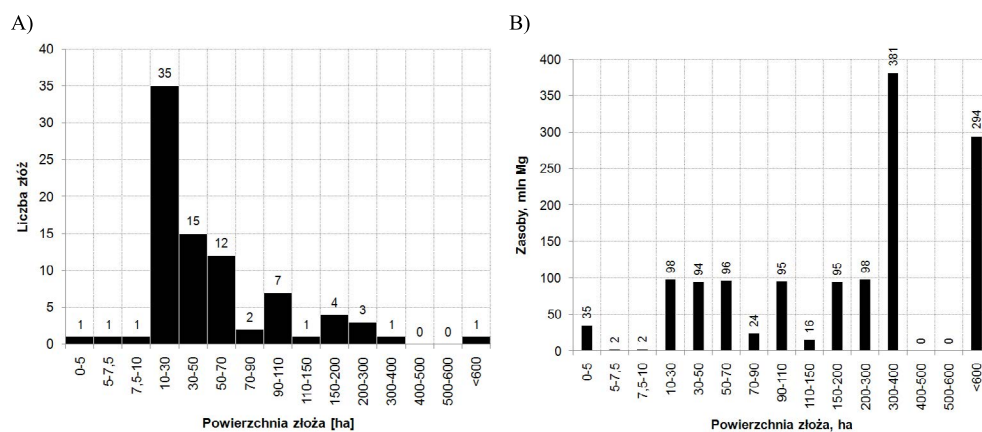
Złoże	Zasoby [tys. Mg]	Powierzchnia [ha]	Nadkład [m]	Seria złożowa [m]	Punkt piaskowy [%]	Pyły [%]	Głębokość wody podziemnej [m]	Klasa bonitacyjna gleb
Czarny Dunajec	380 859	391	0,3	62,9	32	1,9	6,1	V-VI
Czarny Dunajec-Zbiornik	294 438	694	1,8	22,2	33	3,3	1,1	III-VI
Rozkochów	35 397	273	4,2	3,8	62	2,6	3,7	grunty orne, łąki, nieużytki
Jablonka	35 068	130	3,4	12,9	40	4,0	7,6	IV, V, VI
Wał Ruda-Zabawa	33 782	237	2,3	7,8	53	1,3	2,3	IV, V, VI
Zdarzec	29 751	160	2,2	10,1	64	3,1	3,2	III, IV
Węgrzec Wielkie	28 449	246	2,7	6,7	70	2,5	2,7	III, IV
Białe Ługi	25 810	199	1,4	7,0	70	1,5	1,9	V-VI
Bobrowniki-Skałka	21 843	152	3,4	7,7	32	1,0	3,4	I-VI
Brzeźnica II	20 048	62	0,3	17,6	57	1,5	1,6	I-IV
Wielka Wieś A	17 536	97	1,4	10,3	30	1,0	3,8	III-VI
Łączany	17 345	103	3,5	8,9	65	1,0	1,0	IV A-IV B, V
Czchów II	17 105	180	3,2	4,9	70	2,6	3	IV, V
Gosławice	16 579	81	2,7	10,9	42	1,9	3,7	grunty orne
Czarnawa	15 716	140	1,9	7,7	71	4,4	1,3	IV, V
Brzezi	14 421	99	2,1	8,2	67	9,2	0,6	IV-VI
Niwy	12 764	109	1,0	6,9	59	5,6	2,4	IV-V
Kłocozyn	12 541	106	2,5	7,9	78	1,8	2,7	łąki, nieużytki
Szczucin	12 078	110	0,3	6,8	67	3,0	1,4	brak danych
Bobrowniki II	11 874	66	2,5	9,0	47	1,1	2,0	IV, V, VI
Wiślicz	11 729	64	1,9	10,4	53	0,6	3,2	V, VI
Podborze	11 182	44	1,4	10,4	66	1,1	0,4	brak danych
Bielany-Nowa Wieś-pole A	10 542	44	0,7	5,2	31	2,1	1,8	brak danych

Źródło: Dokumentacje geologiczne złóż.



Rys. 2. Struktura wiekowa materiałów źródłowych

Fig. 2. The age structure of the source documents



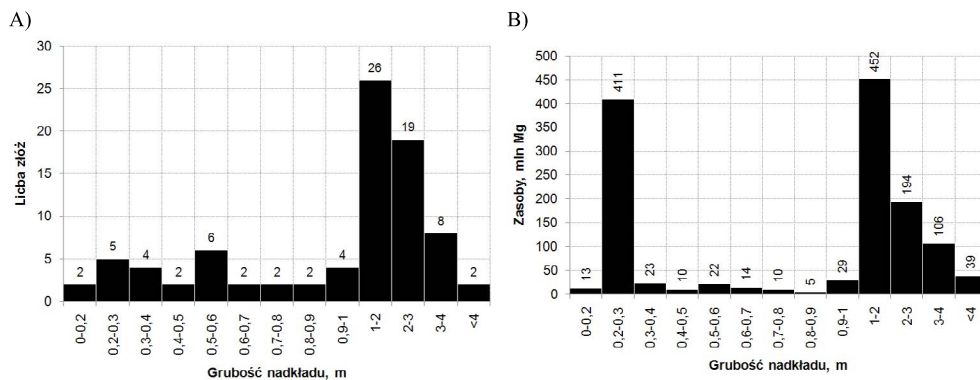
Rys. 3. Histogram rozkładu powierzchni: A) liczba złóż, B) zasoby

Fig. 3. A histogram of deposit area distribution: A) the number of deposits, B) in place resources

2.3. Miąższość serii złożowej

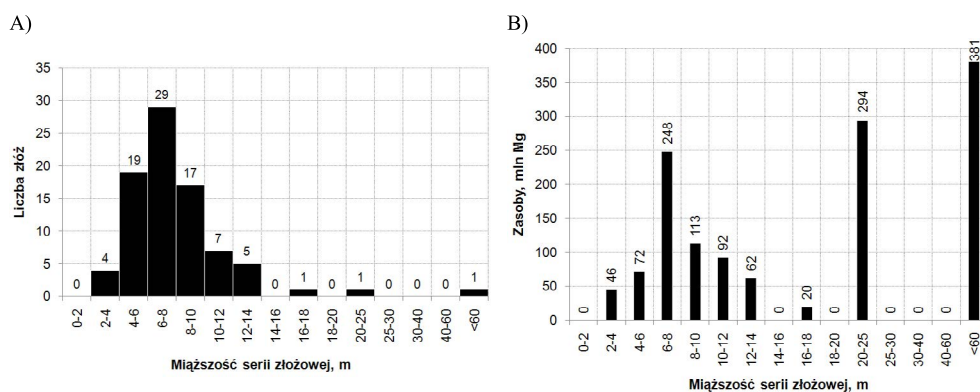
Badane złoża charakteryzują się miąższością serii złożowej w zakresie od 2,9 do 63 m, przy średniej 8,4 m. Najwięcej – 29 złóż charakteryzuje się miąższością w przedziale od 6 do 8 m. Rozkład liczby złóż w przedziałach 0–16 m miąższości zasobów ma charakter rozkładu normalnego (rys. 5A). Podobne stwierdzenie można odnieść do rozkładu zasobów (rys. 5B). Poza tymi przedziałami znajdują się dwa największe złoża Czarny Dunajec oraz Czarny Dunajec-Zbiornik.

Wyróżniające się wartości na rysunku 5B w przedziałach 20–25 m oraz powyżej 60 m dotyczą złóż w rejonie Czarnego Dunajca. Miąższość wszystkich badanych złóż spełnia ak-



Rys. 4. Histogram rozkładu grubości nadkładu: A) liczba złóż, B) zasoby

Fig. 4. A histogram of overburden thickness distribution: A) the number of deposits, B) in place resources



Rys. 5. Histogram rozkładu miąższości serii złożowej: A) liczba złóż, B) zasoby

Fig. 5. A histogram of productive series thickness distribution: A) the number of deposits, B) in place resources

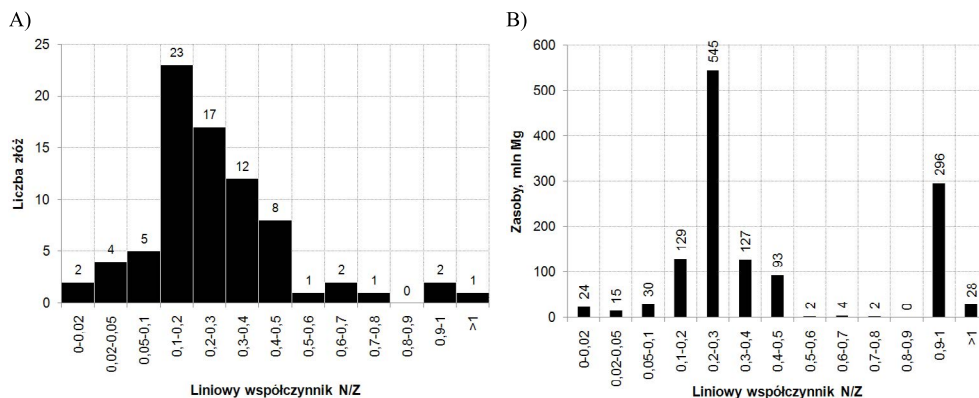
tualne kryteria definiujące złożę i jego granice (Rozporządzenie MS 2015), gdzie graniczną wartość określono na poziomie 2 m.

Zmienność tego parametru określono na poziomie 80%.

2.4. Współczynnik N/Z

Współczynnik N/Z w postaci liniowej określono jako iloraz grubości nadkładu do miąższości serii złożowej. Otrzymane wartości dla badanych złóż zawierają się w przedziale od 0,02 do 1,12 przy średniej 0,28. Największą liczebnością złóż charakteryzuje się przedział N/Z od 0,1 do 0,2 (rys. 6A).

Natomiast najwięcej zasobów zalega w złożach o współczynniku w zakresie 0,2 do 0,3 m (rys. 6B). Jedno złożę (Węgrzce Wielkie) nie spełnia aktualnych kryteriów definiu-



Rys. 6. Histogram rozkładu współczynnika N/Z: A) liczba złóż, B) zasoby

Fig. 6. A histogram of overburden to productive series ratio: A) the number of deposits, B) in place resources

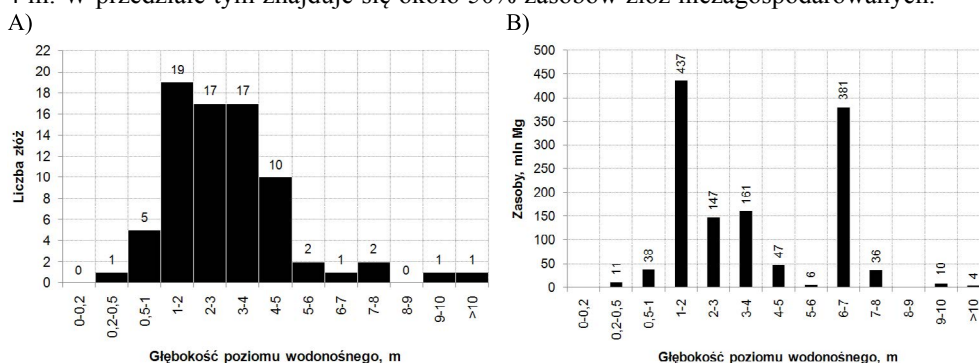
jącego złoża i jego granice (Rozporządzenie MS 2015), z granicznym N/Z określającym na poziomie 1,0.

Zmienność tego parametru określono na poziomie 76% (duża zmienność).

2.5. Głębokość zwierciadła wód podziemnych

Znajomość tego parametru jest istotna z punktu widzenia sposobu wydobywania kopaliny. Informuje również pośrednio o udziale zasobów, które byłyby wydobywane z łądu oraz spod wody. Liczbę złóż oraz wielkość zasobów w zaproponowanych przedziałach głębokości zwierciadła wód podziemnych przedstawiono na rysunku 7.

Otrzymane wartości dla badanych złóż zawierają się w przedziale 0,5–10,5 m przy średniej głębokości 3,1 m. W ponad 60% złóż głębokość ta zawiera się w przedziale od 1 do 4 m. W przedziale tym znajduje się około 50% zasobów złóż niezagospodarowanych.



Rys. 7. Histogram rozkładu głębokości wód podziemnych: A) liczba złóż, B) zasoby

Fig. 7. A histogram of sand content distribution: A) the number of deposits, B) in place resources

Zestawiając ze sobą wartości średnie: grubości nadkładu, miąższości złoża oraz głębokości wody podziemnej, oszacowano ilość zasobów zalegających w warunkach złoża suchego na poziomie około 15%, tj. około 200 mln Mg, a w warunkach złoża zawodnionego około 85%, tj. w ilości około 1,1 mld Mg.

Zmienność tego parametru określono na poziomie 60% (duża zmienność).

2.6. Punkt piaskowy

Punktem piaskowym (PP) określa się procentowy udział w kruszywie masy ziarn o wymiarach od 0,063 do 2 mm (Głapa i Korzeniowski 2005). Wartość punktu piaskowego, czyli zawartości frakcji piaskowej decyduje o klasyfikacji złoża do następujących czterech grup:

- zwirowe: $PP < 25\%$,
- zwirowo-piaskowe: $25 < PP < 50\%$,
- piaskowo-zwirowe: $50 < PP < 75\%$,
- piaskowe: $PP > 75\%$.

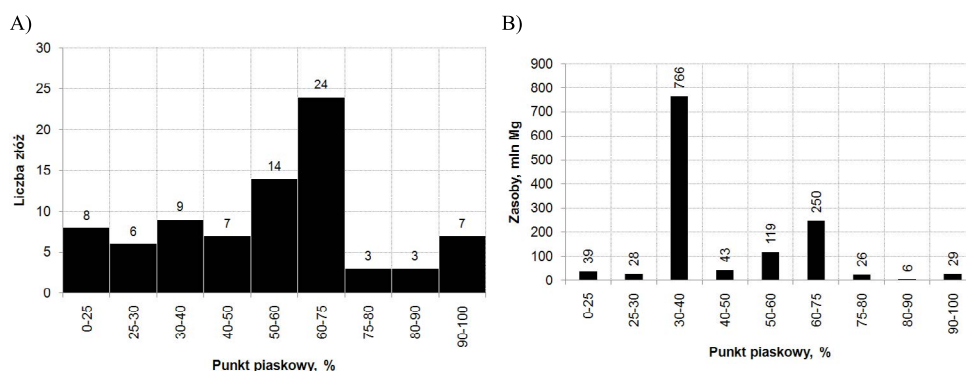
Mając na uwadze deficyt frakcji zwirowej w wielu regionach kraju, parametr ten jest jednym z najistotniejszych w ocenie przydatności złoża do ewentualnego zagospodarowania, zwłaszcza dla branży betonów.

Dla badanych złóż wartość punktu piaskowego zawiera się w przedziale 18–100%, przy średniej 56%. Dla trzech złóż nie zidentyfikowano wartości.

W województwie małopolskim najwięcej jest złóż o punkcie piaskowym w przedziale 60–75% (rys. 8A). Wykorzystując przedstawioną klasyfikację do zwirowych zaliczono 8 złóż, zwirowo-piaskowych 22, piaskowo-zwirowych 38, zaś piaskowych 13.

Analizując strukturę pod kątem zasobów, zdecydowanie najwięcej z nich charakteryzuje się punktem piaskowym w przedziale 30–40%, przy czym obejmuje on złoża w rejonie Czarnej Dunajca z zasobami około 675 mln Mg (pp ok. 32%) (rys. 8B). Wykluczając te złoża z analizy najwięcej zasobów znajduje się, podobnie jak dla liczby złóż, w przedziale wartości punktu piaskowego od 60 do 75%.

Zmienność tego parametru określono na poziomie 40% (przeciętna zmienność).



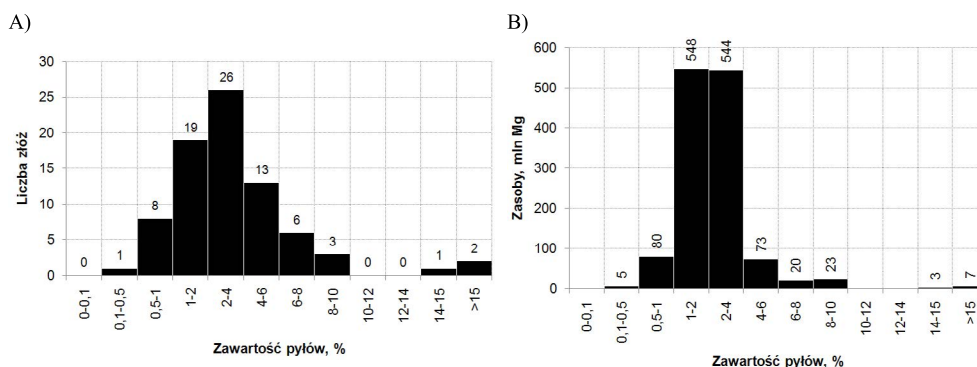
Rys. 8. Histogram rozkładu punktu piaskowego: A) liczba złóż, B) zasoby

Fig. 8. A histogram of silt content distribution: A) the number of deposits, B) in place resources

2.7. Zawartość pyłów

Pyłami są ziarna o wielkości frakcji poniżej 0,063 mm. Duża zawartość najdrobniejszych frakcji w złożu nie jest pożądana i pogarsza jego jakość. W przypadku zastosowań do betonu pyły oblepiające powierzchnię ziaren izolują kruszywa od zaczynu cementowego, osłabiając strefę kontaktową, co w konsekwencji prowadzi do obniżenia wytrzymałości betonu, szczególnie jego wytrzymałości na zginanie.

Małopolskie złoża charakteryzują się zawartością pyłów w przedziale 0,5–16%, przy średniej 3,8%. Największą liczebnością złóż charakteryzuje się przedział frakcji pylastej 2–4% (rys. 9A). Zasoby złóż z taką ilością pyłów łącznie z zasobami o zawartości pyłów 1–2% stanowią największą grupę zasobową województwa (rys. 9B).



Rys. 9. Histogram rozkładu zawartości pyłów: A) liczba złóż, B) zasoby

Fig. 9. A histogram of groundwater depth distribution: A) the number of deposits, B) in place resources

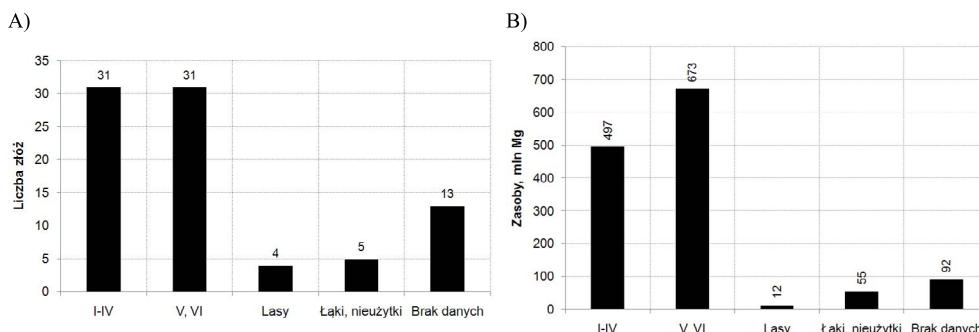
Dwa złoża o zasobach 7 mln Mg (Rajsko 2, Młynne-Zbiornik) nie spełniają aktualnych kryteriów definiujących złożę i jego granice (Rozporządzenie MS 2015), z graniczną zawartością pyłów na poziomie 15%.

Zmienność tego parametru określono na poziomie 85% (duża zmienność).

2.8. Klasa bonitacyjna gleb

Ze względu na pewną liczbę dokumentacji sporządzonych przed rokiem 1980, kiedy nie było konieczności uwzględniania tego typu informacji, dane dotyczące bonitacji gleb nie są pełne. Brak danych dotyczy 15% złóż, obejmujących tylko 7% zasobów. Liczbę złóż oraz wielkość zasobów w wyróżnionych klasach gleb przedstawiono na rysunku 10.

Podobna liczba złóż zalega pod glebami klas I–IV oraz V–VI, w ujęciu zasobów przeważają jednak gleby gorszej jakości. Złoża dokumentowane na terenach leśnych (cztery zidentyfikowane) posiadają tylko 12 mln Mg zasobów. W przypadku pięciu złóż klasę gleb określono opisowo jako łąki lub nieużytki, z zasobami 55 mln Mg.



Rys. 10. Histogram rozkładu klas gleb: A) liczba złóż, B) zasoby

Fig. 10. A histogram of soil quality class distribution: A) the number of deposits, B) in place resources

Podsumowanie

Z doświadczeń ostatnich lat wynika, że przyrost zasobów złóż piasku i żwiru należy wiązać głównie z nowymi obszarami, wcześniej nie objętymi dokumentowaniem. Świadczyć to może o tym, że znane, aktualnie niezagospodarowane złoża, ze względu na różne uwarunkowania są trudne do górniczego zagospodarowania. Uwarunkowania te mają podłoże prawne, przestrzenne lub środowiskowe.

Pomimo ograniczonej możliwości wykorzystania zasobów tych złóż, przy znanych parametrach złożowych stanowić mogą one punkt wyjścia dla poszukiwań i dokumentowania nowych złóż w ich bliskim sąsiedztwie, w miejscach o wstępnie zweryfikowanej dopuszczalności formalno-prawnej i środowiskowej eksploatacji.

Wykonana inwentaryzacja objęła 84 udokumentowane, niezagospodarowane złoża piasku i żwiru o łącznych zasobach powyżej 1,3 mld Mg. Z punktu widzenia typów złóż przeważają piaskowo-żwirowe o punkcie piaskowym w zakresie 50–75%. Jednak najwięcej zasobów można scharakteryzować jako żwirowo-piaskowe o punkcie piaskowym w przedziale 25–50%. Średnie parametry niezagospodarowanego złoża są następujące:

- powierzchnia – 66 ha,
- grubość nadkładu – 1,6 m,
- miąższość serii złożowej – 8,4,
- liniowy współczynnik N/Z – 0,19,
- głębokość zwierciadła wód podziemnych – 3,1 m,
- punkt piaskowy – 56%,
- zawartość pyłów – 3,8%.

Zmienność większości parametrów jest bardzo duża (powyżej 100%) lub duża (40–100%), tylko w przypadku wartości punktu piaskowego uzyskano umiarkowaną zmienność (40%). Dla obliczonej średniej wartości punktu piaskowego, ilość zasobów żwiru w złożach niezagospodarowanych należy określić na poziomie około 600 mln Mg.

Na wyniki przeprowadzonej inwentaryzacji duży wpływ miały dwa duże złoża udokumentowane w rejonie Czarnego Dunajca, których oddziaływanie dotyczyło w szczególności struktury zasobowej.

Praca wykonana w ramach badań statutowych nr 11.11.100.597.

Literatura

- Glapa, W. i Korzeniowski, I.K. 2005. *Mały leksykon górnictwa odkrywkowego*. Wrocław: Wyd. i Szkolenia Górnicze Burnat & Korzeniowski, s. 140.
- Zalewski, J. 2016. Dokąd branża? Przyszłość kruszyw – szanse i zagrożenia. *Surowce i Maszyny Budowlane* Nr 6, s. 8–13.
- Kozioł, W. i Galos, K. red. 2013. *Scenariusze zapotrzebowania na kruszywo naturalne w Polsce i w poszczególnych jej regionach*. Kraków–Wrocław: Poltegor-Institut, s. 206.
- PIG 2015. *Bilans zasobów kopalni i wód podziemnych w Polsce*. Warszawa. Państwowy Instytut Geologiczny, Państwowy Instytut Badawczy (PIG).
- Rozporządzenie MŚ 2015. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 1 lipca 2015 r. w sprawie dokumentacji geologicznej złoża kopaliny, z wyłączeniem złoża węglowodorów (Dz.U.2015 poz. 987).
- Machniak, Ł. 2016. Kruszywa do betonu – gdzie jest popyt? *Konferencja aktualne problemy branży kruszyw – zagrożenia i oczekiwania*, Brenna.