



## Środowiskowe aspekty eksploatacji kruszyw żwirowo-piaskowych spod wody w Polsce

*Wiesław Koziół<sup>\*</sup>, Ireneusz Baic<sup>\*</sup>, Stefan Góralczyk<sup>\*</sup>,  
Łukasz Machniak<sup>\*\*</sup>, Adrian Borcz<sup>\*\*</sup>*

*<sup>\*</sup>Institut Mechanizacji Budownictwa i Górnictwa Skalnego*

*<sup>\*\*</sup>Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków*

### 1. Wprowadzenie

Kruszywa naturalne (żwirowo-piaskowe i łamane) stanowią największą grupę wydobywanych i zużywanych w świecie surowców mineralnych. Światowa produkcja kruszyw szacowana jest na około 40 mld Mg (brak jest dokładnych danych z kilku krajów, m.in. z Chin). Kruszywa zużywane są głównie w budownictwie do produkcji betonów, dróg, mieszkań i innych obiektów budowlanych, w energetyce, chemii budowlanej itd. Kruszywa odpowiednio uszlachetnione stosuje się również poza budownictwem w wielu gałęziach gospodarki takich jak przemysł szklarski, odlewnictwo, filtracja wody i ścieków itp. Drobne piaski o wysokiej zawartości kwarcu stosowane są niemal w całej współczesnej elektronice (telefony komórkowe, komputery, telewizory, panele słoneczne itp.). Ostatnio kruszywa stosowane są również do wydobycia węglowodorów metodą szczelinowania hydraulicznego, do budowy i utrzymania infrastruktury sportowej i rekreacyjnej (boiska, pola golfowe) itd. Szeroki zakres zastosowań kruszyw naturalnych, a przede wszystkim rozwój w wielu bogatych krajach arabskich i innych, wysoko uprzemysłowionych, bardzo wysokiego budownictwa kubaturowego i inżynieryjnego, sprawia, że w niektórych krajach lub regionach występuje duży niedobór kruszyw naturalnych i konieczność ich importu niekiedy z odległych krajów czy złóż, a ceny importowanych kruszyw wynoszą od 50 do 100 USD/Mg, czyli przekraczają aktualne ceny węgla kamiennego (Koziół 2016).

W Polsce w okresie ostatnich 25 lat odnotowano około czterokrotny wzrost wydobycia kruszyw z 63,0 (1991 r.) do 232,0 mln Mg/rok (2015 r.). Rekordową wielkość wydobycia osiągnięto w 2011 r. – 333,0 mln Mg/rok. W przeliczeniu na mieszkańca daje to obecnie wskaźnik produkcji ok. 6,0 Mg/mieszkańca (Koziół i in. 2015; Koziół 2016). Wskaźnik ten jest wyższy w porównaniu do średniej europejskiej (ok. 5,0 Mg/m.), ale równocześnie jest niższy od produkcji kruszyw w wielu krajach europejskich (Norwegia – 16,7 Mg/m., Finlandia – 15,7, Austria 12,2, Niemcy – 7 itd.) (UEPG 2016).

W produkcji kruszyw naturalnych w Polsce zdecydowaną przewagę mają kruszywa żwirowo-piaskowe, które stanowią ok. 2/3 produkowanych kruszyw. W porównaniu do produkcji kruszyw w UE i w innych krajach europejskich struktura ta znacznie się różni. W krajach tych przewagę ma produkcja kruszyw łamanych. Wynika to oczywiście głównie z uwarunkowań złożowych. W Polsce kruszywa naturalne eksploatowane są wyłącznie odkrywkowo. Piaski i żwiry wydobywane są głównie spod lustra wody (ok. 75% wydobycia), a surowce skalne do produkcji kruszyw łamanych eksploatowane są w wyrobiskach naziemnych stokowych, wgłębnych lub stokowo-wgłębnych (Koziół 2016).

## 2. Technologie eksploatacji kruszyw żwirowo-piaskowych

Do wydobycia kruszyw żwirowo-piaskowych stosowane są trzy podstawowe technologie wydobycia: lądowa (sucha), spod wody (wodna) i mieszana (lądowo-wodna).

Zastosowanie jednej z tych technologii uzależnione jest od usytuowania poziomu wodonośnego względem stropu i spągu złoża (tabela 1). W złożach zawodnionych, eksploatowanych spod wody, zwierciadło wody utrzymywane jest co najmniej 1,5 m powyżej stropu złoża. Tego typu złoża najczęściej zalegają w południowej części kraju, gdyż związane są z obszarami akumulacji rzecznej lub wodnolodowcowej. Eksploatacja lądowa najczęściej występuje w obszarze Polski Północnej (złodowacenie północnopolskie), a produkcja odpowiedniej jakości kruszyw wymaga ich płukania i dostarczenia odpowiedniej ilości wody przemysłowej.

W wielu kopalniach stosowana bywa również eksploatacja mieszana, z urabianiem górnego poziomu z ładu, a poziomu dolnego spod lustra wody. Głębokość zalegania spągu złoża najczęściej nie przekracza

10 m poniżej lustra wody. Złoża te eksploatowane są wyrobiskami wgłębnyymi lub stokowo-wgłębnyymi. W eksploatacji spod wody w zależności od głębokości zalegania złoża stosuje się urabianie koparkami z ładu (przy płytkiej eksploatacji 5-10 m) lub urabianie pogłębiarkami pływającymi. Piaski i żwiry eksploatuje się również z rzek i zbiorników wodnych w ramach prac regulacyjnych i pogłębiających koryta. Ta eksploatacja nie podlega jednak nadzorowi górniczemu i odbywa się zgodnie z wymogami prawa wodnego.

**Tabela 1.** Typy eksploatacji kruszyw żwirowo-piaskowych (Kozioł i in. 2011a; 2011b)

**Table 1.** Types of sand and gravel aggregates exploitation (Kozioł i in. 2011a; 2011b)

Typ eksploatacji	Rodzaj wyrobiska	Usytuowanie górnego poziomu wodonośnego względem złoża
Lądowa (sucha)	stokowe, stokowo-wgłębne, wgłębne	Poniżej spągu złoża lub spągu wyrobiska
Spod lustra wody (wodna)	wgłębne	Powyżej stropu złoża (min. 1,5 m)
Mieszana (lądowo-wodna)	stokowo-wgłębne, wgłębne	Poniżej stropu i powyżej spągu złoża

Ze względu na postępującą eksploatację złóż zalegających na większych głębokościach i pod grubszym nadkładem, systematycznie wzrasta udział wydobywania kruszyw spod lustra wody, który na przestrzeni ostatnich 40 lat przedstawiał się następująco:

- 1975 r. – 54% (wydobywanych żwirów i piasków),
- 1985 r. – 65%,
- 2015 r. – ok. 75%.

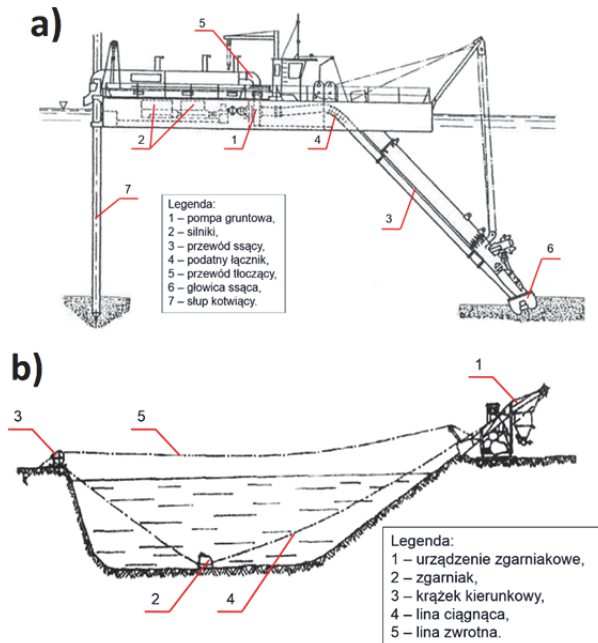
Specjalną technologią wydobywania kruszyw jest eksploatacja podmorska, w niektórych krajach stosowana na znaczną skalę (w UE ok. 55 mln Mg/rok) (UEPG 2016). W Polsce w 2015 roku wydobywanie z Bałtyckiego Obszaru Morskiego wyniosło 0,485 mln Mg (PIG-PIB 2016).

Urabianie piasków i żwirów polega na pokonaniu sił spójności, które odbywa się w wyniku procesu mechanicznego (skrawanie), hydraulicznego lub pneumatycznego (Bęben 2008). Najczęściej urabianie zwią-

zane jest z zaczerpywaniem urobku do organu roboczego pogłębiarki lub innej maszyny (koparki, zgarniarki) wydobywczej, w którym równocześnie zapoczątkowane zostaje wnoszenie urobku ku powierzchni wody. Łącząc proces urabiania z transportem pionowym i poziomym urobku (po wodzie i na ładzie) stosuje się różne warianty układów technologicznych.

W tabeli 2 zestawiono podstawowe sposoby urabiania i wydobywania piasków i żwirów spod wody. Do najczęściej obecnie stosowanych maszyn wydobywczych należą (Jacaszek 2015):

- pogłębiarki ssące z głowicami spulchniającymi (pogłębiarka ssąco-refulująca – rysunek 1a),
- pogłębiarki chwytakowe,
- koparki łyżkowe (podsiębierne) lub zgarniakowe,
- zgarniarki linowe (rysunek 1b),
- pogłębiarki wieloczerpakowe.



**Rys. 1.** a) Pogłębiarka ssąca z głowicą spulchniającą, b) Zgarniarka linowa z krążkiem zwrotnym (kierunkowym) (Bęben 2008)

**Fig. 1.** a) Trailing suction dredger, b) Dragline scraper with turning disc (Bęben 2008)

**Tabela 2.** Układy technologiczne stosowane do eksploatacji żwirów i piasków spod wody (Kozioł i in. 2011a; 2011b)

**Table 2.** Technological systems used in sand and gravel aggregates exploitation from under the water (Kozioł i in. 2011a; 2011b)

Sposób urabiania	Technika urabiania (maszyny i urządzenia)	Urabianie a – z lądu b – spod wody	Transport urobku		
			Po wodzie	Na lądzie	
Mechaniczny	Koparki (pogłębiarki) łyżkowe podsiębierne	a	–	Samochody technolog. Przeñośnik taśmowy	
		b	Przeñośnik taśmowy Barka, szalanda	Samochody technolog. Przeñośnik taśmowy	
	Koparki (pogłębiarki) chwyதாகowe	a	–	Przeñośnik taśmowy Samochody technolog.	
		b	Przeñośnik taśmowy Barka, szalanda	Samochody technolog. Przeñośnik taśmowy	
	Koparki (pogłębiarki) zgarniakowe	a	–	Samochody technolog. Przeñośnik taśmowy	
		b	Przeñośnik taśmowy Barka, szalanda	Samochody technolog. Przeñośnik taśmowy	
	Zgarniarki (pogłębiarki) linowe	a	–	Samochody technolog. Przeñośnik taśmowy	
		b	Przeñośnik taśmowy Barka, szalanda	Samochody technolog. Przeñośnik taśmowy	
	Koparki (pogłębiarki) wielonaczyniowe	a	–	Przeñośnik taśmowy Samochody technolog.	
		b	Przeñośnik taśmowy Barka, szalanda	Przeñośnik taśmowy	
	Hydrauliczny	Pogłębiarki ssące	b	Rurociąg Przeñośnik taśmowy	Rurociąg Przeñośnik taśmowy
		Pogłębiarki ssące z głowicą spulchniającą	b	Rurociąg Przeñośnik taśmowy	Rurociąg Przeñośnik taśmowy
Pogłębiarki hydropneumatyczne		b	Rurociąg Przeñośnik taśmowy	Rurociąg Przeñośnik taśmowy	
Pogłębiarki (statki)		b	Pogłębiarka (własne zbiorniki) Szalanda, barki	Samochody technolog. Przeñośnik taśmowy	
Mieszany	Pogłębiarki ssąco-frezujące	b	Rurociąg Przeñośnik taśmowy	Rurociąg Przeñośnik taśmowy	

### 3. Środowiskowe aspekty podwodnej eksploatacji kruszyw żwirowo-piaskowych

Eksploatacja złóż surowców mineralnych w znacznej części społeczeństwa postrzegana jest jako działalność szkodliwa dla krajobrazu

i przyrody ożywionej. Za negatywny obraz tej działalności w dużym stopniu odpowiadają niektóre technologie, mechanizmy gospodarcze, ekonomiczne i prawne oraz niestety także zaniedbania środowiska górniczego. Na szczęście sytuacja ta ulega dużym zmianom, a stosowane obecnie technologie i zasady zagospodarowania złóż i terenów poeksploatacyjnych na ogół nie powodują istotnych szkodliwych oddziaływań na środowisko przyrodnicze i coraz częściej przynoszą satysfakcję zarówno przedsiębiorcom górniczym jak również przyrodnikom (ekologom). Liczne przykłady atrakcyjności przyrodniczej, krajobrazowej i kulturowej terenów poeksploatacyjnych skłaniają do spojrzenia na eksploatację kopalin jako na działalność wzbogacającą wartość przyrodniczą terenów pogórniczych. Dotyczy to w znacznym stopniu eksploatacji odkrywkowej złóż kruszyw naturalnych w tym szczególnie eksploatacji żwirów i piasków spod wody.

Porównanie poszczególnych technik i technologii eksploatacji (tabela 2) jest trudne ze względu na złożoność procesów i oddziaływań. W celu podjęcia takiej oceny niezbędne jest określenie najważniejszych kryteriów wrażliwości ekologicznej. Kryteria oceny oddziaływania eksploatacji na środowisko przyrodnicze zostały między innymi podane w wytycznych UE dotyczących obszarów Natura 2000 związanych z ochroną rzadkich i zagrożonych ptaków i innych siedlisk i gatunków (Koziół i in. 2011a; 2011b):

- zakłócenie funkcjonowania zagrożonych gatunków lub ich przemieszczenie,
- utrata rzadkich lub zagrożonych gatunków,
- możliwość zasiedlenia przez obce inwazyjne gatunki,
- zmiany w ekosystemach wodnych lub ich degradacja.

Eksploatacja kruszyw spod wody praktycznie nie powoduje obniżenia zwierciadła wód, zatem nie powinna mieć szkodliwego wpływu na środowisko wodne. Do czynników branych pod uwagę przy opracowywaniu raportów oddziaływania eksploatacji na środowisko należą również hałas i pylenie. Praktycznie skala oddziaływania na czynniki środowiskowe w małym stopniu uzależniona jest od techniki i technologii eksploatacji (tabela 3), zależy natomiast głównie od wrażliwości środowiska, wyboru lokalizacji, kolejności eksploatacji, koncentracji wydobycia itp.

**Tabela 3.** Porównanie technologii eksploatacji kruszyw żwirowo-piaskowych ze względu na wybrane czynniki środowiskowe (Kozioł i in. 2011a; 2011b)

**Table 3.** Comparison of sand and gravel aggregates exploitation technologies due to selected environmental factors (Kozioł i in. 2011a; 2011b)

Sposób urabiania	Technika urabiania (maszyny i urządzenia)	Urabianie a – z ładu b – spod wody	Bezpieczeństwo pracy	Odwodnienie, obniżenie zwierciadła wody	Zanieczyszczenie wody	Hałas
Mechaniczny	Koparki (pogłębiarki) łyżkowe podsiębierne	a	±	nie	±	±
		b	±	nie	±	±
	Koparki (pogłębiarki) chwytakowe	a	+	nie	±	±
		b	+	nie	±	±
	Koparki (pogłębiarki) zgarniakowe	a	±	nie	–	±
		b	±	nie	–	±
	Zgarniarki linowe	a	+	nie	–	–
		b	+	nie	–	–
Koparki wielonaczyniowe	a	+	nie	–	±	
	b	+	nie	–	±	
Hydrauliczny	Pogłębiarki ssące	b	+	nie	±	–
	Pogłębiarki ssące z głowicą spulchniającą	b	+	nie	±	–
	Pogłębiarki hydro-pneumatyczne	b	+	nie	±	±
	Pogłębiarki (statki)	b	+	nie	±	±
Mieszany	Pogłębiarki ssąco-frezujące	b	+	nie	±	±

+ – poniżej średniej,

± – średnio,

– – powyżej średniej (mniej korzystne),

nie – praktycznie nie występuje.

Dotychczasowa praktyka górnicza wskazuje, że dzięki odpowiednio zaprojektowanej i wykonanej rekultywacji wyrobisk poeksploatacyjnych tereny pogórniczne stają się schronieniem rzadkich i zagrożonych gatunków ptaków, gadów, płazów itp. Obszary te w wielu przypadkach można określić mianem wybitnych ostoi przyrody, chroniących zjawiska przyrodnicze nie występujące lub bardzo rzadko występujące gdzie indziej. Prowadzone prace we Francji, w Niemczech a również i w Polsce potwierdziły, że niektóre gatunki chronione, które w tych krajach lub

regionach były bardzo nieliczne, znajdują schronienie w nowych siedliskach mieszczących się w dawnych lub też w czynnych wyrobiskach odkrywkowych. Za granicą mamy przykłady, że były wyrobiska włączone są do obszarów Natura 2000.

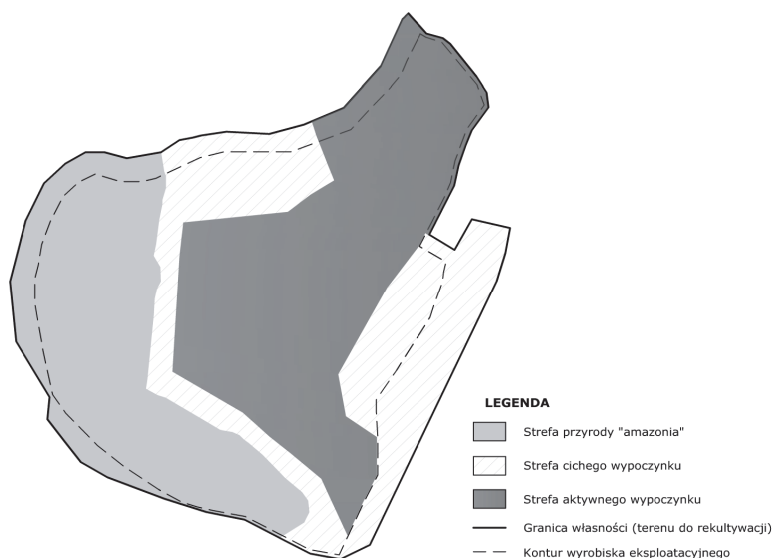
Na rysunku 2 mamy przykład rekultywacji jednego z wyrobisk po podwodnej eksploatacji żwirów i piasków w województwie małopolskim, zaś na rysunku 3 podano przykład planowanej rekultywacji wyrobiska po eksploatacji żwiru i piasku z podziałem na trzy zróżnicowane strefy pod względem intensywności użytkowania i rodzaju docelowego zagospodarowania. Ze względu, że złoża zlokalizowane jest w bliskim sąsiedztwie obszarów Natura 2000 oraz ośrodków przemysłowych na całym obszarze (ok. 60 ha) wydzielono trzy strefy: przyrodniczą (amazonia), cichego wypoczynku i aktywnej rekreacji. W ramach tych stref zaproponowano 6 kierunków rekultywacji (wodny, przyrodniczy, leśny, rekreacyjno-wypoczynkowy, gospodarczy, dydaktyczno-badawczy), a obszary zreultywowane w jednym z kierunków mogą spełnić różne funkcje w zależności od położenia strefy. Biorąc pod uwagę uwarunkowania środowiskowe założono, że strefy rekreacyjne powinny być podporządkowane wymogom strefy przyrodniczej z kierunkiem rekultywacji dydaktyczno-badawczym (Kozioł i in. 2011c).



**Rys. 2.** Przykład zreultywowanego wyrobiska po eksploatacji kruszyw żwirowo-piaskowych (Zajac 2011)

**Fig. 2.** Example of reclaimed mine after the sand and gravel aggregates exploitation (Zajac 2011)





**Rys. 3.** Przykładowa koncepcja rekultywacji wyrobiska poeksploatacyjnego kruszyw żwirowo-piaskowych (Kozioł i in. 2011c)

**Fig. 3.** An example conception of reclamation of sand and gravel aggregates former mining areas (Kozioł i in. 2011c)

#### 4. Wnioski końcowe

1. Złóża kruszyw żwirowo-piaskowych ze względu na trudności z ich odwodnieniem (duży zasięg leja depresji) w większości (w Polsce ok. 75%) eksploatuje się spod lustra wody, co praktycznie nie powoduje lokalnego obniżenia zwierciadła wód podziemnych.
2. W zależności od warunków geologiczno-górnicznych eksploatacji (wielkość zasobów, głębokość zalegania i miąższość złoża, warunki urabiania, wielkość wydobycia itp.) stosowane są różne techniki i technologie wydobycia.
3. W pracy przedstawiono próbę porównania możliwych do stosowania technologii eksploatacji z uwagi na niektóre ważniejsze czynniki środowiskowe.
4. Dotychczas na wybór technologii wydobycia praktycznie w większości przypadków mają wpływ czynniki techniczne i ekonomiczne (wydajność, wielkość produkcji, koszty inwestycyjne i eksploatacyjne, efektywność produkcji).

5. Realizacja zrównoważonego rozwoju i ochrona środowiska naturalnego wymagają uwzględnienia również czynników środowiskowych zarówno w górniczych projektach jak również w analizach ekonomicznych efektywności eksploatacji (czynnik środowiskowy).
6. Z analizy porównawczej poszczególnych technologii wydobywania wynika, że do technologii bardziej sprzyjających środowisku naturalnemu można zaliczyć urabianie pogłębiarkami ssącymi i koparkami podsiębiernymi.
7. Ważne znaczenie dla ochrony środowiska mają prace koncepcyjno-projektowe eksploatacji złoża i wybór odpowiedniego wariantu. Do szczególnie istotnych czynników mających wpływ na środowisko, poza technologią, zaliczyć należy:
  - określenie wielkości wydobywania i produkcji kruszywa,
  - ustalenie obszaru (granic) eksploatacji,
  - wybór lokalizacji udostępnienia i postępu eksploatacji,
  - wybór lokalizacji zakładu przerobczego oraz technologii przeróbki,
  - wybór miejsc składowania i zwałowania.
8. Uwzględniając konieczność ochrony terenów przyrodniczo cennych i równocześnie ograniczoną ilość nieodnawialnych zasobów surowców mineralnych, konieczne jest wypracowanie racjonalnych, modelowych metod zagospodarowania złóż (projektowanie, eksploatacja) oraz rekultywacji i rewitalizacji terenów poeksploatacyjnych w warunkach możliwego oddziaływania na środowisko przyrodnicze (Poros, Sobczyk 2014; Sobczyk i in. 2012; Zajac 2011).

## Literatura

- Bęben, A. (2008). *Maszyny i urządzenia do wydobywania kopalin pospolitych bez użycia materiałów wybuchowych*. Wyd. AGH.
- Jacaszek, C. (2015). *Metoda doboru technologii urabiania złóż żwirowo-piaskowych spod wody*. Praca doktorska, AGH, Kraków.
- Kozioł, W., Ciepliński, A., Machniak, Ł., Jacaszek, C., Borcz, A. (2014). Wydobycie i produkcja kruszyw naturalnych w Polsce i w Unii Europejskiej. *Przegląd Górniczy*, 10, 23-29.
- Kozioł, W., Machniak, Ł., Borcz, A., Baic, I. (2016). Górnictwo kruszywa w Polsce – szanse i zagrożenia. *Inżynieria Mineralna*, 2, 175-182.
- Kozioł, W., Machniak, Ł., Ciepliński, A. (2011a). Technologia wydobywania kruszywa żwirowo-piaskowych spod wody. *Przegląd Górniczy*, 7-8, 207-214.

- Koziół, W., Machniak, Ł., Ciepłiński, A., Borcz, A. (2015). Produkcja i zużycie kruszyw naturalnych w Polsce – aktualny stan i prognozy. *Górnictwo Odkrywkowe*, 4, 41-50.
- Koziół, W., Machniak, Ł., Goleniewska, J. (2011b). *Technologie eksploatacji złóż kruszyw naturalnych i ich wpływ na środowisko*. Konferencja „Problemy eksploatacji złóż kruszyw naturalnych na obszarach przyrodniczo-cennych”. AGH, Kraków.
- Koziół, W., Machniak, Ł., Musiał, J., Ciepłiński, A. (2011c). *Wariantowa koncepcja zagospodarowania terenów poeksploatacyjnych zakładu górniczego „Wiślicz”*. AGH, Kraków.
- PIG-PIB (2016). *Bilans zasobów kopalni i wód podziemnych w Polsce*. Warszawa.
- Poros, M., Sobczyk, W. (2014). Kierunki rekultywacji terenów pogórnich obszaru chęcińsko-kieleckiego w kontekście ich wykorzystania w aktywnej edukacji geologicznej. *Rocznik Ochrona Środowiska*, 16, 386-403.
- UEPG Annual Review 2015-2016 (2016). *European Aggregates Association*. Brussels.
- Sobczyk, W., Biedrawa-Kozik, A., Kowalska, A. (2012). Threats to areas of natural interest. *Rocznik Ochrona Środowiska*, 14, 262-273.
- Zajac, T. (2011). *Uwarunkowania przyrodnicze eksploatacji złóż żwirowo-piaskowych*. Konferencja „Problemy eksploatacji złóż kruszyw naturalnych na obszarach przyrodniczo-cennych”. AGH, Kraków.

## **Environmental Aspects of Sand and Gravel Aggregates Exploitation from under the Water in Poland**

### **Streszczenie**

Przemysłowa działalność człowieka w różnym stopniu oddziałuje na środowisko naturalne. Górnictwo związane z odkrywkową eksploatacją kopalni, charakteryzuje się przede wszystkim przekształcaniem morfologii terenu, ale również często wpływa na stosunki wodne (konieczność odwadniania złoża), na zasiedlenie obszarów przyległych przez różne gatunki zwierząt, ptaków, płazów, a także na lokalną florę.

Szeroki zakres zastosowań a także wielkość popytu na kruszywa naturalne żwirowo-piaskowe i łamane powoduje, iż stanowią największą grupę wydobywanych i zużywanych w świecie surowców mineralnych. W Polsce zdecydowaną przewagę mają żwiry i piaski. Górnictwo kruszyw naturalnych żwirowo-piaskowych w Polsce związane jest w większości (ok. 3/4 kopalń) z eksploatacją prowadzoną spod lustra wody. Kopalnie tego typu nie mają praktycznie wpływu na poziom zwierciadła wód podziemnych nie powodując osuszania

przyległych akwenów oraz terenów objętych ochroną. W przeciwieństwie do wielu obszarów, w których działalność człowieka związana jest np. ze wzmożoną turystyką i rekreacją, z produkcją odpadów w obszarach przyrodniczo cennych i innych aktywności człowieka, w tym związanych z urbanizacją, w których dochodzi do dewastacji lokalnego środowiska, prowadzenie działalności wydobywczej obliguje na przedsiębiorcy górnictwem w ramach obowiązkowej rekultywacji terenów poeksploatacyjnych konieczność przywracania naturze obszarów cennych, co często w efekcie polepsza stan środowiska. Oczywiście również w górnictwie dochodzi do zaniedbań związanych z ochroną przyrody. Jednak pomimo początkowego i trwającego niejednokrotnie podczas prowadzenia eksploatacji wpływu na zmniejszenie liczebności gatunków zwierząt i roślin, takie przekształcanie środowiska daje nierzadko dużo skutków pozytywnych często przyczyniając się do tworzenia nowych i bogatszych siedlisk w stosunku do tych, które dotychczas występowały na badanym obszarze.

Artykuł przedstawia podział technologii wydobywczych stosowanych w Polsce do eksploatacji żwirów i piasków i skalę ich oddziaływania na środowisko. Wytypowano technologie eksploatacji, które najmniej oddziałują na środowisko naturalne. Podano najważniejsze kryteria wrażliwości ekologicznej, które są niezbędne do podjęcia oceny oddziaływania eksploatacji na środowisko. Są to kryteria, które podawane są między innymi w wytycznych UE dotyczących obszarów związanych z ochroną rzadkich gatunków zwierząt i roślin. Krajowe górnictwo kruszyw żwirowo-piaskowych eksploatowanych spod wody oparte jest o rozwiązania techniczne, które nie wpływają na obniżanie zwierciadła wód. Siła oddziaływania kopalń na środowisko w stosunkowo małym stopniu zależna jest od czynników technicznych, zależy zaś głównie od innych czynników, w tym od samego środowiska, które podlega ochronie. Dotychczasowa praktyka górnictwa wskazuje, że dzięki odpowiednio zaprojektowanej i wykonanej rekultywacji wyrobisk poeksploatacyjnych tereny pogórnictwa stają się schronieniem rzadkich i zagrożonych gatunków ptaków, gadów, płazów itp. Obszary te w wielu przypadkach można określić mianem wybitnych ostoi przyrody, chroniących zjawiska przyrodnicze nie występujące lub bardzo rzadko występujące gdzie indziej. Prowadzone prace we Francji, w Niemczech a również i w Polsce potwierdziły, że niektóre gatunki chronione, które w tych krajach lub regionach były bardzo nieliczne, znajdują schronienie w nowych siedliskach mieszczących się w dawnych lub też w czynnych wyrobiskach odkrywkowych. Za granicą mamy przykłady, że były wyrobiska włączane są do obszarów Natura 2000.

## **Abstract**

Industrial human activities impacts in different levels on the environment. Mining related to the surface exploitation of minerals, is mainly characterized by the transformation of the terrain morphology, but also often affects water conditions (the necessity of deposits dewatering), for settlement adjoining areas for different species of animals, birds, amphibians, as well as the local flora.

Wide range of applications as well as the demand for sand and gravel and crushed stones natural aggregates causes that they represent the largest group of extracted and consumed minerals in the world. In Poland decisive advantage have gravels and sands. Mining of these aggregates in Poland is related mainly (approx. 3/4 of mine) to the operations from under the water. Mines of this type do not have a real impact on the level of groundwater without causing drainage adjacent basins and protected areas. Unlike many areas in which human activity is related to for example with increased tourism and recreation, the production of waste in environmentally valuable areas and other human activities, including those related to urbanization, which comes to the devastation of the local environment, mining activities obliges mining entrepreneurs for mandatory reclamation, which need to restore valuable nature areas, often resulting in improving the environment. Of course, also in the mining industry it comes to failures related to nature conservation. However, despite the initial and ongoing frequently, during exploitation, impact on reducing the number of animals and plants species, including the transformation of the environment, often gives a lot of positive effects contributing to the creation of new and richer habitats in comparison to those that so far have been observed in studied areas.

The article presents the division of mining technologies used in Poland to exploitation of gravels and sands and the scale of their impact on the environment. Technologies of exploitation were selected which has the lowest impact on the environment. The most important criterias of environmental sensitivity, that are needed to make impact assessment of exploitation on the environment, were given. These are the criterias that are given among other things in the EU guidelines on areas related to the protection of animals and plants rare species. Polish mining of sand and gravel aggregates exploited from under the water is based on technical solutions that do not affect lowering of the groundwater level. The impact of mines on the environment in a relatively low degree is dependent on technical factors and it mostly depends on other factors, including the environment itself which is subject to be protected. The current practice of mining shows that with properly designed and made reclamation of excavation workings mining areas have become shelter for rare and endangered species of birds, reptiles, amphibians, etc. These areas in many cases can be described as outstanding wildlife shelters, protecting natural phenomena which do

not occur, or are very rare elsewhere. Work carried out in France, Germany and Poland also confirmed that some protected species which in those countries or regions were very rare found shelter in the new habitats coming up in the old or in operating workings of surface mines. Outside Poland we have examples of the former workings which are included in the Natura 2000 areas.

**Słowa kluczowe:**

górnictwo odkrywkowe, kruszywa naturalne, oddziaływanie na środowisko, przywracanie naturze

**Keywords:**

surface mining, natural aggregates, environmental impact, restoration to nature