

TOMASZ GAWENDA*, TOMASZ OLEJNIK**

Produkcja kruszyw mineralnych z odpadów powęglowych w Kompanii Węglowej S.A. na przykładzie wybranych kopalń

Wprowadzenie

Górnictwo węglowe jest jedną z największych odpadotwórczych gałęzi przemysłu. Odpady powstają przede wszystkim przy wydobyciu węgla oraz jego przeróbce, a zależą głównie od jakości i stanu złóż węglowych, metod urabiania pokładów węglowych i technologii wzbogacania urobku. Wysoka jakość procesów wzbogacania węgla przyczynia się do powstawania lepszych koncentratów, ale i większej ilości odpadów powstających w miejscu ich przeróbki. Oznacza to także, że słabo wzbogacony węgiel, również przyczynia się do powstawania odpadów, jeśli nie w zakładach przerobczych, to w elektrowniach lub elektrociepłowniach w postaci żużli, popiołów lub zanieczyszczeń powietrza.

Literatura (Kuczyńska i in. 2006; Koperski, Lech 2007) podaje, że w latach 80. ubiegłego stulecia każdej 1 tonie wydobytego węgla towarzyszyło około 0,5 tony odpadów powęglowych, natomiast obecnie powstaje 0,25–0,35 tony odpadów. Takie liczby świadczą o przemysłanej technice i nowoczesnej technologii wydobycia węgla, biorąc pod uwagę, że mamy coraz gorsze i trudniej dostępne pokłady węgla.

Pomimo tego, zaczęto poszukiwać nowych technologii umożliwiających wykorzystanie odpadów powęglowych. Takie postępowanie z odpadami górnictwem z jednej strony wymusiła m.in. Dyrektywa Europejska Nr 89/106/EWG z dnia 21 grudnia 1988 r. stwarzająca różne możliwości wykorzystania odpadów powęglowych do zastosowań normatywnych wyrobów budowlanych, a z drugiej – sam popyt na kruszywa budowlane i drogowe.

* Dr inż.; Wydział Górnictwa i Geoinżynierii, AGH, Kraków; e-mail: gawenda@agh.edu.pl

** Mgr inż.; KW S.A. Oddział KWK „Bielszowice”, Ruda Śląska; e-mail: t.olejnik@kwsa.pl

Przyjmuje się, że na wybudowanie 1 km autostrady potrzeba około 31 tys. ton kruszyw. Program Budowy Dróg 2008–2012 zakłada wybudowanie 1093 km samych autostrad, a więc należy przeznaczyć około 34 mln ton kruszyw. Jeśli uwzględni się budowę i modernizację innych dróg (ok. 3530 km), to w sumie potrzeba około 93 mln ton kruszyw. Podane szacunki nie uwzględniają zapotrzebowania na surowce mineralne, masy ziemne i inne niezbędne materiały do budowy dróg z przeznaczeniem na nasypy, dojazdy, podjazdy. Przykładowo przy budowie autostrady na 1 jej kilometr potrzeba szacunkowo 200 tys. ton takich mieszanek. Wiedza o tych materiałach jest bardzo istotna, bo pozwoli posprzątać kraj poprzez wykorzystanie wielu nagromadzonych i uznanych za nieprzydatne materiałów (Kabziński 2007).

Wydaje się, że taka sytuacja w kraju już się nie powtórzy, a jeśli weźmie się jeszcze pod uwagę problemy logistyczne transportu kolejowego z dostarczaniem kruszyw na duże odległości, to zapotrzebowanie na kruszywa lokalne nabiera jeszcze większego znaczenia. Zatem przemysł węglowy może stać się bardzo ważnym producentem znacznej ilości kopalin towarzyszących i odpadowych nadających się do zagospodarowania.

Od kilku lat kopalnie węgla kamiennego zaczęły prowadzić badania nad możliwościami wykorzystania odpadów oraz budować instalacje technologiczne do produkcji różnych kruszyw, które mogą być obecnie wykorzystywane do takich celów jak (Kuczyńska i in. 2006):

- drogownictwo,
- budownictwo hydrotechniczne (nasypy, obwałowania rzek, tamy itp.),
- elementy betonów, zapraw i nawierzchni (w tym jako składnik mieszanek bitumicznych i powierzchniowych utrwaleń),
- wypełnienia i bezpośredni materiał budowlany.

Duży rozwój branży przeróbczej produkującej kruszywa mineralne z odzysku skały płonnej pociągnął za sobą wiele dyskusji związanych z wydobywaniem węgla kamiennego i wykorzystaniem odpadów przywęglowych lub kopaliny towarzyszącej. Gremium naukowe sugeruje nowe spojrzenie na proces przeróbki mechanicznej węgla i skały towarzyszącej jako pełnowartościowych surowców skalnych, co nie jest sprzeczne z Prawem geologicznym i górnictwem (art. 5 Ustawy z dnia 4 lutego 1994 r. z późniejszymi zmianami). Z jednej strony obowiązujące przepisy traktują skałę przywęglową jako kopalinę towarzyszącą, ale z drugiej strony w przypadku takiej działalności kopalnie węgla kamiennego musiałyby uzyskać dodatkowo nową koncesję na wydobywanie skał okołowęglowych (Kuczyńska i in. 2006), co ekonomicznie mogłoby być nieuzasadnione. Dlatego kopalnie węgla kamiennego w świetle Ustawy o odpadach (Dz.U. Nr 62, poz. 628 ze zmianami) wolą skałę płonną traktować jako odpad (pochodzący bezpośrednio z procesu przeróbczego lub ze składowiska), który może być odzyskiwany w instalacjach. Przykładowe instalacje zostaną omówione w dalszej części artykułu.

1. Bilans produkcji węgla i odpadów w Kompanii Węglowej S.A.

Kompania Węglowa S.A. jest obecnie największym producentem węgla kamiennego w Europie. W 2003 roku w skład Kompanii wchodziły 23 kopalnie i 25 zakładów przerobczych, a ich zdolności produkcyjne wynosiły 55–60 mln ton węgla handlowego na rok, w tym około 4 mln ton węgla koksowego typu 34. Bilans produktów wzbogacania węgla kamiennego w KW S.A. w 2003 roku przedstawiono na schemacie ideowym na rysunku 1 (Nycz, Zieleźny 2004; Cierpisz i in. 2007). Obecnie KW S.A. posiada 16 kopalń i 1 Zakład Górniczy oraz 21 zakładów przerobczych. Jak widać do roku 2007 część kopalń została zlikwidowana albo została ze sobą połączona (np. „Halemba-Wirek”, „Sośnica-Makoszowy”), ale posiadają one po dwa zakłady przerobcze.

W 2003 roku KW S.A. wyprodukowała 56,8 mln ton węgla i 18,6 mln ton różnych odpadów, co oznacza, że na jedną tonę węgla powstało 0,25 tony odpadów. W 2005 roku zakłady wytworzyły już tylko 16,5 mln ton odpadów powęglowych, z czego około 15,9 mln ton powstało w procesie wzbogacania (Koperski, Lech 2007). Bilans produkcji węgla i odpadów w latach 2003–2006 zestawiono w tabeli 1. Warto zwrócić uwagę, że wskaźnik produkcji odpadów w stosunku do wydobycia węgla surowego każdego roku malał i w roku 2006 wyniósł 0,22. Jest to zatem dość niski wskaźnik i zdecydowanie niższy niż podaje literatura (Kuczyńska i in. 2006; Koperski, Lech 2007) 0,25–0,35 w odniesieniu do całego przemysłu wydobywczego węgla.

Ilość powstających odpadów – przykładowo w KWK „Piast” – podczas wydobycia i przeróbki węgla przekracza w ostatnich latach 1 mln ton/rok, w tym około 130 tys. ton/rok to odpady z robót przygotowawczych i udostępniających. Stopień ich gospodarczego wykorzystania jest w chwili obecnej stosunkowo dość niski i nie przekracza 10%. Pozostała część jest kierowana na składowiska (głównie na składowisko CLT Maczki-Bór) (Potempa, Szlugaj 2007).

Słusznie zatem podjęto program kompleksowego zagospodarowania surowców przywęglowych, mający na celu opracowanie przemysłowych technologii ich przeróbki na dużą skalę na certyfikowane kruszywa budowlane dla różnych zastosowań.

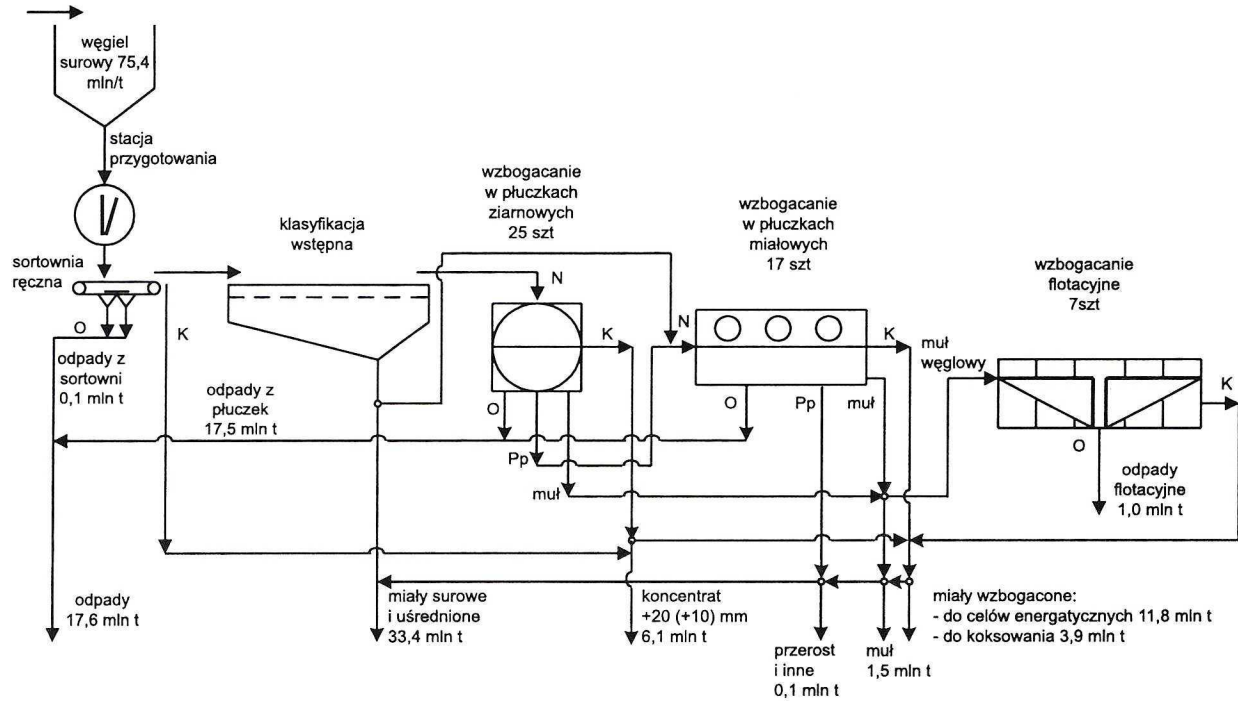
TABELA 1

Bilans produkcji węgla i odpadów w KW S.A. w latach 2003–2006

TABLE 1

The balance of coal and wastes production in KW S.A. in 2003–2006

Rok	Produkcja węgla [mln ton]	Powstałe odpady w procesie wzbogacania węgla [mln ton]	Wskaźnik powstałych odpadów
2003	56,8	18,6	0,25
2004	53,8	16,9	0,24
2005	52,6	15,9	0,23
2006	50,4	14,6	0,22



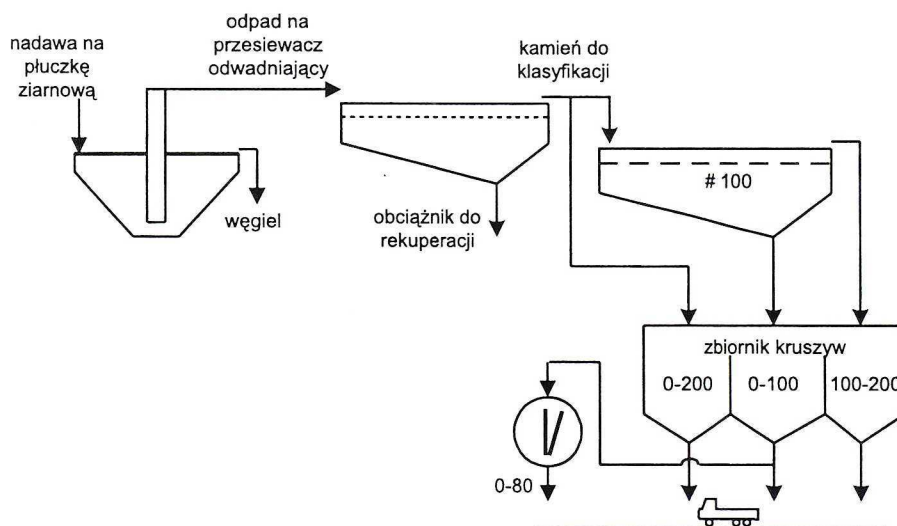
Rys. 1. Schemat idcowy wzbogacania węgla kamiennego wszystkich kopalń w KW S.A. w 2003 roku (Nycz, Zieleźny 2004)

Fig. 1. The idea diagram of hard coal beneficiation for every mine in KW S.A. in 2003 (Nycz, Zieleźny 2004)

2. Instalacje technologiczne produkcji kruszyw mineralnych na przykładzie różnych kopalń

Proces wykorzystania odpadów powęglowych związany jest z wyodrębnieniem kamienia z surowego urobku węglowego, który jest transportowany z dołu kopalni i oparty na wzbogacaniu, rozdrabnianiu i klasyfikacji nadawy w różnych instalacjach przerobczych. Proces wzbogacania najgrubszego materiału prowadzony jest w płuczce ziarnowej, drobniejszego w płuczce miałowej, a najdrobniejszego w maszynach flotacyjnych.

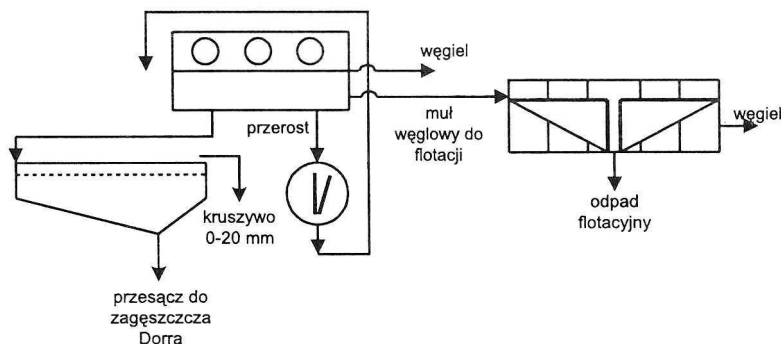
W całej linii technologicznej wzbogacania węgla i odzysku kamienia w przykładowej KWK „Bielszowice” można wyróżnić 3 instalacje, które pokazano na schematach technologicznych (rys. 2 i 3). Instalacja płuczki ziarnowej (wzbogacalnika cieczy ciężkiej typu Drew-Boy) pozwala na odseparowanie węgla od skały płonnej dla wielkości uziarnienia od 200–20 mm. Kamień po procesie wzbogacania, oczyszczeniu z magnetytu i odwodnieniu na przesiewaczach typu PWP (2 szt.) kierowany jest do zbiornika kruszywa. Powstałe kruszywo ma wielkość 0–200 mm.



Rys. 2. Uproszczony schemat odzysku grubych kruszyw w instalacji z płuczką ziarnową w KWK „Bielszowice”

Fig. 2. The simplified scheme of thick aggregates salvage from installation with grain washery

Dwie pozostałe instalacje pokazane na rysunku 3 tworzą tzw. Zakład Wzbogacania Miałów, gdzie wzbogaca się nadawę o uziarnieniu od 20–0 mm. W instalacji płuczki miałowej (osadzarki typu Allmineral) uzyskuje się trzy produkty, tj. węgiel, przerost i skałę płonną. Przerost poddawany jest procesowi rozdrabniania w kruszarce szczękowej typu UP i ponownie jest kierowany do wzbogacania za pomocą hydrotransportu. W procesie tym otrzymujemy kamień o uziarnieniu 20–0 mm, który odwadniany jest na przesiewaczu PWP. Powstały produkt może trafiać do zbiornika grubszych kruszyw oraz jest kierowany także



Rys. 3. Uproszczony schemat odzysku drobnych kruszyw w instalacji z płuczką miałową i maszyną flotacyjną w KWK „Bielszowice”

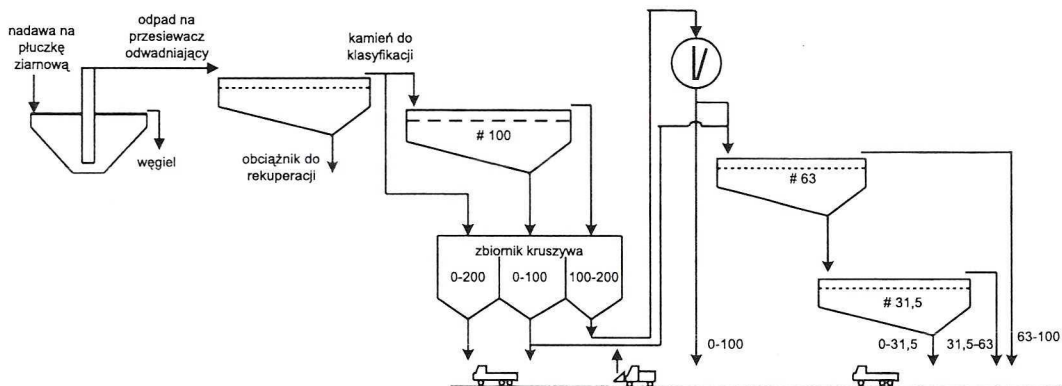
Fig. 3. The simplified scheme of fine aggregates salvage in installation with culm washery and flotation device in KWK “Bielszowice”

do oddzielnego zbiornika na kruszywa, skąd trafia bezpośrednio do samochodów. W trzeciej instalacji pracują maszyny flotacyjne typu Allflot wzbogacające węgiel o uziarnieniu 0–0,5 mm. Odpad flotacyjny mieszany z pyłami dymnicowymi wykorzystywany jest jako mieszanka podsadzkowa przy wypełnianiu wyrobisk.

Wszystkie trzy instalacje współpracują ze sobą i tworzą jedną instalację główną procesu produkcji kamienia, przy czym dwie pierwsze (poza flotacyjną) mogą być połączone wspólnym zbiornikiem na kruszywa. Zbiornik kruszywa podzielony jest na 3 przedziały, w których gromadzi się kruszywo o uziarnieniu 0–200, 0–100, 100–200 mm, a dla zaspokojenia potrzeb odbiorców produkuje się jeszcze klasę ziarnową 0–80 mm poprzez wcześniejsze rozdrabnianie kruszywa w kruszarce szczękowej.

Obecnie KWK „Bielszowice” stoi przed decyzją związaną z dalszą strategią rozwoju produkcji kruszywa ze skał przywęglowych. Wybór drogi w dużej mierze zależy od strategii przyjętej przez Kompanię Węglową S.A. oraz determinacji kierownictwa kopalni. Mając na uwadze rozwój infrastruktury drogowej w rejonie Górnego Śląska należy przypuszczać, że w kopalni będzie rozwijany kierunek dalszego rozwoju pozyskiwania lepszej jakości kruszywa, poprzez udoskonalenie procesu przeróbki kamienia. Należałoby zatem wyposażać zakład dodatkowo w urządzenia stacjonarne lub mobilne do rozdrabniania i klasyfikacji, co zapewniłoby uzyskanie kruszyw o mniejszych klasach ziarnowych niż dotychczas i pełnej ciągłości (rozkładu) uziarnienia. Koncepcja przebudowy zakładu została przedstawiona na rysunku 4. Warto podkreślić, że koncepcje produkcji takiego kruszywa mają już inne kopalnie Kompanii Węglowej S.A., jak np. KWK „Halemba” i „Marcel” (rys. 5) oraz Polsko Węgierska Spółka Akcyjna „Haldex”, która pozyskuje odpady z różnych kopalń.

Koncepcja rozbudowy zakładu produkującego kruszywa jest oparta na stacjonarnych maszynach (tj. kruszarce szczękowej i dwóch przesiewaczach wibracyjnych) w zabudowie przykrytej ze względu na nadmierny hałas i zapylenie towarzyszące pracy. Koszt zakładu miałby wynieść około 4 mln zł, a zwrot tej kwoty nastąpiłby w ciągu 3 lat; (przy założeniu,

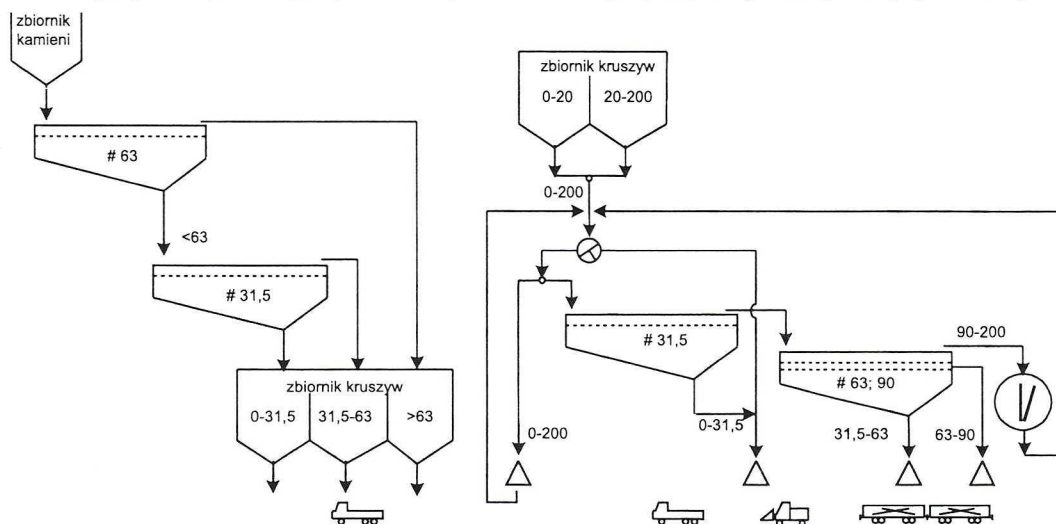


Rys. 4. Koncepcja rozbudowy instalacji produkcji kruszyw z odpadów grubych po płuczkę ziarnowej w KWK „Bielszowice”

Fig. 4. The concept of aggregates from grain washery thick wastes production installation development in KWK “Bielszowice”

że średnia cena za wywóz 1 tony odpadu wynosi 6,20 zł, a zysk za sprzedaż 1 tony kruszywa wynosi 2,60 zł – dane szacunkowe za 2006 rok).

Biorąc pod uwagę udoskonalanie procesów przeróbki węgla wraz z odzyskiem kamienia należałoby przy projektowaniu technologii wykonać szereg badań, których celem byłoby rozpoznanie właściwości skał płonnych, a następnie określić ich przydatność do posiadanych celów. Takie analizy muszą być również oparte na mechanicznej przeróbce, a więc wstępnej suchej selekcji, dynamicznej obróbce wstępnej, separacji i klasyfikacji pośredniej



Rys. 5. Uproszczone schematy technologiczne koncepcji produkcji kruszyw w pełnym zakresie uziarnienia w KWK „Halemba” (z lewej) i „Marcel” (z prawej)

Fig. 5. The simplified technological schemes of aggregates production concept in the full granulation range in KWK “Halemba” (left) and “Marcel” (right)

oraz swobodnym rozdrabnianiu końcowym, przy użyciu różnych maszyn rozdrabniających (kruszarzki szczękowej, bębnowej, wirnikowej udarowej) i przesiewaczy. Wyniki takich analiz pozwolą na rozróżnienie rodzajów surowców, zróżnicowanie wytrzymałościowe klas ziarnowych i selektywny ich podział wzdłuż drogi i czasu rozdrabniania oraz klasyfikacji. Dzięki końcowej obróbce kruszyw można będzie poprawić kształt ziaren i ich wytrzymałość (Góralczyk, Mazela, Stankiewicz 2007). Podjęcie działań zmierzających do przekształcenia odpadów powęglowych w pełnowartościowe kruszywa przy wykorzystaniu odpowiednich technologii jest uzasadnione.

3. Charakterystyka właściwości fizyko mechanicznych kruszyw oraz przykłady wykorzystania odpadów z kopalń Kompanii Węglowej S.A.

Aby zapewnić zbyt kruszyw przywęglowych, należy utrzymywać stałe cechy i parametry kruszywa, tj. odpowiednie frakcje 0–31,5 mm, 31,5–63, 63–90 czy 0–63 mm, właściwe rozkłady uziarnienia, wilgotność, nasiąkliwość, zawartość części palnych, mrozoodporność i niskie straty prażenia.

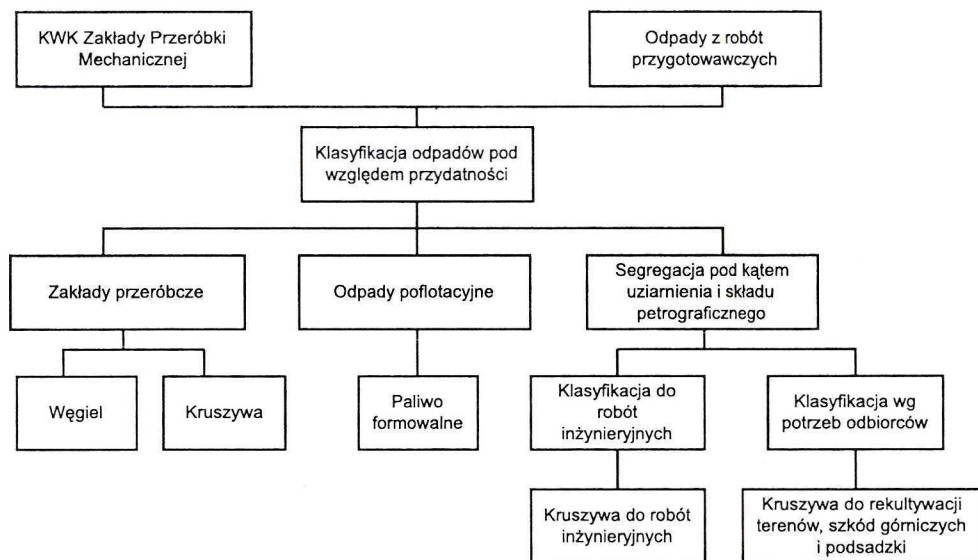
Wychodząc naprzeciw potrzebom rynku pod koniec ubiegłego roku w Kompanii Węglowej S.A. rozpoczęto badania zmierzające do uzyskania kruszyw, które będą spełniały oczekiwania budownictwa drogowego. Przeprowadzono także badania wstępne typu kruszyw na zgodność z normą PN-EN 13242:2004: „Kruszywa do niezwiązanych i hydraulicznie związanych materiałów stosowanych w obiektach budowlanych i budownictwie drogowym” (Koperski, Lech 2007).

W Kompanii Węglowej S.A. z udziałem Polsko-Węgierskiej Spółki Akcyjnej „Haldex”, jest obecnie przygotowywany program całkowitego zagospodarowania powstających odpadów powęglowych wraz z wdrożeniem Zakładowej Kontroli Produkcji (ZKP) w zakładach przerobczych. Obligatoryjny obowiązek stosowania ZKP jest narzucony wymaganiami Dyrektywy 89/106/EWG Rady Wspólnoty Europejskiej w sprawie ujednoczenia przepisów prawnych krajów członkowskich dotyczących wyrobów budowlanych (Szuba 2007). Dzięki uzyskaniu znaku CE lub znaku budowlanego B przy posiadaniu deklaracji zgodności prowadzonej przez ZKP (indywidualnej dokumentacji technicznej zapewniającej jakość kruszyw), producent ma prawo do wprowadzania do obrotu towaru jako wyrobu budowlanego.

Działania zmierzające do wyprodukowania kruszyw naturalnych są oparte na wykorzystaniu wszystkich odpadów powęglowych o pełnym przedziale uziarnienia za wyjątkiem odpadów poflotacyjnych zgodnie z przyjętym schematem przekształceń odpadów, jak na rysunku 6 (Program... 2006).

W celu opracowania właściwej technologii przerobczej w dalszych procedurach należy rozpoznać surowiec pod kątem jego jakości i zmienności. Uproszczony podział obejmuje trzy grupy odpadów (Koperski, Lech 2007):

- o dużej zawartości węgla organicznego,



Rys. 6. Schemat przekształceń odpadów według (Program... 2006; Koperski, Lech 2007)

Fig. 6. The scheme of wastes transformation by (Program... 2006; Koperski, Lech 2007)

- o niskiej zawartości węgla i właściwym składzie petrograficznym z punktu widzenia produkcji kruszyw,
- o niskiej zawartości węgla i słabym składzie petrograficznym (zwiększony udział mułowców, łupków, syderytów itp.).

Odpady powęglowe z wybranych kopalń KW S.A. różnią się między sobą udziałem skał oraz zawartością części palnych (tab. 2, 3 i 4). Odpady o dużej zawartości węgla orga-

TABELA 2

Skład petrograficzny kruszywa 4–63 mm oznaczonego według PN-EN 12407:2001 dla różnych kopalń

TABLE 2

The petrographical contents of the aggregate 4–63 mm determined by PN-EN 12407:2001 for various mines

Rodzaj skały	Zawartość procentowa w próbce				
	„Rydułtowy” Ruch II Anna	„Rydułtowy” Ruch I „Rydułtowy”	„Jankowice”	„Marcel”	„Bielszowice”*
Iłowce	52	46	50	53	20
Mułowce	16	26	2	26	40
Piaskowce	32	28	2	21	40
Syderyty ilaste	–	–	39	0	–
Węgiel	–	–	7	–	–

Źródło: Badania... 2005; GIG, 2004*; Koperski, Lech 2007

TABELA 3

Oznaczenie właściwości klasowych dla różnych kopalń

TABLE 3

The determination of fraction properties for various mines

Badana cecha [%]	Norma	„Rydułtowy” Ruch II „Anna”	„Rydułtowy” Ruch I „Rydułtowy”	„Jankowice”	„Marcel”	„Bielszowice”*
Nasiąkliwość	PN-77/B-0671 4/18	1,2	1,6	4,6	1,4	
	PN-EN 1097-6:2002	WA24 = 2,5	WA24 = 2,8	WA24 = 3,2	WA24 = 2,7	WA24 = 2,3
Mrozo- odporność	PN-78/B-0671 4/19	1,8	1,8	9,2	2,0	–
	PN-EN 1367-1:2001	F = 0,8	F = 0,8	F = 4,4	F = 0,9	F = 3,4
Wskaźnik LA	PN-79/B-0671 4/42	25,2	30,1	36,5	29,8	–
	PN-EN 1097-2:2002	21,2	24,1	29,4	24,5	–

Źródło: Badania... 2005; GIG, 2004*, Koperski, Lech 2007

TABELA 4

Charakterystyka litologiczna gruboziarnistych odpadów z KWK „Piast”

TABLE 4

The lithological characteristics of thick-grained wastes from KWK „Piast”

Pochodzenie odpadów i uziarnienie	Skład petrograficzny
Z robót przygotowawczych i udostępniających 0–500 mm	głównie piaskowce około 70%, iłowce i mułowce około 15%, łupki ilaste (węglowe) około 15%
Popłuczki 20–200 mm	iłowce około 68%, łupki ilaste około 18%, substancja węglowa do 8%, piaskowce do 6%.

Źródło: Potempa, Szlugaj 2007

nicznego z niektórych kopalń kierowane są do zakładów przerobczych Polsko-Węgierskiej Spółki Akcyjnej „Haldex”, z których odzyskuje się węgiel oraz produkuje jednorodne kruszywo o różnych frakcjach.

W 2005 r. Polsko-Węgierska SA „Haldex” za zgodą Kompanii Węglowej SA przeprowadziła badania wspólnie z Laboratorium Inżynierii Ładowej „Labotest” wybranych odpadów powęglowych w kilku kopalniach: „Rydułtowy-Anna Ruch I i II”, „Jankowice”,

„Chwałowice” i „Marcel”. Odpady rozdrobniono w kruszarce szczękowej i wydzielono na przesiewaczu mieszankę kruszywa o uziarnieniu 4–63 mm, w celu oceny możliwości produkcji normatywnego kruszywa frakcjonowanego. Przygotowanie materiału w ten sposób poprawiło m.in. takie parametry jak ścieralność, mrozoodporność i nasiąkliwość. Na podstawie przeprowadzonych badań laboratoryjnych stwierdzono, że cechy fizykomechaniczne wyselekcjonowanych frakcji kruszywa z KWK „Rydułtowy-Anna Ruch I i II” oraz z KWK „Marcel”, kwalifikują je jako kruszywo klasy II, a kruszywo z KWK „Chwałowice” i „Jankowice” jako kruszywo pozaklasowe według norm PN (Koperski, Lech 2007).

Analiza otrzymanych wyników jak też ocena makroskopowa *in situ* wykazała, że istnieje potencjalna możliwość produkcji kruszywa frakcjonowanego klasy II z przeznaczeniem dla budownictwa drogowego na warstwy podbudów i warstwy ulepszonego podłoża, pod warunkiem przeróbki nadawy kruszarkami udarowymi, oddzieleniu frakcji < 4 mm oraz bieżącej kontroli strat prażenia (dotyczy to klas drobnych).

W 2005 roku kruszywo z kopalni „Rydułtowy-Anna” zostało wykorzystane do budowy nasypów drogowych w Rybniku. Kruszywo z kopalń „Chwałowice” i „Jankowice” można również stosować jako materiał do wbudowania w nasypy drogowe. Jednak uzależnione jest to od poziomu wód gruntowych i strefy przemarzania, co związane jest z odpowiednią technologią robót drogowych.

Pozostałe odpady, ze względu na mniej korzystne właściwości (skład petrograficzny, mrozoodporność, nasiąkliwość, odporność na rozdrabnianie), są wykorzystywane jako materiał do podsadzania wyrobisk w kopalniach, do rekultywacji gruntów i terenów poeksploatacyjnych lub kolejnego przetworzenia na mieszanki z innymi surowcami (Koperski, Lech 2007).

Pierwsze kompleksowe badania w KWK „Piast” przeprowadzono w 2003 roku i ich wyniki wykazały przydatność odpadów do robót hydrotechnicznych, inżynierskich, niwelacyjnych i rekultywacyjnych (Twardowska 2003).

W roku 2005 podjęto badania pod kątem możliwości produkcji z odpadów gruboziarnistych (tab. 4) odpowiedniej jakości kruszywa łamanego dla budownictwa komunikacyjnego (Duszyński 2005). Każdy z badanych materiałów poddano kruszeniu do klasy <31,5 mm, a następnie badano skład granulometryczny, zagęszczalność, nośność i pęcznienie. Wskaźnik nośności i pęcznienia liniowego spełniały wymagania normy (PN-S-02205:1998) w odniesieniu do materiałów, które mają być stosowane do robót ziemnych. Zgodnie z normą (PN-S-06102:1997) oceniane odpady gruboziarniste mogą być przydatne do wykonywania budowli ziemnych, z zaleceniem użycia materiału drobnoziarnistego do wypełnienia wolnych przestrzeni. Otrzymywane z tych odpadów kruszywa mogą być stosowane po ulepszeniu spoiwami (cementem, wapnem, aktywnymi popiołami itp.) do budowy nasypów drogowych, niwelacji terenów, rekultywacji.

Z odpadów gruboziarnistych przy zastosowaniu konkretnych operacji przeróbczych (kruszenie i przesiewanie) można uzyskać kruszywa o odpowiedniej granulacji, przydatnych do podbudów stabilizowanych mechanicznie optymalnych pod względem zagęszczalności w nasypach bez konieczności uzupełniania innym kruszywem.

Zastosowanie kruszyw w budownictwie drogowym, kolejowym, czy też hydrotechnicznym zawsze powinno być poprzedzone wynikami szczegółowych badań, w zależności od wymagań dla określonego zastosowania, a w przypadkach wątpliwych sprawdzeniem na poletku doświadczalnym (Potempa, Szlugaj 2007).

Zgodnie z literaturą (Potempa, Szlugaj 2007) na podstawie przeprowadzonych badań (Duszyński 2005), kopalnia uzyskała w 2006 r aprobatę techniczną pod nazwą „Dołowe kruszywa łamane Piast” (AT/2006-03-2034), która wyróżniła dwa rodzaje kruszywa drogowego:

- łamane kategorii I, jeżeli kamień składowany jest na składowisku przed przeróbką, co najmniej 3 miesiące w celu stabilizacji (kruszywo sezonowane),
- łamane kategorii II, jeżeli kamień do przeróbki pochodzi bezpośrednio z produkcji (kruszywo surowe, które podlega rozpadowi).

Dołowe kruszywo łamane kategorii I (kruszywo sezonowane) o uziarnieniu 0–63 mm może być stosowane w drogownictwie przy budowie:

- nawierzchni twardych nieulepszonych (bez jednej nawierzchni bitumicznej) realizowane w technologii nawierzchni z kruszywa stabilizowanego mechanicznie z dodatkową warstwą lub dodatkowymi warstwami wspomagającymi; po przesezonowaniu nawierzchni jw. przez okres zimowy oraz monitorowaniu jej stanu, w drugim etapie jest możliwe wbudowanie dalszych warstw, podbudowy pomocniczej stabilizowanej mechanicznie po ulepszeniu według normy (PN-S-06102:1997) dla kategorii obciążenia ruchem od KR1 do KR3;
- warstw nasypów, w tym w strefie przemarzania według normy (PN-S-02205:1998) z górną warstwą nasypu lub z dodatkową warstwą lub dodatkowymi warstwami wspomagającymi;
- nasypów jako samodzielny materiał lub składnik doziarniający według (PN-S-02205:1998) lub z dodatkową warstwą lub dodatkowymi warstwami wspomagającymi (AT/2006-03-2034).

Dołowe kruszywo łamane kategorii II (kruszywo surowe) o uziarnieniu 0–500 mm może być stosowane w budownictwie drogowym do:

- warstw dla nasypów nie wyższych niż 3 m, zabezpieczonych przed zawilgoceniem i/lub po ulepszeniu spoiwami drogowymi, w tym w strefie przemarzania z górną warstwą nasypu według normy (PN-S-02205:1998) lub z dodatkowymi warstwami z mieszanki stabilizowanej mechanicznie lub spoiwami hydraulicznymi;
- niwelacji terenu, rekultywacji terenu i w budownictwie wodnym do budowy wałów z dodatkowymi warstwami wspomagającymi (AT/2006-03-2034).

KWK „Bielszowice” podobnie jak kopalnia „Piast” mogłaby produkować takie kruszywa spełniające wymagania norm, jednak wymaga to odpowiednich inwestycji na zakup i montaż zespołów krusząco-sortujących. Nakłady te będą tym wyższe, ponieważ niezbędnych urządzeń nie można zlokalizować w istniejących budynkach Zakładu Przeróbki Mechanicznej Węgla. Realizacja takiej inwestycji pozwoliłaby na uzyskanie pozwolenia Wojewody Śląskiego na wykorzystywanie odpadów pogórnicych do produkcji kruszyw

mineralnych. Dotychczasowy brak możliwości produkcji kruszywa o różnym uziarnieniu powoduje znaczne zmniejszenie zakresu stosowania i zbytu omawianych materiałów, ograniczając ich zastosowania głównie do technicznej niwelacji terenu, rekultywacji terenów pogórnich, budowy obwałowań rzek itp. (Potempa, Szlugaj 2007).

W tabeli 5 zestawiono przykładowe miejsca wykorzystania kruszyw pochodzących z różnych kopalń KW S.A.

TABELA 5

Przykładowe miejsca i sposoby wykorzystania kruszyw powęglowych

TABLE 5

The chosen locations and methods of aggregates from coal application

Kopalnie	Miejsce i cel wykorzystania
„Pokój”, „Bielszowice”, „Halemba”	nasypy autostrady A-4 odcinek węzeł „Wirak” – węzeł „Sośnica”. Wykorzystano hałdowe iłotupki węglowe przepalone i nieprzepalone (Kawalec 2003)
„Piast”	wał przeciwpowodziowy rzeki Korzenicy w Międzyrzeczu, 2001 rok. W składzie odpadów objętościowo około 50% stanowiły łupki ilaste i iłowce, a resztę piaskowce i węgiel kamienny. Długość wału 350 m, szerokość korony około 3 m, nachylenie skarp 1:2, wysokość max 2 m, (Potempa, Szlugaj 2007)
	wał przeciwpowodziowy rzeki Małej Wisły w Babicach-Brzezince (gm. Oświęcim), 2006 rok. Długość wału około 1675 m, szerokości korony 3,10–4,50 m, nachylenie 1:2. Skład materiału j.w. (Potempa, Szlugaj, 2007)
„Rydułtowy-Anna”	nasypy drogowe w Rybniku, 2005 rok (Koperski, Lech 2007)
„Bielszowice”	materiał budowlany dla odbiorcy czeskiego (0–50 mm), 2007 rok
	roboty drogowo-budowlane w Bytomiu (0–20; 0–50 mm), Chorzowie (0–50 mm)
	budowa dróg leśnych – Nadleśnictwo Lubliniec (0–50 mm), 2007 rok

Podsumowanie

Przemysł węglowy może stać się bardzo ważnym producentem znacznej ilości kopalni towarzyszących i odpadowych nadających się do zagospodarowania dla potrzeb realizacji Programu Budowy Dróg Krajowych w latach 2008–2012. Sytuacja taka może rozwiązać co najmniej regionalny problem drogownictwa związany z zapotrzebowaniem na różne kruszywa i mieszanki mas mineralnych oraz górnictwa związany ze składowaniem i pozbywaniem się odpadów przywęglowych.

Aby wykorzystać tę sytuację kopalnie węgla kamiennego rozpoczęły badania nad możliwościami wykorzystania odpadów, budują instalacje technologiczne do produkcji różnych kruszyw oraz udoskonalają systemy kontroli jakości produktów (ZKP) w celu uzyskania praw do wprowadzania produktów na rynek.

Właściwości wyprodukowanych kruszyw zależą przede wszystkim od typów litologicznych złóż i są zróżnicowane w kopalniach, ale przy odpowiednio dobrze dobranej technologii ich przeróbki poprzez selektywne rozdrabnianie i przesiewanie można uzyskać dobre jakości kruszyw spełniające wymagania normowe. Przykładowo – kruszywa frakcjonowane klasy II może produkować KWK „Marcel” z przeznaczeniem dla budownictwa drogowego na warstwy podbudów i warstwy ulepszonego podłoża, pod warunkiem przeróbki nadawy kruszarkami udarowymi, oddzieleniu frakcji <4 mm oraz bieżącej kontroli strat prażenia (dotyczy to klas drobnych).

Inne kopalnie, które na podstawie kompleksowych badań uzyskały stosowne dokumenty jak np. KWK „Piaś” posiadająca aprobatę techniczną pod nazwą „Dołowe kruszywa łamane Piaś” mogłyby produkować kruszywa kategorii I i II, ale wymaga to decyzji do podjęcia odpowiednich inwestycji na wybudowanie instalacji przeróbki.

Podobną decyzję musi podjąć w KWK „Bielszowice”, która również posiada propozycje rozbudowy stacjonarnego zakładu. Koszt takiej inwestycji miałyby wynieść około 4 mln zł. Jeżeli się uwzględni opłaty, jakie poniosła kopalnia w 2006 roku za pozbycie się odpadów oraz dochody za sprzedaż kruszyw to taka inwestycja wróciłaby się za około 3 lata.

Artykuł jest wynikiem badań pracy statutowej nr 11.11.100.191

LITERATURA

- Aprobata techniczna nr ATI2006-03-2034 Dołowe kruszywo łamane PIAST, Warszawa, IBDiM, 2006 r.
- Badania próbki mieszanek kruszywa 0/63 ze skały płonnej towarzyszącej pokładom węgla z kopalni: KWK „Rydułtowy” Ruch II i Ruch I „Anna”, KWK „Jankowice”, KWK „Chwałowice”, KWK „Marcel”. Raport z badań nr K/657/05, Laboratorium Inżynierii Ładowej Labotest Sp. z oo., Katowice 2005.
- Cierpisz S., Kalinowski K., Kaula R., Pielot J., 2007 – Zagadnienia optymalizacji produkcji grupy zakładów wzbogacania węgla. *Gospodarka Surowcami Mineralnymi*, t. 23, z. spec. 2, Wyd. IGSMiE PAN, Kraków, s. 47–58.
- Duszyński A., 2005 – Wykonanie badań sprawdzająco-aprobacyjnych dla kruszywa z kamienia z robót przygotowawczych i kamienia ze wzbogacania węgla dla zastosowania w budownictwie komunikacyjnym (niepubl.). IBDiM – Filia Wrocław.
- Główny Instytut Górnictwa, Ocena możliwości wykorzystania odpadów górniczych z KWK „Bielszowice” do robót inżynieryjno-budowlanych, rekultywacji i niwelacji terenu. GIG Katowice 2004 r.
- Góralczyk S., Mazela A., Stankiewicz J., 2007 – Badania fizykomechaniczne właściwości skał przywęglowych. *Prace Naukowe Instytutu Górnictwa Politechniki Wrocławskiej* nr 119. Konferencja *Kruszywa Mineralne, Szklarka Poręba 2007*, Wyd. Politechnika Wroclawska.
- Hycnar J., 2002 – Technologie przetwarzania odpadów kompleksu paliwowo-energetycznego. *Inżynieria Mineralna, Czasopismo Polskiego Towarzystwa Przeróbki Kopalni*, nr 1(7), Kraków Wyd. ZP Roma-Pol.
- Kabziński A., 2007 – *Kruszywa naturalne w Polsce, prognozy 2007 i 2008–2012. Surowce i Maszyny Budowlane*, nr 4, Wyd. BMP.
- Kawalec J., 2003 – *Odpady Górnicze jako materiał konstrukcyjny do budowy dróg i autostrad – korzyści i zagrożenia. Seminarium Kruszywa dla dróg i mostów*. Warszawa Wyd. IBDiM.
- Koperski T., Lech B., 2007 – *Produkcja kruszyw z odpadów powęglowych. Prace Naukowe Instytutu Górnictwa Politechniki Wrocławskiej* nr 119. Konferencja *Kruszywa Mineralne – Szklarska Poręba 2007*, Wrocław, Wyd. Politechnika Wroclawska.

- Kuczyńska I., Bednarek A., Marcinkiewicz D., Cukiernik Z., Demkiewicz B., 2006 – Nowe spojrzenie na procesy przeróbki w kontekście minimalizacji odpadów. *Innowacyjne Systemy Przeróbcze Surowców Mineralnych*, Zakopane, Wyd. Centrum Mechanizacji Górnictwa Komag, Komeko.
- Nycz R., Zieleźny A., 2004 – Kompania Węglowa S.A. – technologia wzbogacania węgla i jakość produkcji. *Inżynieria Mineralna, Czasopismo Polskiego Towarzystwa Przeróbki Kopalini* V nr 2 (13), Kraków, Wyd. ZP Roma-Pol.
- PN-S-02205:1998 Drogi samochodowe. Roboty Ziemne. Wymagania i badania.
- PN-S-06102:1997 Drogi samochodowe. Podbudowy z kruszyw stabilizowanych mechanicznie.
- Potępa M., Szlugaj J., 2007 – Kierunki wykorzystania skał płonnych w KWK „Piast”. *Prace Naukowe Instytutu Górnictwa Politechniki Wrocławskiej nr 119. Konferencja Kruszywa Mineralne – Szklarska Poręba 2007*, Wrocław, Wyd. Politechnika Wrocławska.
- Program reorganizacji gospodarki odpadami wydobywczymi z kopalń Kompanii Węglowej S.A. *Opracowanie PWG S.A. „Haldex”, CZW „Węglobył” S.A., Pełnomocnik Zarządu Kompanii Węglowej S.A. ds. gospodarki odpadami wydobywczymi*, Katowice 2006.
- Szuba J., 2007 – ZKP gwarantują jakość kruszyw dla ich użytkowników. *Prace Naukowe Instytutu Górnictwa Politechniki Wrocławskiej nr 119. Konferencja Kruszywa Mineralne, Szklarska Poręba 2007*, Wrocław, Wyd. Politechnika Wrocławska.
- Twardowska I., 2003 – Ekspertyza z zakresu gospodarczego wykorzystania kamienia dołowego do robót hydrotechnicznych, inżynierskich i rekultywacyjnych zgodnie z obowiązującymi przepisami (niepubl.). Zabrze, IPIŚ PAN.

**PRODUKCJA KRUSZYW MINERALNYCH Z ODPADÓW POWĘGLOWYCH W KOMPANII WĘGLOWEJ S.A.
NA PRZYKŁADZIE WYBRANYCH KOPALNI**

Słowa kluczowe

Odpady powęglowe, kruszywa mineralne, kopalnie węgla kamiennego

Streszczenie

Odpady powstające w kopalniach węgla kamiennego nabierają coraz większego znaczenia z uwagi na duże zapotrzebowanie na kruszywa oraz mieszanki mineralne do budowy dróg i autostrad. W artykule pokazano, że pomimo iż wskaźnik powstających odpadów przy produkcji węgla co roku maleje, to przy obecnym wydobyciu węgla ilości powstających odpadów są nadal wysokie i w roku 2006 w Kompanii Węglowej wyniosły 14,6 mln ton (tab. 1).

W dalszej części artykułu omówiono możliwości produkcji kruszyw mineralnych na przykładzie wybranych kopalń KW S.A. oraz ich zastosowania w branży budowlanej i drogowej (tab. 6). Na przykładzie KWK „Bieliszowice” scharakteryzowano dokładnie istniejącą instalację technologiczną produkcji kruszyw mineralnych (rys. 2 i 3) oraz pokazano koncepcję jej rozbudowy (rys. 4). Także nowoczesne rozwiązania podobnych instalacji zaprezentowano dla kopalni „Halcmba” i „Marcel” (rys. 5).

W artykule scharakteryzowano również niektóre właściwości fizykomechaniczne kruszyw z odpadów powęglowych (tab. 2, 3, 4), omówiono badania oraz procedury prawno-techniczne jakie wykonują kopalnie w celu uzyskania możliwości wprowadzania tych kruszyw do handlu.

PRODUCTION OF MINERAL AGGREGATES FROM COAL WASTES IN KOMPANIA WĘGLOWA S.A.
IN THE EXAMPLE OF CHOSEN MINES

Key words

Coal wastes, mineral aggregates, hard coal mines

Abstract

The wastes created in the hard coal mines are more and more significant because of high request for aggregates and mineral mixtures to road and highway building. The paper presents that, despite the lowering of the factor of wastes created by coal production, the amounts of wastes created by current coal extraction are still high and in the 2006 their amounts in Kompania Węglowa achieved 14,6 mil. tons (tab. 1).

In the further part of the paper, the possibilities of mineral aggregates production were discussed in the example of chosen mines KW S.A. and their application in building and road branch (tab. 6). In the example of KWK „Bielszowice” the currently existing technological installation of mineral aggregates production was precisely characterized (fig. 2, 3) and the concept of its development was presented (fig. 4). Also, the modern solutions of similar installations were presented for „Halemba” and „Marcel” mines (fig. 5).

In the paper, also some physico-mechanical properties of the aggregates from coal wastes were characterized (tab. 2, 3, 4), as well the researches and law and technical procedures were discussed, which are performed by mines in the purpose of achieving possibilities of introducing these aggregates to the market.