



Ireneusz BAIC¹, Wiesław BLASCHKE², Bronisław GAJ¹

Przeróbka węgla kamiennego w Polsce – stan obecny i trendy przyszłościowe

Streszczenie: W artykule przedstawiony został stan aktualny w zakresie struktury produkcji zakładów wzbogacania węgla kamiennego w Polsce z uwzględnieniem wydajności, zakresu ziarnowego wzbogacanego urobku oraz typu zastosowanych urządzeń. Zebrane dane zostały przedstawione w układzie tabelarycznym dla każdej funkcjonującej na rynku polskim spółki węglowej. Zaprezentowany został również uproszczony blokowy schemat technologiczny zakładów wzbogacania węgla energetycznego i koksowego. W oparciu o przedstawione dane opisane zostały planowane potrzeby i trendy w zakresie zwiększenia efektywności produkcji, minimalizacji zużycia wody oraz bezpieczeństwa pracy. Przedstawiona została również lista niezbędnych do podjęcia prac badawczo-rozwojowych w tym zakresie oraz wykaz głównych czynników determinujących rozwój technologiczny zakładów wzbogacania węgla kamiennego.

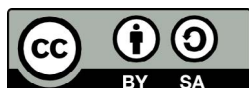
Słowa kluczowe: węgiel energetyczny, węgiel koksowy, przeróbka węgla, efektywność produkcji, trendy rozwoju

Preparation of hard coal in Poland – current state and the latest trends

Abstract: The article presents current state of the structure of hard coal enrichment plants in Poland, taking the capacity, the range of grain enrichment and the type of equipment used into account. This data were presented in a tabular format for each Polish Coal Company operating on the Polish market. The article was also present simplified: flow sheet of the steam and coking coal enrichment system. Based on the presented data, the planned needs and trends were described in terms of increasing production efficiency, minimizing water consumption and safety

¹ Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Mechanizacji Budownictwa i Górnictwa Skalnego, Oddział Zamiejscowy w Katowicach; e-mail: i.baic@imbigs.pl; wsblaschke@gmail.com; b.gaj@imbigs.pl

² Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Mechanizacji Budownictwa i Górnictwa Skalnego, Oddział Zamiejscowy w Katowicach; ORCID iD: 0000-0003-0892-3419



© 2019. Autorzy. Jest to artykuł udostępniany w otwartym dostępie zgodnie z warunkami licencji międzynarodowej Creative Commons Uznanie autorstwa – Na tych samych warunkach 4.0 Międzynarodowa (CC BY-SA 4.0, <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>), która zezwala na używanie, dystrybucję i reprodukcję na dowolnym nośniku, pod warunkiem, że artykuł jest prawidłowo cytowany.

of work. A list of research and development works which must be undertaken were also presented as well as factors determining the technological development of the processing plants.

Keywords: steam coal, coking coal, coal preparation, production efficiency, development trends

Wprowadzenie

Złóża węgla kamiennego w Polsce występują w trzech zagłębiach (rys. 1). Wydobycie węgla kamiennego prowadzone jest obecnie w dwóch z nich: Górnośląskim Zagłębiu Węglowym (GZW) oraz w Lubelskim Zagłębiu Węglowym (LZW). Na terenie trzeciego – Dolnośląskiego Zagłębia Węglowego (DZW) – eksploatacja prowadzona była do 2000 r. W ostatnim czasie na terenie DZW prowadzone są prace poszukiwawczo-rozpoznawcze, w wyniku których udokumentowano dwa nowe złoża: w 2014 r. – złożo Nowa Ruda Pole Piast Rejon Waclaw-Lech, a w 2016 r. – Heddi II.

Udokumentowane zasoby bilansowe złóż węgla kamiennego według stanu na 31.12.2017 r. wynoszą 60.496 mln Mg. Prawie 3/4 zasobów (70,67%) to węgle energetyczne, ponad 1/4 (28,03%) to węgle koksujące, a inne typy węgla stanowią 1,30% wszystkich zasobów węgla. Węgle energetyczne wykorzystywane są do wytworzenia prawie 50% energii elektrycznej w Polsce. Zasoby złóż zagospodarowanych stanowią obecnie 37,19% zasobów bilansowych i wynoszą 22 497 mln Mg (Bilans... 2018). Rocznie w Polsce wydobywa się ponad 63 mln Mg węgla kamiennego.



Rys. 1. Występowanie złóż węgla kamiennego i brunatnego w Polsce (Lubosik 2017)

Fig. 1. Occurrence of hard coal and lignite deposits in Poland

Polska posiada także bogate złoża węgla brunatnego (rys. 1). Zasoby bilansowe wynoszą 23 385 mln Mg, a zasoby zagospodarowane wynoszą 1276 mln Mg (5,46% zasobów bilansowych). Rocznie w Polsce wydobywa się 63,06 mln Mg węgla brunatnego (Bilans 2018). Z węgla tych obecnie wytwarza się 32 % energii elektrycznej w Polsce. Wydobywane węgle brunatne należą do tak zwanych węgla miękkich i z tego powodu nie są wzbogacane metodami przeróbki mechanicznej.

1. Produkcja węgla kamiennego w Polsce

Wydobycie węgla kamiennego w Polsce w ostatnich latach charakteryzuje się tendencją spadkową. Jak pokazano w tabeli 1 wydobycie węgla w ostatnich 5 latach (2014–2018) uległo zmniejszeniu o ponad 9 mln Mg. Dotyczy to szczególnie węgla energetycznego dla którego spadek wyniósł ponad 8,8 mln Mg (ARP... 2019; Program... 2018).

W tabeli 2 przedstawiono strukturę sprzedaży węgla energetycznego na rynku krajowym. Analiza danych zawartych w tabeli 2 wskazuje, że ponad 83% wolumenu sprzedaży węgla energetycznego w 2018 r. stanowią miały węglowe, a sortymenty średnie i grube zaledwie 14%. Struktura ta na przestrzeni ostatnich 5 lat wykazuje nieznaczną tendencję spadkową w przypadku miałów węglowych przy stabilnym poziomie w odniesieniu do sortymentów średnich i grubych.

TABELA 1. Wydobycie węgla kamiennego w Polsce (ARP 2019)

TABLE 1. Production data for Polish hard coal industry

Rok	2014	2015	2016	2017	2018
Produkcja ogółem [Mg]	72 514 000	72 193 000	70 367 571	65 479 946	63 384 100
Węgiel energetyczny [Mg]	60 226 000	59 208 000	57 162 194	52 999 302	51 336 600
Węgiel koksowy [Mg]	12 288 000	12 985 000	13 204 377	12 480 644	12 047 500

TABELA 2. Struktura sprzedaży węgla energetycznego na rynku krajowym (ARP 2019)

TABLE 2. The structure of steam coal sales on the domestic market

Rok	2014	2015	2016	2017	2018
Węgiel energetyczny [Mg]	60 226 000	59 208 000	53 402 309	50 445 316	50 382 600
Sortymenty grube [Mg]	5 164 000	4 441 000	4 374 637	4 548 474	4 542 819
Sortymenty średnie [Mg]	2 317 000	2 191 000	2 028 709	2 513 990	2 510 864
Miały [Mg]	51 644 000	51 333 000	45 933 686	41 994 022	41 941 813
Inne [Mg]	1 101 000	1 243 000	1 065 277	1 388 830	1 387 104

Bilans handlowy węgla kamiennego w Polsce (tab. 3) w latach 2015 i 2016 wykazywał się nieznaczną nadwyżką. Natomiast w latach 2014, 2017 i 2018 cechował się deficytem, który w roku 2017 wynosił ponad 7 mln Mg, a w 2018 już ponad 15,7 mln Mg.

TABELA 3. Import i eksport węgla kamiennego w Polsce (ARP 2019)

TABLE 3. Import and export of hard coal in Poland

Rok	2014	2015	2016	2017	2018
Import [Mg]	10 431 000	8 301 000	8 298 497	13 359 783	19 680 000
Export [Mg]	9 038 000	9 212 000	8 897 159	6 259 044	3 893 200
Bilans handlowy [Mg]	-1 393 000	+911 000	+598 662	-7 100 739	-15 786 800

Polska sprowadza najwięcej węgla z Rosji – 68,4%, USA – 7,8%, Australii – 7,5%, Kolumbii – 7,4%, Mozambiku – 2,8%, Kazachstanu – 2,5%, i Czech – 1,8%. Z pozostałych krajów Polska importuje 1,8% węgla. Natomiast głównymi odbiorcami węgla z Polski są kraje europejskie takie jak: Niemcy, Czechy, Finlandia, Austria czy Ukraina.

2. Wzbogacanie węgla kamiennego w Polsce

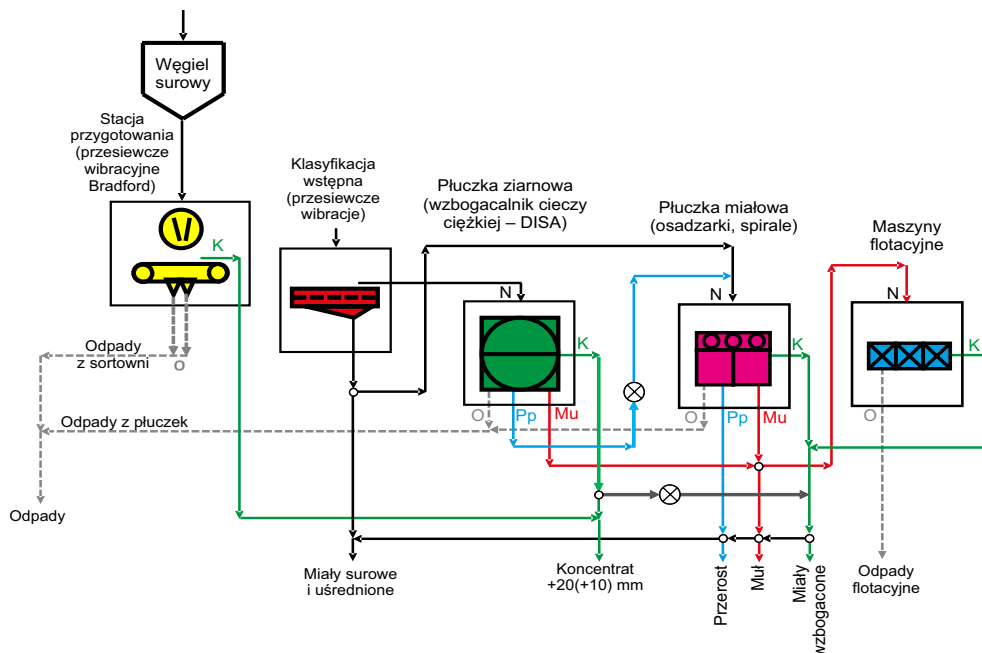
Na rysunku 2 zaprezentowano uproszony schemat ideowy zakładu wzbogacania węgla kamiennego (energetycznego i koksowego) w Polsce.

W Polsce funkcjonuje 26 zakładów przeróbki mechanicznej węgla w tym 20 zakładów wzbogacania węgla energetycznego i 6 zakładów wzbogacania węgla koksowego. Najbardziej rozpowszechnionymi technologiami wzbogacania węgla frakcji ziarnowej powyżej 20 mm są separatory cieczy ciężkiej typu DISA (w dwóch zakładach pracują separatory DREWBOY) oraz osadzarki bezłokowe ziarnowe typu OBZ. Klasy ziarnowe do 0,5 do 20 mm wzbogaca się z wykorzystaniem osadzarek miałowych typu Allmineral, OM lub BATAAC, cyklonów z cieczą ciężką oraz wzbogacalników spiralnych. Najdrobniejsze klasy ziarnowe poniżej 0,5 mm wzbogacane są we flotownikach.

Wymienione wyżej technologie są stosowane w następującej liczbie zakładów:

- wzbogacanie węgla o uziarnieniu powyżej 20 mm – 25 zakładów,
- wzbogacanie węgla o uziarnieniu powyżej 0,5 mm – 22 zakłady,
- wzbogacanie węgla w pełnym zakresie uziarnienia – 8 zakładów.

W tabeli 4 zaprezentowano charakterystykę zakładów wzbogacania funkcjonujących w poszczególnych spółkach węglowych wraz z podaniem ich szacunkowej wydajności, zakresu uziarnienia wzbogacanego węgla oraz rodzajów stosowanych maszyn i urządzeń. Należy zaznaczyć, że na rynku polskim funkcjonuje (niewymienione w tab. 4) jeszcze pięć samodzielnych (prywatnych) zakładów wzbogacania i uśredniania węgla, w których procesowi przeróbki poddaje się ponad 4,8 mln Mg, jeden zakład (ZOWER) odzysku węgla



Rys. 2. Schemat ideowy wzbogacania węgla kamiennego (energetycznego i koksowego) w Polsce
 F – Nadawa, C – Koncentrat, M – Przerosty, R – Odpady, S – Muły (Nycz 2000; Tumidajski i in. 2008)

Fig. 2. Schematic diagram of hard coal enrichment (steam and coking coal) in Poland
 F – Feed, C – Clean Coal, M – Middlings, R – Rejects, S – Slimes

z odpadów pogórnich, w którym proces prowadzony jest w cyklonach z cieczą ciężką oraz dwa zakłady (TOREC i SYNERGIO) usuwania kamienia z węgla importowanego metodą suchej separacji na instalacjach FGX 3.

Analizując dane zawarte w tabeli 4, należy stwierdzić, że około 90% wydobywanego w Polsce węgla energetycznego podlega procesowi przeróbki. Z wolumenu poddawanego przeróbce urobku węgla energetycznego 12% podlega tylko procesowi wstępnej klasyfikacji oraz wzbogacaniu frakcji ziarnowej powyżej 20 mm. Pozostała część podlega dodatkowo procesowi wzbogacania w klasie ziarnowej powyżej 0,5 mm. Natomiast tylko 11% poddawanego przeróbce urobku węgla energetycznego jest wzbogacana w pełnym zakresie uziarnienia.

W przypadku węgla koksowych całość wydobywanego wolumenu jest wzbogacana w pełnym zakresie uziarnienia. Funkcjonujące w Polsce zakłady przeróbki mechanicznej węgla energetycznego i koksowego charakteryzują się zróżnicowanym poziomem rozwoju technologicznego.

Maksymalna zdolność produkcyjna zakładów przeróbki węgla kamiennego w Polsce wynosi 439 tys. Mg/dobę (tj. ponad 110 mln Mg/rok). Jest to związane z koniecznością zapewnienia stabilności produkcji węgla handlowego przy dużych dziennych wahaniami wydobywania.

TABELA 4. Charakterystyka zakładów przeróbki węgla kamiennego w Polsce (stan na 31.12.2018) (Cebo 2017; Baic i Blaschke 2017; Semenituk i in. 2017; IMF 2019)
 TABLE 4. Characteristic of hard coal processing plants in Poland (as at December 31, 2018)

Lp.	Nazwa spółki	Nazwa kopalni/zakładu	Wydobycie [Mg/rok]	Zdolność produkcyjna ZPMW [Mg/dobę]	Zakres wzbogacania uziarnienia [mm]	Rodzaj zastosowanych urządzeń dla wzbogacania poszczególnych klas ziarnowych	
1.	Polska Grupa Gómicza SA 40-039 Katowice ul. Powstańców 30 www.pgg.pl	Oddział KWK ROW Ruch Jankowice	30 000 000	17 000	+200,0	Kruszarki, wstępna klasyfikacja Ø 20 mm	
					200,0-20,0	Separatory z cieczą ciężką typu DISA	
					20,0-0,0	Osadzarki miałowe (Allmineral-alljig®)	
						0,5-0,0	Flotowniki (Allflot), wirówki, zagęszczacze Dorra, prasy filtracyjne
		Oddział KWK ROW Ruch Chwałowice	30 000 000	9 500	+200,0	Kruszarki, wstępna klasyfikacja Ø 20 mm	
					200,0-20,0	Separatory z cieczą ciężką typu DREWBOY	
					20,0-0,0	Osadzarki miałowe (Allmineral-alljig®)	
		Oddział KWK ROW Ruch Marcel	30 000 000	11 500	+200,0	Kruszarki, wstępna klasyfikacja Ø 20 mm	
					200,0-20,0	Separatory z cieczą ciężką typu DISA	
					20,0-0,0	Osadzarki miałowe wodne pulsacyjne (OM)	
					0,5-0,0	Flotowniki (IZ), wirówki, zagęszczacze Dorra, prasy filtracyjne	
Oddział KWK ROW Ruch Rydułtowy	30 000 000	9 500	+200,0	Kruszarki, wstępna klasyfikacja Ø 20 mm			
			200,0-20,0	Separatory z cieczą ciężką typu DISA			
			20,0-0,0	Osadzarki miałowe wodne pulsacyjne (OM)			
Oddział KWK Ruda Ruch Bielszowice	30 000 000	16 000	+200,0	Kruszarki, wstępna klasyfikacja Ø 20 mm			
			200,0-20,0	Separatory z cieczą ciężką typu DREWBOY			
			20,0-0,0	Osadzarki miałowe (Allmineral-alljig®)			

TABELA 4. cd.

TABLE 4. cont.

Lp.	Nazwa spółki	Nazwa kopalni/zakładu	Wydobycie [Mg/rok]	Zdolność produkcyjna ZPMW [Mg/dobę]	Zakres wzbogacanego uziarnienia [mm]	Rodzaj zastosowanych urządzeń dla wzbogacania poszczególnych klas ziarnowych
1.	Polska Grupa Górnicza SA 40-039 Katowice ul. Powstańców 30 www.pgg.pl	Oddział KWK Ruda Ruch Halemba	30 000 000	16 200	+200,0	Kruszarki, wstępna klasyfikacja Ø 20 mm
		Oddział KWK Piast-Ziemowit Ruch Piast			200,0-20,0	Osadzarki beztlukowa ziarnowa (OBZ)
		Oddział KWK Piast-Ziemowit Ruch Ziemowit		27 300	20,0-0,0	Osadzarki miałowe wodne pulsacyjne (OM)
				+200,0	Kruszarki, wstępna klasyfikacja Ø 20 mm	
			22 000	200,0-20,0	200,0-20,0	Separatory z cieczą ciężką typu DISA
			7 000	20,0-0,0	20,0-0,0	Osadzarki miałowe (Allmineral-alijig®)
			7 400	+200,0	+200,0	Kruszarki, wstępna klasyfikacja Ø 20 mm
				200,0-20,0	200,0-20,0	Separatory z cieczą ciężką typu DISA
				20,0-0,0	20,0-0,0	Osadzarki miałowe BATAc
			20 000	+200,0	+200,0	Kruszarki, wstępna klasyfikacja Ø 20 mm
				20,0-0,0	20,0-0,0	Osadzarki miałowe wodne pulsacyjne (OM)
			26 000	+200,0	+200,0	Kruszarki, wstępna klasyfikacja Ø 20 mm
				200,0-20,0	200,0-20,0	Separatory z cieczą ciężką typu DISA
			10 000	+200,0	+200,0	Kruszarki, wstępna klasyfikacja Ø 20 mm
	200,0-20,0	200,0-20,0		Separatory z cieczą ciężką typu DISA		

TABELA 4. cd.
TABLE 4. cont.

Lp.	Nazwa spółki	Nazwa kopalni/zakładu	Wydobycie [Mg/rok]	Zdolność produkcyjna ZPMW [Mg/dobę]	Zakres wzbięganego uziarnienia [mm]	Rodzaj zastosowanych urządzeń dla wzbogacania poszczególnych klas ziarnowych
2.	TAURON Wydobycie SA ul. Grunwaldzka 37 43-600 Jaworzno www.tauron-wydobycie.pl	Zakład Górnicy Brzeszcze	5 000 000	Brak	200,0-0,0	Surowy urobek węglowy z pokładu 510 podlega tylko sortowaniu i dwustopniowej klasyfikacji wstępnej
		Zakład Górnicy Janina			200,0-20,0	Dwuproduktowe separatory z ciecżą ciężką typu DISA
		Zakład Górnicy Sobieski			20,0-2,0	Trojproduktowe osadzarki pulsacyjne
3.	Przedsiębiorstwo Górnictwa „Silesia” Sp. z o.o. ul. Górnicza 60 43-502 Czechowice-Dziedzice www.pgsilesia.pl	Przedsiębiorstwo Górnictwa Silesia Sp. z o.o.	1 900 000	2,0-0,0	2,0-0,0	Hydrocyklony klasyfikacyjne, trojproduktowe spirale
				200,0-30,0	200,0-30,0	Dwuproduktowe separatory z ciecżą ciężką typu DISA
				30,0-0,0	30,0-0,0	Trojproduktowe osadzarki pulsacyjne
				+130,0	+130,0	Kruszarka, klasyfikacja wstępna Ø 20,0 mm
4.	Węglokoks Kraj Sp. z o.o. ul. Gen. Jerzego Ziętka, 41-940 Piekary Śląskie www.weglokoks-kraj.pl	KWK Bobrek-Piekary Ruch Bobrek	2 500 000	130,0-20,0	130,0-20,0	Dwuproduktowe separatory z ciecżą ciężką typu DISA
				20,0-2,0	20,0-2,0	Hydrocyklony Ø 650 mm i Ø 750 mm
				2,0-0,45	2,0-0,45	Hydrocyklon klasyfikujący
				-0,45	-0,45	Spirale, zagęszczacze Dorra, prasy filtracyjne
		KWK Bobrek-Piekary Ruch Bobrek		+200,0	+200,0	Kruszarka, klasyfikacja wstępna Ø 20,0 mm
				200,0-20,0	200,0-20,0	Separatory z ciecżą ciężką typu DISA
				20,0-0,0	20,0-0,0	Pluczka miatłowa, wzbogacalnik Barrel
				+200,0	+200,0	Kruszarka, klasyfikacja wstępna Ø 20,0 mm
		KWK Bobrek-Piekary Ruch Piekary		200,0-20,0	200,0-20,0	Separatory z ciecżą ciężką typu DISA
				20,0-0,0	20,0-0,0	Pluczka miatłowa, wzbogacalnik Barrel

TABELA 4. cd.

TABLE 4. cont.

Lp.	Nazwa spółki	Nazwa kopalni/zakładu	Wydobycie [Mg/rok]	Zdolność produkcyjna ZPMW [Mg/dobę]	Zakres wzbogacania [mm]	Rodzaj zastosowanych urządzeń dla wzbogacania poszczególnych klas ziarnowych
5.	Lubelski Węgiel Bogdanka SA Bogdanka 21-013 Puchaczew www.lw.com.pl	Lubelski Węgiel Bogdanka SA	9 000 000	43 200	+ 200,0	Stacja przygotowania węgla, klasyfikacja wstępna Ø 20 mm i klasyfikacja na sitach strunowych Ø 1,5 mm
					200,0-20,0	Trójproduktowe separatory z cieczą ciężką typu DISA
					20,0-1,5	Dwuproduktowe osadzarki wodne pulsacyjne
6.	Jastrzębska Spółka Węglowa SA Aleja Jana Pawła II 4, 44-330 Jastrzębie-Zdrój www.jsw.pl	KWK Borynia- Zofiówka-Jastrzębie Ruch Borynia	15 000	+120,0	Kruszarka typu Bradford, klasyfikacja wstępna Ø 20,0 mm	
				120,0-20,0	Dwuproduktowe separatory z cieczą ciężką typu DISA	
				20,0-0,0	Trójproduktowe osadzarki mialowe	
		-0,5	Flotowniki, wirówki, zagęszczacze Dorra, prasy filtracyjne			
		+120,0	Kruszarka typu Bradford Ø 120 mm, klasyfikacja wstępna Ø 16 mm			
		120,0-20,0	Trójproduktowe separatory z cieczą ciężką typu DISA			
		20,0-0,0	Trójproduktowe osadzarki mialowe			
-0,5	Hydrocyklony, flotowniki, wirówki, zagęszczacze Dorra, prasy filtracyjne					
30 000	KWK Pniówek	+200,0	Kruszenie Ø 200 mm, klasyfikacja wstępna Ø 20 mm			
		200,0-20,0	Trójproduktowe separatory z cieczą ciężką typu DISA			
		20,0-0,0	Trójproduktowe osadzarki mialowe			
-0,5	Flotowniki, wirówki, zagęszczacze Dorra, prasy filtracyjne					

TABELA 4. cd.
TABLE 4. cont.

Lp.	Nazwa spółki	Nazwa kopalni/zakładu	Wydobycie [Mg/rok]	Zdolność produkcyjna ZPMW [Mg/dobę]	Zakres wzbogacania [mm]	Rodzaj zastosowanych urządzeń dla wzbogacania poszczególnych klas ziarnowych	
6.	Jastrzębska Spółka Węglowa SA Aleja Jana Pawła II 4, 44-330 Jastrzębie-Zdrój www.jsw.pl	KWK Budryk		20 000	+70,0	Kruszarka typu Bradford Ø 70 mm, klasyfikacja wstępna Ø 16 mm	
					70,0–16,0	Trójproduktowe osadzarki średnioziarnowe, klasyfikacja Ø 25 mm i Ø 12 mm	
					16,0–0,0	Trójproduktowe osadzarki miałowe	
					-0,75	Flotowniki, wirówki, zagęszczacze Dorra, prasy filtracyjne	
			KWK Knurów-Szczygłowice Ruch Knurów	15 000 000	16 000	+200,0	Wzbogacanie ręczne, kruszenie Ø 200 mm, klasyfikacja wstępna Ø 32 mm i Ø 6 mm
		200,0–32,0				Trójproduktowe separatory z cieczą ciężką typu DISA	
		32,0–6,0				Trójproduktowe osadzarki miałowe	
					-0,5	Flotowniki, wirówki, zagęszczacze Dorra, prasy filtracyjne	
			KWK Knurów-Szczygłowice Ruch Szczygłowice		18 000	+200,0	Kruszenie Ø 200 mm, klasyfikacja wstępna Ø 30 mm
		200,0–30,0				Trójproduktowe separatory z cieczą ciężką typu DISA	
30,0–0,0	Trójproduktowe osadzarki miałowe						
			-0,5	Flotowniki, wirówki, zagęszczacze Dorra, prasy filtracyjne			
	Razem		634 400 000	439 000			

3. Działania modernizacyjne w ZPMW w Polsce

W celu sprostania oczekiwaniom rynku oraz zmieniającym się wymogom prawnym w szczególności w zakresie ochrony środowiska poszczególne spółki węglowe w Polsce podjęły lub planują podjęcie wielu różnych działań modernizacyjnych (Cebo 2017; Baic i Blaschke 2017; Semeniuk i in. 2017; IMF 2019; Lutyński i Blaschke 2019; Lutyński 2008):

- **PGG Sp. z o.o. – zakłady przeróbki i wzbogacania węgla energetycznego**
 - modernizacja i zwiększenie zdolności przerobczych – KWK ROW Ruch Marcel,
 - modernizacja węzła flotacji i węzła odwadniania flotokonzentratu – KWK ROW Ruch Jankowice,
 - produkcja paliw niskoemisyjnych – KWK ROW Ruch Chwałowice,
 - przebudowa węzłów odwadniania flotokonzentratu i koncentratu miałowego KWK Sośnica,
 - produkcja sortymentów średnich niskospiekalnych oraz centrum logistycznego do produkcji i konfekcjonowania paliw ekologicznych – KWK Piast-Ziemowit,
 - budowa infrastruktury do produkcji niskoziarszczonych miałów energetycznych – KWK Mysłowice-Wesoła,
 - modernizacja i zwiększenie zdolności przerobczych – KWK Murcki-Staszic.
- **TAURON WYBOYCIE SA – zakłady przeróbki i wzbogacania węgla energetycznego**
 - wdrożenie produkcji wysokojakościowych paliw węglowych – TAURON Ekogroszek i JARET plus[®],
 - budowa stacji przygotowania mieszaniny samozestalającej, służącej do wykorzystywania odpadów w podziemiach kopalni,
 - budowa stacji odpirytowania celem wydzielenia związków siarki z odpadów i wykorzystania ich w podziemiach oraz na powierzchni kopalni.
 - zastosowanie zagęszczaczy lamelowych do oczyszczania wody,
 - rozbudowa systemu pras filtracyjnych.
- **PG SILESIA SA – zakład przeróbki i wzbogacania węgla energetycznego**
 - budowa węzła odzysku węgla z przerostów,
 - zamknięcie obiegu wodno-mułowego,
 - zabudowa mokrych odpylaczy w budynku płuczki ziarnowej,
 - wprowadzenie automatyzacji sterowania operacjami i procesami produkcyjnymi.
- **WĘGŁOKOKS KRAJ Sp. z o.o. – zakłady przeróbki i wzbogacania węgla energetycznego**
 - zabudowa zbiornika węgla surowego w celu optymalizacji pracy zakładu przerobczego,
 - zabudowa kruszarki dwuwalcowej w celu zwiększenia produkcji węgla ekologicznego Skarbek,
 - wdrożenie w obieg technologiczny wzbogacalnika zwojowego KREBS GPX 2-1,
 - zastosowanie rozdrabniacza do mułów pofiltracyjnych MR-300,

- wdrożenie stacji paczkowania dla węgla ekologicznego Skarbek,
- uproszczenie obiegów wodno-mułowych klarowanie wód, zagęszczanie i odwadnianie produktów.
- **LW Bogdanka SA – zakład przeróbki i wzbogacania węgla energetycznego**
 - Maszyny i urządzenia pracujące w ZPMW w LW Bogdanka SA pracują w bardzo trudnych warunkach i narażone są na silne wycieranie, korozję i erozję. W celu zapewnienia niezawodności pracujących urządzeń w ostatnich latach dokonano następujących wdrożeń:
 - zabudowa pólek przesypowych,
 - zastosowanie blach napawanych w przesypach najbardziej narażonych na wycieranie,
 - wykorzystanie kompozytów polimerowych do regeneracji i zabezpieczeń elementów urządzeń,
 - zastosowanie rur z wysokojakościowego tworzywa PE w systemach doprowadzających wodę do urządzeń wzbogacających,
 - zastosowanie zdzieraków z węglików spiekanych,
 - zastosowanie instalacji centralnego odkurzenia,
 - wprowadzenie podglądu pracy węzła hydroklasyfikacji (systemy wizualizacji przebiegu procesu),
 - zastosowanie jednolitego systemu wymiany informacji wspomagającego produkcję – Solaris Helios,
 - wprowadzenie systemu wizualizacji pracy dyspozytorni – iFIX 5.0,
 - zastosowanie zwałówek gąsienicowo-obrotowo-taśmowych do efektywnego gospodarowania odpadami wydobywczymi,
 - zastosowanie instalacji zraszających nad wybranymi przenośnikami taśmowymi,
 - zastosowanie sit strunowych o szczelinie 1,5 mm do odmulania na sucho,
 - zastosowanie mobilnego urządzenia dźwigowego do opuszczania i podnoszenia ludzi w zbiornikach,
 - zautomatyzowanie procesu pomiarowego jakości węgla podawanego na osadzarki,
 - zastosowanie czujników nadciśnieniowych w wylotach zbiorników w celu minimalizacji emisji pyłu,
 - wdrożenie stacji mielenia magnetytu,
 - wdrożenie automatycznych szufladkowych próbobiorników w przesypach z przenośników taśmowych,
 - zabudowa siłowników hydraulicznych do przestawiania klap przesypowych na zwałowisku odpadów pogórnich.
- **JSW SA – zakłady przeróbki i wzbogacania węgla koksowego**
 - przebudowa węzła wzbogacania węgla surowego na zwałach węgla,
 - modernizacja stacji przygotowania węgla: zabudowa przesiewaczy klasyfikacji przedwstępnej, kruszarek selektywnych Bradforda oraz przenośników taśmowych,

- wymiana osadzarek dwukorytkowych na osadzarki jednokorytowe wraz z urządzeniami towarzyszącymi,
- wymiana sit i wirówek odwadniających,
- modernizacja płuczek mialowych,
- przebudowa systemów flotacji poprzez zainstalowanie nowoczesnych areatorów z wirnikami typu WD-70,
- zabudowa wirówek sedymentacyjno-filtracyjnych,
- przebudowa węzłów odwadniania flotokonzentratu poprzez zastąpienie filtrów tarczowych prasami komorowo-membranowymi,
- likwidacja ciągu suszarni,
- modernizacja istniejących i zabudowa nowych przenośników kulekowych,
- zabudowa zagęszczacza lamelowego o średnicy 12 m wraz z zestawem pompowym,
- zabudowa 4 przesiewaczy PWN i hydrocyklonu klasyfikującego z przesiewaczem odwadniającym.

4. Prace badawczo-rozwojowe

W celu zwiększenia efektywności pracy zakładów przerobczych i zwiększenia bezpieczeństwa pracy sektor wydobywczy węgla kamiennego wskazuje na konieczność podjęcia prac badawczo-rozwojowych o charakterze konstrukcyjnym, technologicznym, związanym z automatyzacją i sterowaniem procesami produkcyjnymi oraz likwidacją zagrożeń (Błaszke i Baic 2016a, 2016c; Scenariusze... 2008):

- Opracowanie nowych rozwiązań węzła klasyfikacji wstępnej.
- Opracowanie nowych rozwiązań konstrukcyjnych separatorów typu DISA oraz osadzarek pulsacyjnych wraz z algorytmami sterowania parametrami ich pracy.
- Opracowanie nowej konstrukcji analizatorów zawartości popiołu, siarki i wilgoci, które zapewnią dokładniejszy pomiar tych parametrów w poszczególnych produktach węglowych.
- Opracowanie nowych metod i urządzeń do likwidacji zagrożenia pyłowego w zakładach przerobczych węgla.
- Opracowanie nowych innowacyjnych technologii suchego wzbogacania węgla (metody grawitacyjne, rentgenowskie i inne).
- Opracowanie efektywnych technologii zamykania obiegów wodno-mułowych.
- Opracowanie nowych metod, procesów i środków chemicznych dla intensyfikacji odwadniania węgli drobnych i najdrobniejszych oraz odczynników dla głębokiej flotacji.
- Opracowanie nowej metody pozwalającej na szybką i dokładną charakterystykę jakości węgla pod kątem rozmywalności.
- Opracowanie nowych technologii gospodarczego wykorzystania odpadów przerobczych.
- Opracowanie nowoczesnego systemu monitorowania i automatycznej regulacji parametrów ilościowo-jakościowych wzbogacanego węgla kamiennego.

- Opracowanie nowych metod akwizycji i przetwarzania obrazów dwu- i trzywymiarowych w wizyjnej analizie granulometrycznej.
- Opracowanie nowych narzędzi IT (systemy internetowe) dla optymalizacji pracy poszczególnych urzędzeń w zakładach wzbogacania węgla oraz komunikacji w systemie człowiek- maszyna (tzw. Przemysł 4.0).
- Opracowanie programów likwidacji zagrożeń BHP występujących w zakładach przeróbki mechanicznej węgla oraz programów ograniczających ich szkodliwe oddziaływanie na środowisko.

5. Czynniki determinujące rozwój technologiczny ZPMW w Polsce

Do podstawowych czynników mających wpływ na rozwój technologii przerobczych węgla energetycznych i koksowych zaliczyć należy:

- barierę kapitałową,
- stan prawny,
- uwarunkowania lokalizacyjne.

Pierwszy z wymienionych czynników, tzn. bariera kapitałowa, może być czynnikiem utrudniającym lub wręcz uniemożliwiającym wdrożenie nowoczesnych technologii przeróbki. Konieczne jest więc sporządzenie wielowariantowego bilansu uwzględniającego z jednej strony potrzeby rynkowe (dotyczy to głównych odbiorców oferowanych produktów handlowych), z drugiej koszty związane z wykonaniem badań, projektów i zakupem maszyn i urzędzeń.

Istotnym czynnikiem jest również stan prawny, a właściwie częste zmiany uregulowań prawnych w zakresie eksploatacji i wzbogacania węgla oraz ochrony środowiska.

Kolejnym czynnikiem są uwarunkowania lokalizacyjne. Wiele funkcjonujących w Polsce zakładów przerobczych usytuowanych jest w budynkach wielopiętrowych dostosowanych do zastosowanych rozwiązań technologicznych. Z tego też względu ich powierzchnia i kubatura są ograniczone. Zmiana technologii w tak ograniczonych warunkach lokalizacyjnych jest bardzo trudna ale możliwa czego przykładem są działania modernizacyjne podjęte w zakładzie przerobczym LW Bogdanka SA.

Podsumowanie

Analiza stanu przeróbki mechanicznej węgla w Polsce wskazuje, że na przestrzeni ostatnich kilku lat wdrożono wiele nowych rozwiązań technologicznych i technicznych. Uwidacznia się to głównie w obszarze wzbogacania najdrobniejszych frakcji węgla energetycznych, a w szczególności w zakresie ich mechanicznego odwadniania. Stan przeróbki węgla kamiennego w Polsce przedstawiano w licznych publikacjach (Nycz 2000; Blaschke i Gawlik 2006; Blaschke i in. 2010, 2016b, 2016c; Blaschke i Szafarczyk 2013; Blaschke i Baic 2016a; Baic i Blaschke 2017; Cebo 2017; Lutyński 2008; Lutyński i Blaschke 2019; Scenariusze... 2008; Gospodarka... 2011).

Rozwiązania technologiczne, stosowane w zakładach przeróbczych, szczególnie w odniesieniu do węgla koksowych, są na dobrym poziomie. Możliwe jest jednak w dalszym ciągu zwiększenie innowacyjności i skuteczności stosowanych rozwiązań technologicznych, efektywności produkcji w celu spełnienia oczekiwań stawianych przez rynek.

Literatura

- Agencja Rozwoju Przemysłu SA. 2019. [Online] <https://polskirynekwegla.pl/raporty-dynamiczne> [Dostęp: 2.02.2018]. ARP SA. Katowice.
- Blaschke, W. i Gawlik, L. 2006. Current Situation and Development Prospects of Coal Preparation in Poland. *CPSA Journal, The Magazine by the Coal Preparation Society of America. Summer*. Vol. 5(2). USA. s. 11–16.
- Blaschke i in. 2010 – Blaschke, W., Gawlik, L. i Blaschke, S.A. 2010. Coal Preparation Technologies in Poland. *CPSA Journal, The Magazine by the Coal Preparation Society of America*. Vol. 9(1). USA. s. 28–32.
- Blaschke, W. i Szafarczyk, J. 2013. Current Situation of Coal Preparation in Poland. *Proceedings of the 17th International Coal Preparation Congress*. Istanbul, Turkey. s. 27–30.
- Blaschke, W. i Baic, I. 2016a. Coal Preparation – Poland country report. In *Coal Preparation in the World – current status and global trends: A review, Gornyi Zhurnal – Mining Journal*. June s. 41–46. DOI: <http://dx.doi.org/10.17580/gzh.2016.06.01>
- Blaschke i in. 2016b – Blaschke, W., Szafarczyk, J., Baic, I., Blaschke, Z. i Gawlik, L. 2016b. Status of Coal Mining and Coal Preparation in Poland. *Proceedings of the 18th International Coal Preparation Congress*. Saint-Petersburg, Russia. s. 67–72
- Blaschke i in. 2016c – Blaschke, W., Szafarczyk, J. i Baic, I. 2016c. Current State, Improvements and Latest Trends in Coal Preparation in Poland. *Rocznik Ochrona Środowiska – Annual Set The Environment Protection Vol. 18*, Środkowo-Pomorskie Towarzystwo Naukowe Ochrony Środowiska. Koszalin. s. 158–170.
- Baic I., Blaschke W. 2017), „Coal Preparation in Poland – development trends for increasing production efficiency” *Inżynieria Mineralna – Journal of the Polish Mineral Engineering Society* No. 40, s. 7–14.
- Bilans zasobów złóż kopalni w Polsce wg stanu na 31.XII.2017 r.* 2018. Warszawa: Państwowy Instytut Geologiczny PIB, ISSN 2299-4459.
- Cebo, W. 2017. Current state and main directions of development of hard coal processing in the Polish Mining Group Sp. z o. o. *Inżynieria Mineralna – Journal of the Polish Mineral Engineering Society* 40, s. 47–60.
- Gospodarka surowcami odpadowymi z węgla kamiennego.* 2011. Praca zbiorowa pod redakcją Stefana Góralczyka, Warszawa.
- International Mining Forum. 2019. Sesja: Od złoża do jakości węgla zastosowanie nowoczesnych technologii w procesach przeróbki węgla, *Prezentacje IMF 2019, Jastrzębie Zdrój, Biuro Zarządu JSW SA. 12.04.2019.*
- Lubosik, Z. 2017. Polish hard coal mining sector – current state and perspectives. *Trends and prospects of coal production and usage in Ukraine and globally, 14th of June 2017, Kiev, Ukraine.*
- Lutyński, A. 2008. Mechaniczna przeróbka węgla kamiennego w perspektywie roku 2020. *Gospodarka Surowcami Mineralnymi – Mineral Resources Management* t. 24, z. 1–2.
- Lutyński, A. i Blaschke, W. 2019. Przeróbka mechaniczna w kopalniach węgla kamiennego niepodległej Polski. Monografia, *Innowacyjne i przyjazne dla środowiska techniki i technologie przeróbki surowców mineralnych KOMEKO 2019*. Wyd. KOMAG (płyta CD).
- Nycz, R. 2000. Aktualny stan przeróbki węgla w Polsce. *Inżynieria Mineralna – Journal of the Polish Mineral Engineering Society* No. 2, s. 3–29.
- Program dla sektora górnictwa węgla kamiennego w Polsce.* 2018. Warszawa: Ministerstwo Energii.
- Scenariusze rozwoju technologicznego przemysłu wydobywczego węgla kamiennego.* 2008. Praca zbiorowa pod redakcją Mariana Turka. Katowice: GIG.
- Semeniuk i in. 2017 – Semeniuk, G., Pawlak, G. i Świercz, M. 2017. Innovative and modern solutions of modern mechanical processing of coal on the example of LW Bogdanka. *Inżynieria Mineralna – Journal of the Polish Mineral Engineering Society* No. 40, s. 29–38.
- Tumidajski i in. 2008 – Tumidajski, T., Gawenda, T., Niedoba, T. i Saramak, D. 2008. Kierunki zmian technologii przeróbki węgla kamiennego w Polsce. *Gospodarka Surowcami Mineralnymi – Mineral Resources Management* t. 24, z. 1–2.

