

Witold BIAŁY

ZASOBY
WĘGLA KAMIENNEGO.
URABIALNOŚĆ
POKŁADÓW
WĘGLOWYCH

Gliwice 2014

OPINIODAWCY:

dr hab. inż. Jarosław BRODNY, prof. Pol. Śl.
dr hab. inż. Krzysztof KOTWICA

Układ typograficzny autora

Projekt okładki: Michał Zasadzień

ISBN 978-83-937845-5-4

© Copyright by Wydawnictwo PA NOVA SA.
ul. Górnych Wałów 42
44-100 Gliwice
tel. +4832 7298097
fax. +4832 7298549

All rights reserved
Printed in Poland

Utwór w całości ani we fragmentach nie może być powielany, rozpowszechniany za pomocą urządzeń elektronicznych, mechanicznych, kopiujących, nagrywających i innych, w tym również nie może być umieszczany ani rozpowszechniany w postaci cyfrowej zarówno w Internecie, jak i w sieciach lokalnych bez pisemnej zgody posiadacza praw autorskich.

Gliwice 2014

SPIS TREŚCI

WPROWADZENIE	7
1. WĘGIEL NA ŚWIECIE	11
1.1 Historia górnictwa	11
1.2 Węgiel kamienny	15
2. WYSTĘPOWANIE WĘGLA W POLSCE	18
2.1 Podstawowe surowce energetyczne	20
2.1.1 Węgiel kamienny	20
3. ROLA POLSKIEGO WĘGLA KAMIENNEGO W UNII EUROPEJSKIEJ	24
3.1 Udział węgla kamiennego w zapewnieniu bezpieczeństwa energetycznego kraju	25
3.2 Eksport polskiego węgla kamiennego	26
3.3 Import węgla kamiennego	29
3.4 Porównanie tendencji eksport-import	30
3.5 Nowe możliwości wykorzystania węgla	33
4. POLSKIE GÓRNICTWO WĘGLA KAMIENNEGO	35
4.1 Zasoby węgla kamiennego w Polsce	36
4.2 Górnośląskie Zagłębie Węglowe	39
4.3 Lubelskie Zagłębie Węglowe	46
4.4 Dolnośląskie Zagłębie Węglowe	48
5. STRUKTURA POLSKIEGO GÓRNICTWA WĘGLA KAMIENNEGO	50
5.1 Kompania Węglowa S.A.	51
5.2 Katowicki Holding Węglowy SA.	55
5.3 Jastrzębska Spółka Węglowa SA.	57
5.4 Lubelski Węgiel SA.	58
6. ZASOBY WĘGLA KAMIENNEGO	62
6.1 Zasoby węgla kamiennego w Polsce	62
6.2 Zasoby węgla kamiennego kopalń Kompanii Węglowej SA.	64
6.3 Zasoby węgla kamiennego kopalń Jastrzębskiej Spółki Węglowej SA.	67
6.4 Zasoby węgla kamiennego kopalń Katowickiego Holdingu Węglowego SA.	70
PODSUMOWANIE	71

7.	URABIALNOŚĆ POKŁADÓW WĘGLOWYCH	74
7.1	Wprowadzenie	74
7.2	Parametry geologiczne	76
7.2.1	Właściwości fizyczne skał	76
7.2.2	Właściwości mechaniczne skał	77
7.3	Przegląd metod badania urabialności	79
7.4	Badania urabialności węgla w Polsce	91
7.4.1	Metody oceny urabialności węgla w Polsce	91
7.4.1.1	Metoda określania urabialności węgla przy użyciu przyrządu Sikory	91
7.4.1.2	Metoda określania urabialności węgla przy użyciu przyrządu Potępskiego	93
7.4.1.3	Metoda określania urabialności węgla poprzez opory wiercenia	93
7.5	Metoda określania urabialności węgla przyrządem POS-1	94
8.	INNOWACYJNE PRZYRZĄDY DO WYZNACZANIA WSKAŹNIKA URABIALNOŚCI	100
8.1	Wprowadzenie	100
8.2	Przyrząd do określania urabialności odwzorowujący pracę struga. Przyrząd GIG	100
8.3	Przyrząd do określania urabialności odwzorowujący pracę kombajnu. POU-BW/01-WAP	108
8.3.1	Założenia projektowe do budowy przyrządu POU-BW/01-WAP	108
8.3.2	Opis przyrządu POU-BW/01-WAP	109
8.3.2.1	Konwerter analogowo-cyfrowy KAD-CAN	120
8.3.2.2	Pulpit operatorski POP-1	120
8.3.2.3	Iskrobezpieczny analogowy przetwornik ciśnienia PAC-1	123
8.3.2.4	Zasilacz iskrobezpieczny	123
8.3.2.5	Iskrobezpieczny przenośny moduł pamięci PIMP-1	124
8.3.3	Pomiar sił skrawania	125
8.3.4	Analiza wyników pomiaru sił skrawania węgla AW-PSSW	130
8.3.5	Program Coal Test	131
8.3.6	Transport przyrządu POU-BW/01-WAP	133
	PODSUMOWANIE	136
	LITERATURA	147

WPROWADZENIE

Początki górnictwa węglowego na terenie Polski sięgają XVI wieku, jednak jego rozwój zaczął się dopiero w drugiej połowie XVIII wieku, kiedy węgiel kamienny zaczęto stosować w hutnictwie żelaza i metali nieżelaznych. W latach 1780-90 w kopalniach węgla stosowano eksploatację filarową, zaczęto wykonywać wrąb, wprowadzono szyny żelazne oraz transport konny. Stopniowo zaczęto eliminować kieraty i kołowroty, które służyły do wyciągania urobku szybem, zastępując je parowymi maszynami wyciągowymi. Zaczęto stosować czarny proch do urabiania węgla, a następnie energię elektryczną do napędu maszyn i urządzeń górniczych. W 1818 na Górnym Śląsku 24 kopalnie wydobyły 162 tysiące ton węgla, natomiast na Dolnym Śląsku z 30 kopalń wydobyto 190 tysięcy ton węgla. Największa w tych czasach kopalnia „Król” w Chorzowie wydobywała około 240 ton węgla dziennie. Lata 20 i 30 XIX wieku to okres największej świetności kolebki polskiego górnictwa – Zagłębia Staropolskiego (Staropolski Okręg Przemysłowy). W drugiej połowie XIX wieku wzrost zapotrzebowania na węgiel kamienny spowodował szybki rozwój górnictwa na Wyżynie Śląskiej, gdzie wcześniej eksploatowano rudy żelaza i metali nieżelaznych. Do końca XIX wieku powstało tu 36 kopalń, a krajowe wydobycie węgla kamiennego zwiększyło się z 1 mln ton w roku 1850 do 15 mln ton w roku 1885. Do 1913 roku w Zagłębiu Górnos Śląskim powstały kolejne 24 kopalnie, a wydobycie węgla kamiennego wzrosło do 52 mln ton. W latach 1882-1913 liczba osób zatrudnionych w górnictwie węgla kamiennego zwiększyła się z 43 tysięcy do 150 tysięcy osób (z 55% do ponad 80% ogółu zatrudnionych w całym górnictwie), co świadczy o dominacji górnictwa, przez górnictwo węgla kamiennego. Tendencja ta utrzymała się również w okresie międzywojennym. W roku 1938 w polskim górnictwie węgla kamiennego było zatrudnionych około 81 tysięcy osób. Dla porównania: w górnictwie ropy naftowej – 10,7 tysiąca, rud żelaza – 7,5 tysiąca oraz rud cynku i ołowiu – 2,1 tysięcy.

Rozwój górnictwa w Polsce był ściśle związany z prowadzonymi na dużą skalę badaniami naukowymi oraz kształceniem kadr górniczych. W roku 1919 utworzono w Krakowie Akademię Górniczą (przemianowaną w 1946 roku na Akademię Górniczo-Hutniczą). W roku 1924 założono Kopalnię Doświadczalną „Barbara” w Mikołowie, w której prowadzono badania nad zagadnieniami bezpieczeństwa pracy w górnictwie. W tym czasie znaczny udział w polskim przemyśle górnictwym miał kapitał zagraniczny (1929 – 52%

w całym górnictwie, 1934 – 93,3% w górnictwie naftowym, 67,4% w pozostałych gałęziach górnictwa).

Po II wojnie światowej w wyniku systematycznie prowadzonych prac geologiczno-poszukiwawczych zostały odkryte nowe złoża węgla kamiennego, węgla brunatnego, siarki, soli kamiennej i surowców skalnych, a także rud: miedzi, cynku i ołowiu oraz żelaza. Powstały nowe zagłębia górnicze, a Polska stała się nie tylko liczącym się w świecie producentem surowców, ale i ich eksporterem. Eksportowano jednak głównie surowce nie przetworzone lub o niskim stopniu przetworzenia, a stosowanie niewłaściwego systemu cen surowców i energii, niższych niż wynikające z kosztów ich wytwarzania, zniekształcało efektywność ekonomiczną górnictwa. Ponadto, w otoczeniu zagłębi górniczych powstały znaczne przekształcenia środowiska przyrodniczego. Wprowadzanym od 1990 roku zasadom gospodarki rynkowej, towarzyszyło przewartościowanie roli górnictwa w gospodarce Polski, m.in. powstaje świadomość konieczności stopniowej likwidacji kopalń o trwałym braku rentowności lub znacznej uciążliwości dla środowiska przyrodniczego.

Obecnie w Polsce eksploatuje się ponad 50 rodzajów kopalin (według bardziej szczegółowej klasyfikacji ponad 70). Z punktu widzenia zasobności złóż, najważniejszą grupę stanowią: węgiel kamienny, węgiel brunatny, rudy miedzi, cynku i ołowiu (oraz towarzyszące im srebro, siarka), sól kamienną i surowce skalne.

Węgiel kamienny eksploatowany jest w Górnośląskim Zagłębiu Węglowym i Lubelskim Zagłębiu Węglowym (kopalnia „Bogdanka” koło Łęcznej). Największe Zagłębie Górnośląskie dostarcza ponad 97% krajowego wydobycia węgla kamiennego. Większość jego zasobów stanowi węgiel energetyczny, wykorzystywany jako paliwo w energetyce oraz jako opał w gospodarstwach domowych. Około 25% zasobów to węgiel koksujący, wykorzystywany w przemyśle koksochemicznym i gazowniczym. Najlepsze gatunki tego węgla występują w południowo-zachodniej części zagłębia, zwanej Rybnickim Okręgiem Węglowym. Po II wojnie światowej kilkakrotnie wzrosło wydobycie węgla kamiennego (z 47,3 mln ton w 1946 roku do 201 mln ton w roku 1979). Nie towarzyszyły temu jednak inwestycje służące ochronie środowiska, które w górnictwie polskim są szczególnie ważne ze względu na znaczne zanieczyszczenie najkorzystniej zalegających pokładów i zasolenie wód kopalnianych. Słabą stroną polskiego górnictwa węgla kamiennego, w porównaniu z innymi krajami będącymi głównymi eksporterami węgla kamiennego (USA, RPA, Australia i Kanada), jest kilkakrotnie mniejsza wydajność pracy (mierzona ilością wydobytego węgla na jednego zatrudnionego w górnictwie). Decyduje o tym zarówno znaczna głębokość zalegania, jak i niekorzystne warunki geologiczne złóż w Polsce (np. w Australii 65% wydobywanego węgla kamiennego pochodzi z kopalń odkrywkowych), oraz gorsze wyposażenie górników w narzędzia tzw. małej mechanizacji, czyniące pracę wydajniejszą, lżejszą i bezpieczniejszą.

Po roku 1990 podjęto decyzje o stopniowej likwidacji kilkunastu kopalń, w tym wszystkich czterech w Zagłębiu Dolnośląskim, w których mimo wysokiej jakości węgla, jego wydobycie było nieopłacalne. W latach 90 ubiegłego wieku rozpoczęto restrukturyzację górnictwa węgla kamiennego w Polsce wspomaganą środkami finansowymi Banku Światowego, przeznaczonymi m. in. na tzw. górniczy pakiet socjalny. Celem restrukturyzacji było dostosowanie górnictwa węgla kamiennego do wymogów gospodarki rynkowej oraz międzynarodowej konkurencyjności. Właściwa restrukturyzacja rozpoczęła się w roku 1993.

Ustawa z dnia 03.02.1993 r. o przekształceniach własnościowych niektórych przedsiębiorstw o szczególnym znaczeniu dla gospodarki państwa, stworzyła podstawy prawne do prywatyzacji górnictwa na drodze kapitałowej. Koncentracja kapitału w nowo powstałych jednostkach organizacyjnych umożliwia im podejmowanie przedsięwzięć inwestycyjnych o skali przekraczającej możliwości pojedynczych kopalń. Jednocześnie w poszczególnych kopalniach dokonują się istotne zmiany – następuje likwidacja kopalń nierentownych, eliminowanie wydobywania z obszarów wyeksploatowanych i o złych warunkach eksploatacji, ograniczanie niekorzystnego wpływu na środowisko, łączenie kopalń o sąsiadujących polach górniczych, tworzenie nowych podmiotów gospodarczych na bazie zbędnego majątku kopalń [19, 42].

Polska przez wiele lat była relatywnie dużym producentem surowców energetycznych (głównie węgla kamiennego oraz brunatnego) – w 1980 r. nasz udział w światowej ich produkcji wynosił 1,9%, ale w 1998 r. zmalał do 0,9% [32, 42, 49, 51].

Na dzień dzisiejszy górnictwo węgla kamiennego charakteryzuje się coraz trudniejszymi warunkami geologiczno-górnictwymi. W zakładach tych następuje pogarszanie się warunków środowiska pracy oraz wzrost ryzyka. A wszystko to jest związane ze schodzeniem na coraz większe głębokości eksploatacji.

W 2010 roku w 32 kopalniach prowadzono roboty eksploatacyjne 212 ścianami, w tym w 26 kopalniach prowadzono eksploatację 64 ścianami poniżej poziomu udostępnienia z których [24, 34]:

- 169 ścian prowadzono w warunkach zagrożenia metanowego,
- 53 ściany prowadzono w klasie „B” zagrożenia wybuchem pyłu węglowego,
- 16 ścian eksploatowano w pokładach zaliczonych do drugiego i trzeciego stopnia zagrożenia tąpnięciami,
- 19 ścian w których roboty eksploatacyjne prowadzone były przy współwystępowaniu zagrożenia metanowego III i IV kategorii oraz III stopnia zagrożenia tąpnięciami i klasy „B” zagrożenia wybuchem pyłu węglowego,
- 13 ścian prowadzono w warunkach niemetanowych.

Ściany w których eksploatacja prowadzona była poniżej poziomu udostępnienia przedstawiała się następująco [24, 34]:

- 9 ścian prowadzono na głębokości do 500 m,
- 27 ścian na głębokości od 500 do 800 m,
- 28 ścian poniżej 800 m,
- 35 ścian prowadzonych było przy różnicy między głębokością udostępnienia a głębokością prowadzonych robót większej niż 50 m,
- w tym 15 ścian przy różnicy większej niż 100 m.

Aktualny poziom bezpieczeństwa w kopalniach węgla kamiennego kształtuje m.in.: duża i stale powiększająca się głębokość eksploatacji (5-8 m/rok). Na dzień dzisiejszy w Polsce najgłębsze kopalnie prowadzą eksploatację na głębokości 900-1150 m. „Podpoziomowy” modelu udostępniania złoża, stosowany jest na coraz większą skalę. Wydobywanie ze ścian eksploatowanych poniżej poziomu udostępnienia stanowi 54% całkowitego wydobywania. W czterech kopalniach 100% wydobywania pochodziło ze ścian prowadzonych poniżej poziomu udostępnienia [24, 34].

W większości eksploatowanych podziemowo ścianach temperatura pierwotna skał przekracza 30° powodując wzrost zagrożenia klimatycznego.

Warunki klimatyczne przedstawiają się następująco [24, 34]:

- w 15 ścianach stwierdzono przekroczenie temperatury 28° mierzonej termometrem suchym,
- w 23 ścianach temperatura wynosiła od 25 do 28°C.

1

WĘGIEL NA ŚWIECIE

1.1 HISTORIA GÓRNICTWA

Początki górnictwa sięgają epoki kamienia (górnictwo kamienia), kiedy to człowiek od zbierania odłamków krzemieni przeszedł do celowego ich urabiania i wydobywania sposobem górniczym (pojawily się prymitywne narzędzia, np. kilofy z rogu jelenia). Po okresie górnictwa kamienia nastąpił okres górnictwa metali rodzimych (np. złota, srebra i miedzi), a potem okres górnictwa rud (kilka tysięcy lat p.n.e.), w którym już stosowano prymitywne metody wzbogacania kopalin. Rozwój górnictwa w środkowej Europie datuje się od wieku XI. Wielu cennych informacji o stanie górnictwa w środkowej Europie na przełomie XV i XVI w. dostarczają prace G. Agricoli – w okresie tym ustalono zasady udostępniania złóż w zależności od warunków ich zalegania. Oprócz wyrobisk pionowych rozpowszechniały się wyrobiska pochyłe i poziome. Znaczny postęp nastąpił w transporcie górniczym – pojawiły się jednokołowe taczki, wózki poruszające się na specjalnym poszyciu drewnianym, wprowadzono transport konny. Udoskonalono również technikę wydobywania urobku na powierzchnię – ręczne kołowroty zostały zaopatrzone w koło zamachowe, później wprowadzono koło wodne; pojawiły się pompy tłokowe do usuwania wody z kopalni oraz miechy ssące i tłoczące do wentylacji kopalń. Na początku XVII w. zastosowano proch do urabiania skał. Na przełomie XVII i XVIII w. wprowadzono ulepszone rodzaje obudowy kopalnianej, drewniane szyny z metalową nakładką, czterokołowe wozy torowe, maszynę parowo-powietrzną do pompowania wód kopalnianych (wynalezioną 1705 przez Thomasa Newcomena).

W drugiej połowie XVIII w. nastąpił rozkwit górnictwa węgla kamiennego, rozwijało się też wiertnictwo. Od XIX wieku, w wyniku burzliwego rozwoju różnych gałęzi przemysłu pojawiło się coraz większe zapotrzebowanie na węgiel kamienny, który stał się głównym źródłem energii. Średnie roczne światowe wydobycie węgla kamiennego zwiększyło się z 15 mln ton w roku 1800, do 132 mln ton w 1860 roku i 700 mln ton w roku 1900. Towarzyszyło mu zwiększone wydobycie rud żelaza na potrzeby rozwijającego się hutnictwa,

w którym węgiel drzewny został zastąpiony koksem. Światowa produkcja żelaza zwiększyła się z 750 tys. ton w 1800 roku do 4,5 mln ton w roku 1850 i 41,2 mln ton w roku 1900. W górnictwie wielu krajów do napędzania urządzeń wyciągowych zaczęto stosować maszyny parowe.

Rozwój górnictwa kopalin ciekłych rozpoczął się w drugiej połowie XIX w., od chwili przeprowadzenia przez I. Łukasiewicza destylacji ropy naftowej (1852). Zamiast dotychczas stosowanych metod wydobywania ropy naftowej za pomocą kopania studni, wprowadzono metodę wiercenia otworów (pierwszy odwiert naftowy powstał w roku 1859 w stanie Pensylwania, USA). Roczne światowe wydobycie ropy naftowej w roku 1871 roku osiągnęło 800 tys. ton, natomiast towarzyszący ropie naftowej gaz ziemny był spalany.

Zwiększyło się również wydobycie srebra z 879 ton w 1800 roku, do 4010,5 ton w roku 1890. Wydobycie złota wzrosło z 17,8 ton w roku 1800 do 174,6 ton w roku 1890.

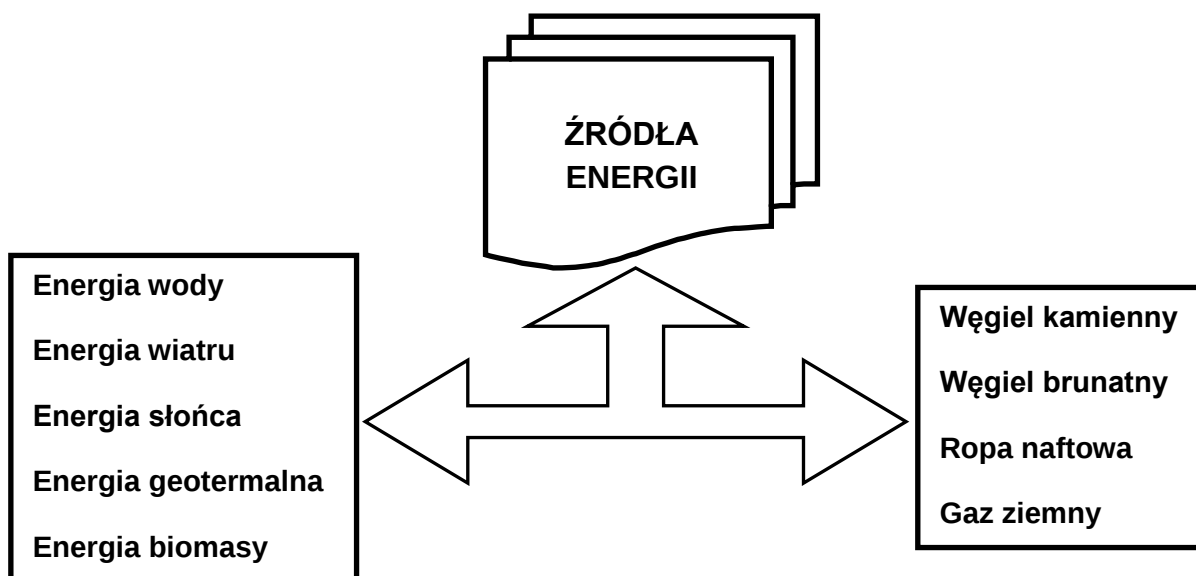
Dalszy rozwój górnictwa był ściśle związany z wprowadzeniem na przełomie XIX i XX wieku energii elektrycznej do napędu maszyn górniczych. Od początku XX w. procesy produkcyjne, a zwłaszcza urabianie i transport, stawały się coraz bardziej zmechanizowane i zautomatyzowane. W procesie urabiania kopalin zaczęto stosować (oprócz materiałów wybuchowych), wręboladowarki, strugi, kombajny – szybko następowała modernizacja urządzeń transportowych w kopalniach i urządzeń wyciągowych w szybach; rozwijała się też automatyzacja urządzeń górniczych, np. wprowadzono zdalnie sterowane przenośniki urobku (taśmowe i zgrzeblowe). Postęp w górnictwie i wiertnictwie umożliwił eksploatację podmorskich złóż ropy naftowej i gazu ziemnego (platforma morska).

Postęp w technice górniczej był możliwy dzięki rozwojowi górnictwa jako dziedziny nauki i powiązaniu jej z potrzebami przemysłu. Od XVIII w. powstawały wyższe szkoły górnicze, m.in. we Freibergu (1765), Bańskiej Szczawnicy (1770), Petersburgu (1770), Paryżu (1783).

Do połowy XX w. zużycie surowców mineralnych traktowano jako miernik potencjału gospodarczego. Sytuacja uległa zmianie w drugiej połowie XX w., co było spowodowane m.in. rozwojem technologii energo i surowcooszczędnych oraz miniaturyzacją wielu wyrobów przemysłowych (m.in. dzięki rozwojowi mikroelektroniki). Wprowadzono też nowe materiały i tworzywa konstrukcyjne oraz nowe metody pozyskiwania surowców, np. zaczęto wykorzystywać bakterie do ługowania niektórych metali nieżelaznych z rud, zwłaszcza niskoprocentowych. Szacuje się, że w latach dziewięćdziesiątych XX w. na wyprodukowanie niektórych wyrobów zużywało się zaledwie 40% tej ilości surowców mineralnych, którą zużywano w 1900 roku na wyprodukowanie wyrobów o podobnej wartości użytkowej. Surowce mineralne wydobywa się też z dna mórz oraz uzyskuje się z wody morskiej; zajmuje się tym górnictwo morskie. Rozwój technicznej cywilizacji jest nierozzerwalnie związany ze wzrostem konsumpcji energii, więc tym samym ze wzrostem zapotrzebowania na nią. W futurystycznych wizjach rozwoju, cywilizacje sklasyfikowane zostały w tzw. rzędach, których wyróżnikiem pozostaje poziom zużywanej energii w określonej skali czasowej, nie przesądzając o źródłach jej pozyskiwania.

Źródła pozyskiwania energii zostały podzielone na dwie zasadnicze grupy, a mianowicie (rys. 1.1):

- źródła nieodnawialne,
- źródła odnawialne.



Rys. 1.1 Odnawialne i nieodnawialne źródła energii

Do źródeł nieodnawialnych zostały zaliczone:

- węgiel kamienny,
- węgiel brunatny,
- ropa naftowa,
- gaz ziemny.

Natomiast do źródeł odnawialnych zaliczono:

- energię wody,
- energię wiatru,
- energię słońca,
- energię geotermalną,
- energię biomasy.

Na świecie obserwuje się wzrost zapotrzebowania na energię. Przyczyną tego jest znaczny wzrost liczby urządzeń elektrycznych powszechnego użytku, wykorzystywanych przez gospodarstwa domowe jak i poszczególnych ludzi. Również niebagatelny wpływ na to zapotrzebowanie ma rozwój gospodarczy krajów intensywnie rozwijających się, takich jak Chiny oraz Indie.

Pod koniec XX wieku amerykańska agencja ds. energii przeprowadziła analizę zapotrzebowania na energię. Z analizy tej wynika, że w ciągu najbliższych 30 lat, zapotrzebowanie na energię będzie wzrastało w skali 1,75% rocznie, co po 30 latach spowoduje wzrost konsumpcji o około 53% większy w porównaniu z rokiem 2000.

Analizując źródła pozyskania energii wskazuje się, że węgiel i gaz ziemny będą stanowiły jej podstawę.

Prognozy długoterminowe (do końca XXI wieku) wskazują, że wzrost wydobycia gazu ziemnego wzrośnie 2,5 krotnie w stosunku do początku wieku, zaś węgla 4 krotnie, natomiast zastosowanie takich energii jak ropa naftowa będzie miało tendencję spadkową. Również energia jądrowa z uwagi na zagrożenia jakie stwarza, będzie traciła na swej popularności.

Z kolei wg przewidywań World Energy Council (WEC) przy współudziale Międzynarodowego Instytutu Badań Systemowych (IIASA) wynika, że przewidywane zużycie energii pierwotnej w świecie przedstawia się następująco (tabela 1.1) [40].

Tabela 1.1 Przewidywane zużycie energii pierwotnej

Rodzaj energii	1998	2020	2050
Węgiel, mld	2,1	3,4	4,2
Ropa naftowa, mld	3,4	3,8	4,1
Gaz ziemny, mld	2,0	3,2	4,5
Energia jądrowa, mld	0,6	0,9	2,7
Inne nośniki, mld	0,5	2,3	4,5
Ogółem	8,6	13,6	20,0

Z powyższych rozważań wynika, że węgiel kamienny będzie w dalszym ciągu stanowił podstawę energetyki światowej tym bardziej, że z przytoczonego wzrostu zapotrzebowania na energię (1,75% rocznie), – 1,56% będzie przypadało na ten surowiec (węgiel kamienny). Jest to wielce prawdopodobne, gdyż ponad 60% przyrostu zapotrzebowania na energię będzie skonsumowane przez (jak się już dzisiaj określa „wzrastające tygrysy”) gospodarcze, czyli Chiny i Indie. W/w kraje dysponują ogromnymi zasobami węgla, więc w sposób naturalny będą korzystać z tego źródła energii.

Wraz z rozwojem technologii zmieniają się i będą się zmieniać techniki jego spalania, jak również formy utylizacji spalin i części niepalnych.

Podobne prognozy dotyczą również węgla koksującego który jest niezbędnym składnikiem przy produkcji stali. Pomimo coraz szerszego wkraczania tworzyw sztucznych do procesów wytwórczych, nie przewiduje się szybkiego zastąpienia wszelkich odmian stali innym tworzywem konstrukcyjnym.

Światowe zasoby energetyczne, znajdują się są w 70% w złożach węgla kamiennego i brunatnego, w 16% w ropie naftowej i 14% w gazie ziemnym.

Energia światowych rezerw węgla przewyższa 2-3 krotnie łączne rezerwy zasobów energetycznych ropy naftowej i gazu. Około 74% zasobów i wydobywania ropy naftowej zlokalizowanych jest w zbliżonych kulturowo i niestabilnych politycznie krajach Środkowego Wschodu i byłych republikach Związku Radzieckiego.

Wystarczalność światowych zasobów węgla przy aktualnym zużyciu, szacowana jest na około 240 lat, gazu – 70 lat, a ropy naftowej – około 50 lat.

Koszt wytworzenia 1 GJ loco elektrownia przy spalaniu różnych surowców energetycznych, wg różnych ocen przedstawia się następująco:

- węgiel brunatny 0,8-1,2 USD,
- węgiel kamienny 1,8 USD,
- gaz ziemny 3,5 USD,
- ropa naftowa 3,9 USD.

1.2 WĘGIEL KAMIENNY

Węgiel jest kaustobiolitem, czyli skałą palną organiczną, powstałą z materiału roślinnego, który w procesie przemian ulegał wzbogacaniu w pierwiastek C – przemiany te nazywamy uwęglaniem. Ze względu na warunki powstawania wśród kaustobiolitów stałych wyróżnia się następujące paliwa kopalne:

- humusy (humolity),
- paliwa sapropelowe (sapropelity),
- liptibolity.

Humolitami są: torfy, węgiel kamienny i brunatny oraz antracyt. Natomiast do sapropelitów zalicza się: szlam gnilny oraz sapropelowy węgiel brunatny i kamienny. Do liptobiolitów należą utwory powstałe z części roślin najbardziej odpornych na rozkład, jak żywice (np. bursztyn), woski, tłuszcze [20, 22].

Węgiel kamienny jest paliwem kopalnym pochodzenia organicznego, powstał w wyniku powolnych przekształceń tkanek roślinnych, rozkładu przez mikroorganizmy w warunkach ograniczonego dostępu tlenu oraz działania wysokiej temperatury i ciśnienia panujących pod powierzchnią ziemi. Do powstania złóż węgla kamiennego przyczyniły się zmiany klimatyczne, jakie miały miejsce w permie. Wywołały one masowe wymieranie panującej wówczas roślinności. Drugim ważnym okresem dla powstania węgla był karbon. W ciepłym i wilgotnym klimacie rozwijały się, a następnie obumierały wielkie ilości roślin. Do dominujących gatunków należały wówczas między innymi ogromne widłaki, skrzypy, paprocie oraz prymitywne rośliny nagonasienne. Tkanki roślin rosnących na podmokłych terenach po obumarciu poddawane były powolnym procesom fermentacji beztlenowej. Przykrywane warstwami osadów w warunkach coraz wyższego ciśnienia i temperatury przekształcały się powoli w węgiel, którego złoża dzięki procesom górotwórczym zostały wyniesione bliżej powierzchni ziemi. Na świecie węgiel kamienny jest szeroko rozpowszechniony – występuje głównie w utworach paleozoicznych (karbon, perm) i mezozoicznych [17, 42].

Węgiel kamienny zawiera 78-92% pierwiastka węgla (do węgla kamiennego zalicza się też antracyt zawierający do 97% węgla), posiada barwę czarną, zwarty, kruchy. Przy spalaniu daje długi, błyszczący płomień. Węgiel kamienny należy do węgli humusowych, niejednorodnych w swej strukturze, stanowiących mieszaninę kilku odmian petrograficznych (różniących się twardością i połyskiem), tworzących pojedyncze pasma. Należą do nich:

- fuzyn – węgiel włóknisty,
- duryn – węgiel matowy,
- klaryn – węgiel półbłyszczący,
- witryn – węgiel błyszczący.

Ze względu na zastosowanie rozróżnia się kilka typów technologicznych węgla kamiennego, określanych poprzez takie właściwości jak: spiekalność, zawartość składników lotnych, ciśnienie rozprężania i ciepło spalania.

Węgiel kamienny występuje na wszystkich kontynentach. Najważniejszymi miejscami wydobycia węgla kamiennego na świecie są (rys. 1.2):



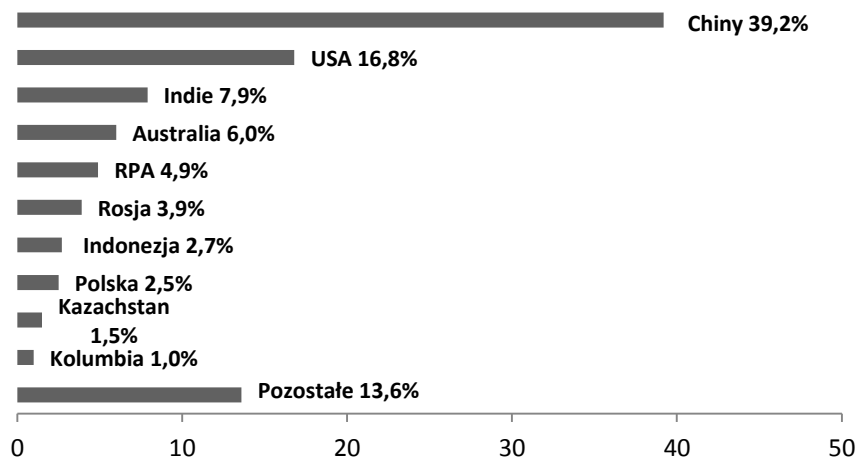
Rys. 1.2 Występowanie węgla kamiennego w Świecie

Źródło: Atlas Geograficzny Wikinga

- Europa:
 - Polska: zagłębie Górnośląskie i Lubelskie,
 - Niemcy: zagłębie Ruhry i Saary,
 - Wielka Brytania: zagłębie Yorkshire i Northumberland,
 - Rosja: zagłębie Peczerskie,
 - Ukraina: zagłębie Donieckie,
- Azja:
 - Chiny: zagłębia: Datong, Kailuang i Fushun,
 - Indie: zagłębie Damodar,
 - Rosja: zagłębie Kuźnieckie,
 - Kazachstan: zagłębie Karagandzkie i Ekibastuskie,
- Ameryka Północna:
 - USA: zagłębia Appalaskie, Wewnętrzne oraz w stanach Wyoming i Kolorado;
- Afryka:
 - RPA okolice Johannesburga,
- Australia:
 - zagłębie Newcastle.

Światowe wydobywanie węgla kamiennego (w procentach) z podziałem na największych producentów, przedstawiono na wykresie (rys. 1.3) [41, 42].

Zasoby węgla kamiennego są znacznie wyższe niż ropy naftowej – szacowane są na 1091 mld ton. Największe złoża węgla kamiennego znajdują się w Europie oraz Azji Południowo-Wschodniej.



Rys. 1.3 Wydobycie węgla kamiennego na Świecie

Z kolei z podziałem na państwa w których występują, to największe złoża tego surowca znajdują się w Rosji (186 mln ton Zagłębie Uralskie, Peczerskie, Kuźnieckie) USA, Chinach, Australii, Ukrainie (83 mln ton Zagłębie Tunguskie) Niemczech (57 mln ton Zagłębie Ruhry), Wielkiej Brytanii (47 mln ton) i w Polsce (104 mln ton głównie na Górnym Śląsku).

Węgiel kamienny stał się ważnym artykułem handlu międzynarodowego. Od kilku lat czołową pozycję wśród eksporterów tego paliwa zajmuje Australia, Stany Zjednoczone. Importerami są przede wszystkim kraje wschodniej Azji i Europy Zachodniej. Typy węgla kamiennych, ich charakterystyka oraz zastosowanie, przedstawione zostały w tabeli 1.1 [41, 43].

Tabela 1.1 Typy węgla kamiennego

Lp	Typ węgla	Charakterystyka	Główne zastosowanie
1	Węgiel płomienny	duża zawartość części lotnych, brak lub słaba zdolność spiekania, długi, silnie świecący płomień	piece przemysłowe i domowe, generatory
2	Węgiel gazowo-płomienny	duża zawartość części lotnych, średnia zdolność spiekania	piece przemysłowe i domowe, wylewanie, uwodornianie
3	Węgiel gazowy	duża wydajność gazu i smoły, znaczna spiekalność	gazownictwo, koksownictwo, wylewanie
4	Węgiel gazowo-koksowy	duża wydajność gazu i smoły, dobra spiekalność, średnie ciśnienie rozprężania	gazownictwo, koksownictwo
5	Węgiel ortokoksowy	typowy węgiel koksowy, średnia zawartość części lotnych, dobra spiekalność, wysokie ciśnienie rozprężania	produkcja koksu metalurgicznego
6	Węgiel metakoksowy	dobra spiekalność, duże ciśnienie rozprężania	produkcja koksu odlewniczego
7	Węgiel semikoksowy	mała zawartość części lotnych, słaba spiekalność, średnie ciśnienie rozprężania	w koksownictwie jako dodatek schładzający wsad węglowy
8	Węgiel chudy	mała zawartość części lotnych, brak lub słaba spiekalność, krótki płomień	piece przemysłowe i domowe, generatory
9	Węgiel antracytowy	mała zawartość części lotnych, brak zdolności spiekania	paliwo specjalne
10	Antracyt	bardzo mała zawartość części lotnych, brak zdolności spiekania	paliwo specjalne

2

WYSTĘPOWANIE WĘGLA W POLSCE

Polska należy do krajów dość zasobnych w surowce mineralne. Lokuje się w ścisłej czołówce państw o największych na świecie zasobach m. in. węgla kamiennego i brunatnego, rud miedzi, cynku i ołowiu, a także siarki, soli kamiennej i surowców budowlanych [17, 19]. W starożytności kraj nasz słynął z wydobycia bursztynu – przez polskie ziemie wiódł Szlak Bursztynowy znad Adriatyku nad Bałtyk. Także i dziś Polska jest liczącym się producentem bursztynu. Zasoby tego minerału szacowane są na 12 tys. ton.

Najdawniejsze ślady górnictwa na ziemiach polskich pochodzą sprzed 3500 lat p.n.e. W średniowieczu wielkie znaczenie miało wydobywanie soli kamiennej w żupach krakowskich – Bochni i Wieliczce. Od połowy XVIII w. pierwszorzędного znaczenia nabrało górnictwo węgla kamiennego. Zasoby bilansowe węgla kamiennego szacowane są w Polsce na 45,4 mld ton. Polska jest ponadto szóstym na świecie producentem węgla brunatnego.

Choć to właśnie w Polsce uruchomiono pierwszą na świecie kopalnię ropy naftowej, krajowe zasoby ropy i gazu nie pokrywają krajowego zapotrzebowania i obydwie te surowce są dodatkowo importowane. Coraz popularniejsze staje się też produkowanie energii ze źródeł odnawialnych.

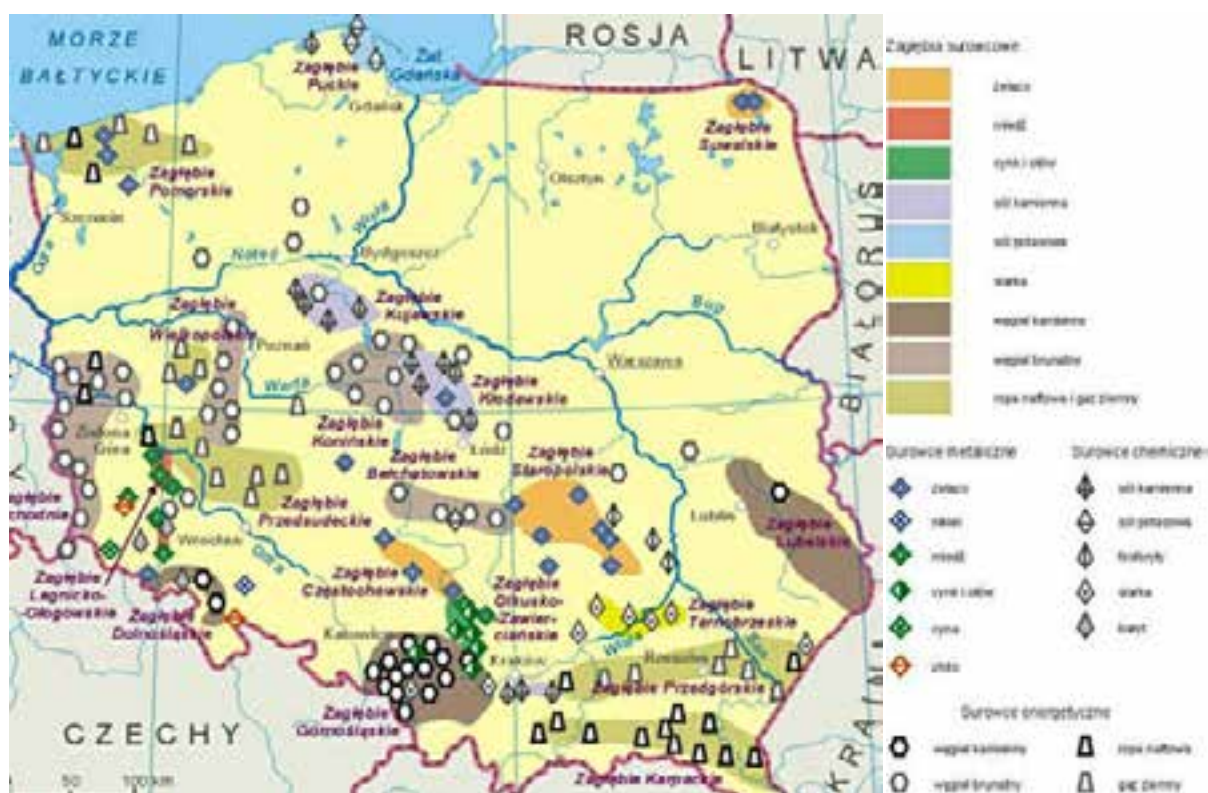
Surowce mineralne można podzielić na:

- surowce energetyczne:
 - węgiel kamienny,
 - węgiel brunatny,
 - uran,
 - torf,
 - ropa naftowa,
 - gaz ziemny
 - łupki bitumiczne.
- surowce metaliczne obejmujące rudy wszystkich metali.
- surowce niemetaliczne np.:
 - rudy chromu,
 - tytanu,

- niklu,
- krzemu,
- miedzi,
- cynku,
- ołowiu,
- cyny,
- rtęci.

Z surowców energetycznych najczęściej wykorzystywane są: węgiel kamienny i brunatny, ropa naftowa oraz gaz ziemny i uran.

Występowanie najważniejszych minerałów kopalnych w Polsce (zagłębia surowcowe) przedstawiono na rys. 2.1 [41].



Rys. 2.1 Występowanie surowców mineralnych w Polsce

Źródło: <http://wiking.edu.pl>

Na dzień dzisiejszy największą furorę w Polsce i na świecie robi gaz łupkowy. Polska ma 5,3 bln m³ możliwego do eksploatacji gazu łupkowego – podaje amerykańska Agencja ds. Energii (EIA). Przy obecnym zużyciu, gazu wystarczyłoby więc na ok. 300 lat. Ministerstwo Środowiska podkreśla, że są to szacunki niepotwierdzone badaniami.

Obecnie uwaga sektora wydobywczego skupiła się na zasobach gazu łupkowego w Polsce. Według amerykańskiego portalu poświęconego cenom ropy [53], jeśli polskie zasoby gazu łupkowego okażą się tak duże, jak to jest przewidywane, Polska w ciągu kilku lat może zostać eksporterem gazu. Warstwy gazu łupkowego w Europie znajdują się na większej głębokości niż w USA, co oznacza znacząco wyższe zużycie wody.

Struktura geologiczna naszego obszaru jest częściowo podobna do struktury występującej w USA, co wyjaśnia zainteresowanie firm amerykańskich licencjami

wydobywczymi. W Europie toczy się walka o hegemonię informacji, ponieważ tylko kilka firm dysponuje wiarygodnymi danymi sejsmologicznymi i dotyczącymi wierceń [53].

Wg przewidywań ekspertów, produkcja w Polsce na skalę komercyjną mogłaby się rozpocząć już za dwa, trzy lata, chociaż znaczącą wielkość najprawdopodobniej osiągnęłaby za 7-10 lat.

2.1 PODSTAWOWE SUROWCE ENERGETYCZNE

2.1.1 Węgiel kamienny

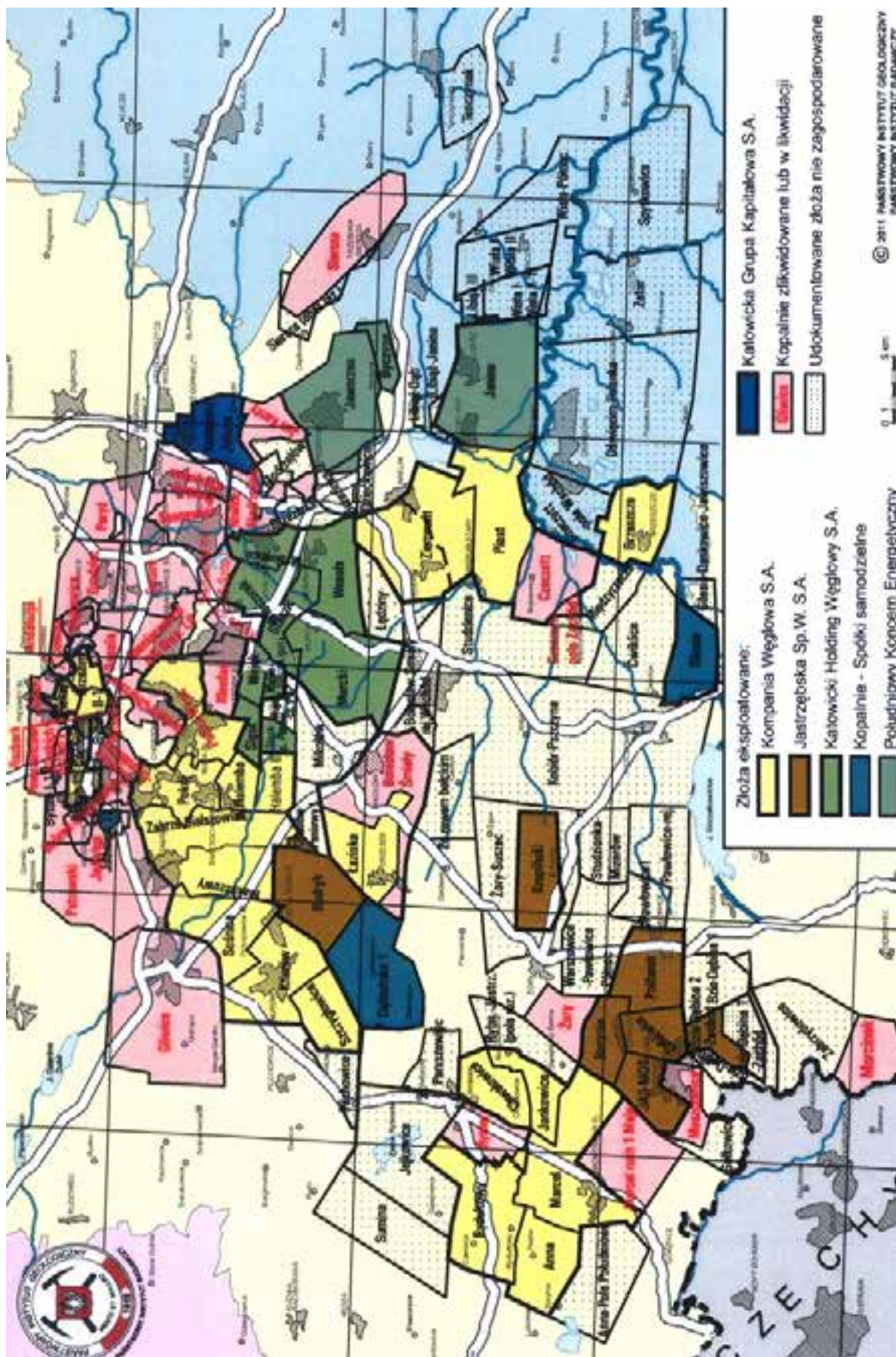
Węgiel kamienny jest paliwem kopalnym, zalegającym pod ziemią na różnych głębokościach [43]. Ma ona zróżnicowaną strukturę i wartość kaloryczną, od czego zależą koszty jego wydobycia i opłacalność eksploatacji. Jest skałą osadową z różnych organicznych związków roślinnych. Węgiel kamienny występuje w utworach górnokarbońskich w trzech regionach Polski. Są to następujące Zagłębia:

- Górnośląskie,
- Dolnośląskie,
- Lubelskie.

Największe znaczenie ma Górnośląskie Zagłębie Węglowe. Zasoby dzielone są na bilansowe i pozabilansowe. Największy udział w całości węgla kamiennego mają węgle energetyczne typu 31-33.

GÓRNOŚLĄSKIE ZAGŁĘBIE WĘGLOWE (GZW) jest największym ośrodkiem górnictwa węgla kamiennego w kraju. W granicach zakładów górniczych znajdują się najbardziej węglozasobne i wydajne złoża węgla kamiennego. W wyniku prowadzonej ponad 300-letniej działalności górniczej, wyeksploatowano już w znacznej mierze pokłady węgla o najdogodniejszych grubościach. GZW obejmuje obszar krakowski i górnośląski oraz tworzy jednorodną całość z obszarem ostrawsko-karwińskim. Powierzchnia zajęta przez utwory produktywne wynosi około 5,4 tys. km², z tego obszaru do Polski należy około 4,45 tys. km². W serii produktywnej występują ogółem 232 pokłady węgla o miąższości najczęściej 1-3,5 m. Warunki eksploatacji wahają się od niezbyt trudnych do bardzo trudnych. Przeciętne warunki z jakimi spotykamy się na obszarze GZW, to:

- duże zróżnicowanie miąższości pokładów,
- stosunkowo prosta tektonika,
- małe zawodnienie,
- duże zagrożenia naturalne: gazowe i tąpnięciami,
- duża głębokość występowania zasobów,
- średnie zróżnicowanie typów węgla,
- trudne warunki geotermiczne,
- podrzędne występowanie kopalin towarzyszących.



Rys. 2.2 Rozmieszczenie złóż węgla kamiennego w GZW wg stanu na 31.12.2010

Źródło: Państwowy Instytut Geologiczny

Węgle eksploatowane w GZW są zróżnicowane pod względem stopnia uwęglenia. Największą część zasobów tworzą następujące typy węgla:

- energetyczne (typy 31-32),
- koksujące (typy 34-36),
- chude i antracytowe (typy 38 i 41),
- antracyty (typ 42).

Średnia zawartość popiołu w węglu wynosi od paru do trzydziestu kilku procent. Wartość opałowa węgla z poszczególnych pokładów bilansowych jest dość zasadniczo zróżnicowana. To zróżnicowanie jest ogromne nawet w obrębie poszczególnych grup pokładów i waha się w poszczególnych warstwach w przedziałach:

- libiąskich 21,1-23,9 MJ/Mg,
- łaziskich 17,0-25,6 MJ/Mg,
- orzeskich 17,6-32,3 MJ/Mg,
- rudzkich 18,9-34,4 MJ/Mg,
- siodłowych 17,7-34,3 MJ/Mg,
- porębskich 19,6-32,3 MJ/Mg,
- gruszowskich 23,7-33,2 MJ/Mg.

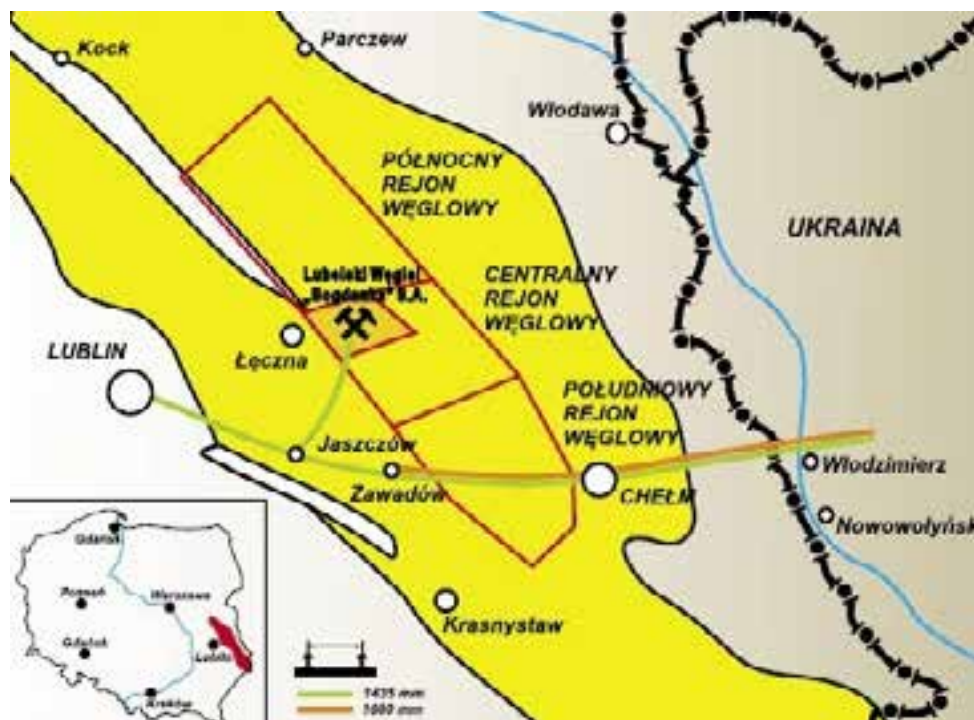
Rozmieszczenie złóż węgla kamiennego w GZW, przedstawione zostało na rys. 2.2.

DOLNOŚLĄSKIE ZAGŁĘBIE WĘGLOWE (DZW). Utwory produktywne tworzą niesymetrycznie zabudowaną nieckę wydłużoną w kierunku NW-SE. Długość zagłębi wynosi maksymalnie około 60 km, natomiast szerokość około 30 km. Część NW i NE należy do Polski (ok. 530 km²), natomiast część SW do Republiki Czeskiej. W granicach Dolnośląskiego Zagłębia Węglowego stwierdzono maksymalnie 50 pokładów, z których 10 bywa rozszczepionych na kilka pokładów każdy. Warstwy zaczerskie obejmują maksymalnie 35 udokumentowanych pokładów, w warstwach wałbrzyskich stwierdzono 15 pokładów. Tylko kilka pokładów przekracza średnią miąższość 2 m, przeważająca większość to pokłady od kilkudziesięciu cm do około 1,5 m. Węgiel eksploatowany był w 4 kopalniach. Ze względu na bardzo trudne warunki eksploatacji i związane z tym wysokie koszty pozyskania węgla, zaniechano eksploatacji węgla na terenie DZW. Obecnie wydobywa się tylko niewielkie ilości antracytu. Na dzień dzisiejszy DZW, ma już tylko znaczenie historyczne.

LUBELSKIE ZAGŁĘBIE WĘGLOWE (LZW). Węgiel kamienny zalegający w LZW to basen karboński który jest wydłużony w kierunku NW-SE. Długość wynosi około 180 km, szerokość około 20-40 km, powierzchnia zagłębia wynosi 4,63 tys. km², a obszar występowania utworów karbońskich około 14 tys. km², miąższość nadkładu nie przekracza 750 m. Podstawową serią produktywną są warstwy lubelskie o miąższości do 450 m zawierające kilkanaście bilansowych pokładów węgla i do 4 pokładów pozabilansowych. Pokłady bilansowe mają miąższość od 0,8-2,5 m. W udokumentowanych złożach występują zarówno węgle energetyczne jak i węgle koksujące typu 34. Zawartość popiołu zmienia się od 9 do 30%.

Zawartość siarki waha się od 0,8-3,7%, średnia wartość opałowa węgla z poszczególnych złóż waha się od 25,6 MJ/Mg do 28,4 MJ/Mg. Węgiel w LZW uznawany jest za węgiel dość

dobrej jakości. Na rys. 2.3 przedstawiono zaleganie złóż węgla kamiennego w Lubelskim Zagłębiu Węglowym.



Rys. 2.3 Złóża węgla kamiennego w LZW

Źródło: Państwowy Instytut Geologiczny

Węgiel kamienny wydobywany jest już od ponad półtora wieku. Z ogólnej ilości wydobytego węgla 60% spalane jest w elektrowniach, 25% przetwarza się w koksowniach, 15% w postaci bezpośredniej zużywa przemysł i ludność.

Do dużych producentów węgla kamiennego należy także Polska, ale nasz udział w światowej produkcji w ostatnich latach maleje. W 1997 r. eksportowaliśmy około 27 mln ton, aktualnie około 7 mln ton.

Węgiel kamienny w Polsce jest stosowany przede wszystkim w przemyśle energetycznym do wytworzenia energii elektrycznej, ciepłej. Ponadto jest ważnym surowcem w przemyśle hutniczym – uzyskuje się z niego koks, surowiec niezbędny do produkcji stali.

3

ROLA POLSKIEGO WĘGLA KAMIENNEGO W UNII EUROPEJSKIEJ

Zużycie energii pierwotnej w 27 krajach Unii Europejskiej kształtuje się na poziomie 2,4 mld ton jednostek paliwa umownego, z czego [35, 38, 48]:

- 37% energii pierwotnej pochodzi z ropy naftowej,
- 24% z gazu ziemnego,
- 18% z węgla (kamiennego i brunatnego),
- 14% to energia jądrowa,
- 7% z odnawialnych źródeł energii.

Przewiduje się, że w ramach Unii Europejskiej węgiel utrzyma swoją rolę na rynku energetycznym, co wynika z następujących faktów:

1. Unia Europejska posiada ograniczone zasoby nośników energetycznych. Na obszarze UE zlokalizowane są zasoby ropy naftowej, gazu oraz węgla kamiennego i węgla brunatnego, przy czym żywotność dwóch pierwszych nośników energii oceniana jest na około 25 lat, natomiast węgla przy obecnym stanie rozpoznania zasobów na około 100 lat.
2. W okresie ostatnich dwóch lat wzrosły prawie dwukrotnie ceny ropy naftowej oraz gazu. Przewiduje się, że przy wzrastającym światowym zapotrzebowaniu na ropę i gaz, wysokie ceny tych nośników będą prawdopodobnie się utrzymywać.

Należy wziąć pod uwagę, iż mimo licznie pojawiających się zapowiedzi radykalnego zwiększenia zapotrzebowania na węgiel w krajach Unii Europejskiej, nie ma obecnie żadnego oficjalnego dokumentu potwierdzającego ten wzrost. Unia Europejska jako priorytet stawia ochronę środowiska i ograniczenie emisji gazów cieplarnianych. Dlatego też, nie można się spodziewać zbyt wielkiego wzrostu wykorzystania węgla w najbliższych latach. Analizując politykę Unii Europejskiej można wnioskować, iż problem dywersyfikacji źródeł energii oraz zwiększenia zapotrzebowania na energię elektryczną kraje członkowskie będą rozwiązywać przez zwiększenie wykorzystania energii ze źródeł odnawialnych oraz energii jądrowej, a także przez podnoszenie sprawności w funkcjonujących systemach energetycznych i poszukiwania technologii tzw. czystego spalania węgla.

Jedynymi krajami producentami węgla kamiennego w Unii Europejskiej są: Czechy (produkcja roczna rzędu 11 mln ton), Hiszpania (ok. 13 mln ton), Niemcy (ok. 29 mln ton), Polska (ok. 78 mln ton), Wielka Brytania (ok. 28 mln ton).

Polska jest największym producentem węgla kamiennego w Unii Europejskiej. W 2010 r. w ramach wywozu do krajów Unii Europejskiej oraz poza kraje UE sprzedano około 11 mln ton węgla. Polscy producenci sprzedają przede wszystkim węgiel energetyczny, stanowiący ok. 86% wywozu polskiego węgla ogółem na rynki unijne (i nie tylko).

Produkcja węgla kamiennego w Polsce stanowi ponad 50% produkcji unijnej, przy czym w przypadku węgla energetycznego jest to ok. 59%, natomiast węgla koksowego ok. 39%. Polska jest drugim po Niemczech, producentem węgla koksowego w Unii Europejskiej.

Rola polskiego węgla kamiennego w Unii Europejskiej zależeć będzie od polskich producentów. Jedynie utrzymanie odpowiedniego poziomu kosztów pozwoli na konkurowanie na wspólnym rynku Unii Europejskiej z węglem importowanym przez kraje UE z innych kierunków oraz na konkurowanie z innymi nośnikami energii.

3.1 UDZIAŁ WĘGLA KAMIENNEGO W ZAPEWNIENIU BEZPIECZEŃSTWA ENERGETYCZNEGO KRAJU

Dominującym paliwem do produkcji energii elektrycznej w Polsce jest węgiel. Pochodzi z niego około 95% produkowanej energii elektrycznej, przy czym w ogólnym bilansie produkcji energii elektrycznej około 55% to produkcja energii z węgla kamiennego, około 40% – produkcja energii z węgla brunatnego.

Można przyjąć, iż w perspektywie najbliższych lat nie nastąpią znaczące zmiany w strukturze nośników do produkcji energii elektrycznej.

Koszt węgla kamiennego kształtuje się na poziomie 18-20% całkowitego kosztu energii elektrycznej (od 300 do 360 PLN/MWh). Z uwagi na konieczność poniesienia wysokich nakładów na inwestycje zarówno w sektorze energetycznym, jak również w sektorze górnictwa węgla kamiennego, w najbliższych latach może nastąpić znaczący wzrost cen energii elektrycznej. Wzrost kosztów produkcji węgla kamiennego, a w konsekwencji cen energii elektrycznej, wynikać będzie również z dalszego zwiększania głębokości eksploatacji, jak również konieczności ograniczenia negatywnego oddziaływania działalności górniczej na środowisko.

Cena energii elektrycznej produkowanej z węgla należy obecnie do najniższych w porównaniu do energii pochodzącej z innych nośników. Uwzględniając światową sytuację na rynkach ropy naftowej oraz gazu ziemnego cena energii elektrycznej z węgla w średniej perspektywie czasowej, w porównaniu do ceny energii elektrycznej pochodzącej z innych nośników, nadal będzie należała do najniższych.

Podobnie jest w przypadku ceny ciepła produkowanego z węgla. Jego cena jest niższa od ceny ciepła produkowanego z innych nośników (tabela 3.1).

Średnia cena wytworzonego ciepła została obliczona z 95% wszystkich przedsiębiorstw posiadających koncesje na działalność ciepłowniczą. Natomiast średnia cena wyznaczona została z następującej zależności:

przychód ze sprzedaży wytworzonego ciepła [tys. PLN]
ilość sprzedanego ciepła [GJ]

Aby zrealizować cele stawiane przed systemem bezpieczeństwa energetycznego kraju, który w znaczącym stopniu oparty jest o węgiel kamienny, niezbędne jest podejmowanie długofalowych działań zmierzających do ograniczenia dynamiki narastania kosztów wydobycia węgla.

**Tabela 3.1 Średnia cena ciepła wytworzonego z różnych rodzajów paliw
(bez usługi przesyłowej)**

Rodzaj paliwa	Średnia cena wytworzonego ciepła w PLN/GJ
Węgiel kamienny	22,61
Węgiel brunatny	17,07
Olej opałowy lekki	53,08
Olej opałowy ciężki	23,75
Gaz ziemny wysokometanowy	32,99
Biomasa	23,82
Biogaz	22,95
Odpady komunalne	35,15

Źródło: Opracowanie statystyczne „Energetyka ciepła w liczbach – 2005” (Urzędu Regulacji Energetyki)

3.2 EKSPORT POLSKIEGO WĘGLA KAMIENNEGO

Pod koniec lat siedemdziesiątych XX wieku Polska była potęgą górnictwa węgla kamiennego. Od końca II wojny światowej aż do roku 1980 wydobycie węgla kamiennego systematycznie wzrastało, osiągając swoje apogeum w 1980 roku – wydobycie wynosiło wówczas ponad 200 mln ton. Polska była znaczącym eksporterem węgla kamiennego [13, 27, 32].

Po roku 1980 wydobycie zaczęło systematycznie spadać, by pod koniec pierwszej dekady XXI wieku osiągnąć poziom 76 mln ton. Pomimo spadku wydobycia trudno było przewidzieć, że Polska stanie się importerem węgla. Niestety stało się to faktem – Polska stała się importerem węgla. Import węgla od kilku lat systematycznie wzrasta i w roku 2008 po raz pierwszy w historii przekroczył eksport.

Na ten stan miało wpływ wiele czynników, do których możemy zaliczyć:

- niedoinwestowanie górnictwa,
- schodzenie z eksploatacją na coraz większe głębokości,
- postrzeganie górnictwa jako branży schyłkowej,
- negatywny wpływ na środowisko naturalne,
- wzrost zagrożeń naturalnych,
- wzrost kosztów wydobycia,
- pogarszanie się warunków geologiczno-górnictwowych,
- naturalne odejście doświadczonej kadry inżyniersko-technicznej,
- brak wykwalifikowanej kadry.

To wszystko niewątpliwie (i nie tylko) złożyło się na załamanie się eksportu polskiego węgla kamiennego.

Trudno przewidzieć czy i kiedy nastąpi zmiana tej niekorzystnej dla polskiego górnictwa węgla kamiennego tendencji. Można próbować przewidzieć ewentualne kierunki zmian na podstawie sytuacji handlu węglem na przestrzeni ostatnich lat.

Jak już wspomniano, wydobycie węgla kamiennego systematycznie spada. W ostatnich latach (2006-2013) zanotowany został spadek wydobycia o ponad 18 mln ton, co stanowi zmniejszenie wydobycia o około 20%. Tyle w 2005 roku wynosił eksport, przy czym dotyczy to tylko węgla energetycznego, gdyż całkowity eksport węgla kamiennego ogółem, czyli energetycznego i koksującego wyniósł wtedy 20,8 mln ton [27].

Rozpatrując problem zmniejszenia wydobycia oddzielnie dla węgla energetycznego i koksującego, to spadek wydobycia węgla energetycznego wyniósł w analizowanym okresie ponad 14 mln ton, co przekłada się na zmniejszenie wydobycia o około 17%.

Natomiast w przypadku węgla koksującego, spadek wydobycia w wartościach bezwzględnych jest znacznie mniejszy, to jednak procentowo w stosunku do roku 2006 zmniejszył się w roku 2010 aż o 38%.

Polska, kiedyś jeden z głównych światowych eksporterów węgla, nadal sprzedaje ten surowiec – niemniej jednak nie są to już tak znaczące ilości.

I tak, w roku 2005 nasz eksport wyniósł 20,8 mln ton, rok później (2006) wyniósł już tylko 15,8 mln ton. Następne lata to dalszy spadek eksportu polskiego węgla: w roku 2007 wyniósł 11,8 mln ton, natomiast w roku 2008 osiągnął wartość 7,8 mln ton. Spadki te dotyczą tak węgla energetycznego jak i koksującego [27, 37].

Zmniejszenie ilości eksportowanego węgla energetycznego z 17,6 mln ton do 6,6 mln ton w latach 2006 do 2008 to spadek eksportu o ponad 60%. Nie lepiej przedstawia się sytuacja węgla koksującego – tutaj spadek w analogicznym okresie wyniósł z 3,2 mln ton do 1,7 mln ton, co stanowi prawie 50%.

Tabela 3.2 Eksport węgla energetycznego z Polski do krajów UE

Lp.	Kraj	Węgiel energetyczny w tys. ton		
		2008	2009	2010
1	Austria	906,4	852,9	428,3
2	Belgia	0,9	78,8	216,0
3	Czechy	395,1	253,1	227,8
4	Dania	151,0	81,5	441,2
5	Finlandia	87,9	223,7	225,1
6	Francja	-	357,7	582,8
7	Hiszpania	-	-	7,2
8	Holandia	0,9	165,0	72,9
9	Irlandia	265,8	240,1	245,0
10	Litwa	3,6	0,2	-
11	Niemcy	3553,3	2630,7	4246,5
12	Portugalia	-	501	-
13	Rumunia	0,1	0,1	0,1
14	Słowacja	64,4	71,1	70,1
15	Szwecja	59,5	58,9	120,3
16	Węgry	31,3	35,9	17,5
17	Wielka Brytania	196,8	565,4	639,2
RAZEM		5717,0	6116,1	7540,0

Tabela 3.3 Eksport węgla koksującego z Polski do krajów UE

Lp.	Kraj	Węgiel koksujący w tys. ton		
		2008	2009	2010
1	Czechy	622,3	492,8	600,4
2	Słowacja	-	-	72,8
3	Węgry	95,8	22,4	115,1
RAZEM		718,1	515,2	788,3

Naszym największym odbiorcą węgla kamiennego energetycznego od lat są Niemcy, w dalszej kolejności Czesi i Austriacy, choć widać tutaj wyraźnie tendencję spadkową. W tabeli 3.2 przedstawiono kraje oraz ilość, do których eksportujemy węgiel energetyczny (dotyczy krajów UE – lata 2008-2010) [40].

W tabeli 3.3 przedstawiono ilości węgla koksującego jakie eksportuje Polska do krajów UE (dane obejmują lata 2008-2010) [13, 40].

Porównując powyższe tabele można zauważyć, że rynek odbiorców węgla koksującego jest bardzo skromny.

Eksport węgla (tak energetycznego jak i koksującego) do krajów z poza UE również nie przedstawia się imponująco, tak pod względem ilości krajów jak i ilości eksportu. Dane dotyczące eksportu węgla energetycznego za lata 2008-2010 przedstawiono w tabeli 3.4 [13, 40]. Natomiast w tabeli 3.5 przedstawiono eksport węgla koksującego do krajów z poza UE, również za lata 2008-2010.

Tabela 3.4 Eksport węgla energetycznego z Polski do krajów z poza UE

Lp.	Kraj	Węgiel energetyczny w tys. ton		
		2008	2009	2010
1	Chorwacja	2,8	-	-
2	Bośnia i Hercegowina	-	10,4	11,3
3	Macedonia	-	0,7	-
4	RPA	5,2	-	-
5	Norwegia	112,6	62,2	59,4
6	Serbia i Czarnogóra	22,1	1,0	1,0
7	Turcja	-	-	213,8
RAZEM		142,7	74,3	285,5

Tabela 3.5 Eksport węgla koksującego z Polski do krajów z poza UE

Lp.	Kraj	Węgiel koksujący w tys. ton		
		2008	2009	2010
1	Bośnia i Hercegowina	-	29,7	24,8
2	Norwegia	-	-	59,4
3	Serbia i Czarnogóra	-	-	1,0
4	Turcja	-	478,1	77,9
5	Ukraina	-	22,4	-
RAZEM		-	530,2	163,1

3.3 IMPORT WĘGLA KAMIENNEGO

W roku 2009 import węgla do krajów UE wyniósł 206 mln ton, natomiast w roku 2010 wyniósł już 215 mln ton. Podobnie przedstawia się sytuacja w Polsce. Tak jak maleje eksport polskiego węgla, tak sukcesywnie wzrasta import tego surowca – staliśmy się importerem netto. Import węgla kamiennego od 10 lat systematycznie wzrasta – w roku 2000 wyniósł około 1,5 mln ton, by w roku 2010 osiągnąć wielkość ponad 14 mln ton [21, 27, 39].

**Tabela 3.6 Import węgla kamiennego (łącznie z antracytem)
oraz koksu i produktów koksochemicznych**

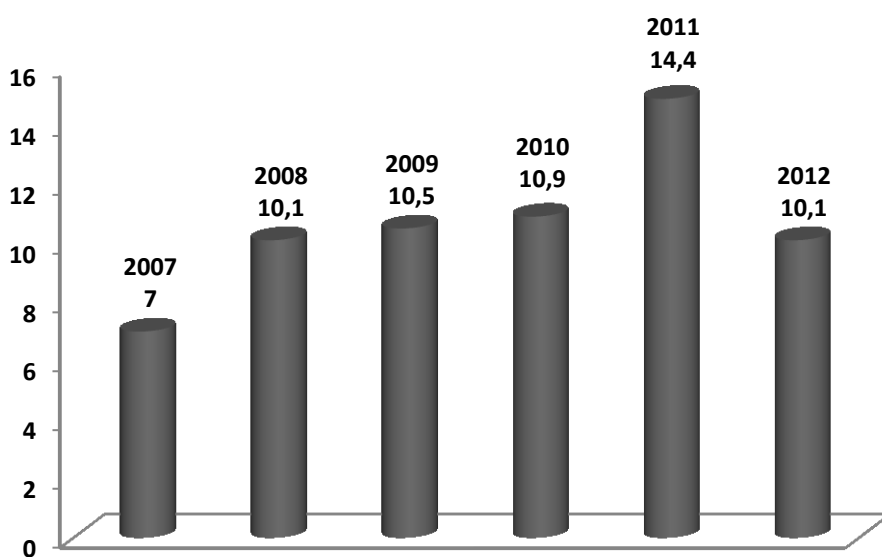
Lp.	Kraj	Ilość tys. ton	Wartość tys. PLN
Węgiel kamienny			
Świat ogółem		14150,20	5209265
1	Rosja	8154,83	2070289
2	Stany Zjednoczone	1852,50	1218486
3	Czechy	2618,05	1169655
4	Australia	282,79	225942
5	Kolumbia	344,47	203764
6	Ukraina	402,49	162268
7	Kazachstan	266,75	69323
8	Niemcy	54,97	21464
9	Belgia	68,53	21294
10	Holandia	40,80	19399
11	Norwegia	35,67	10927
12	Chiny	5,30	9866
13	Litwa	10,50	3601
14	Francja	10,84	2303
Koks i półkoks			
Świat ogółem		154,66	87264
1	Czechy	110,89	68218
2	Rosja	21,47	6739
3	Ukraina	10,78	4893
4	Słowacja	8,94	4184
5	Niemcy	2,49	3009
6	Holandia	0,05	176
Produkty koksochemiczne			
Świat ogółem		228,10	319604
1	Ukraina	73,71	101048
2	Czechy	75,80	86672
3	Niemcy	38,86	40082
4	Japonia	11,89	32294
5	Słowacja	10,53	27022
6	Białoruś	6,56	9566
7	Holandia	2,67	7677
8	Republika Południowej Afryki	2,84	4622
9	Belgia	1,25	3358
10	Dania	0,87	1328
11	Chorwacja	0,79	1278
12	Hiszpania	0,81	1167
13	Francja	0,28	1073
14	Wielka Brytania	0,43	848
15	Kostaryka	0,21	537
16	Litwa	0,45	465

Import cały czas systematycznie wzrasta i w roku 2011 osiągnął rekordową wielkość, ponad 14 mln ton (około 14,4 mln ton) – w roku 2012 ponad 10 mln ton [21, 39].

Węgiel kupujemy głównie z Rosji (niemal połowa dostaw), a także ze Stanów Zjednoczonych, Ukrainy, Kazachstanu, Australii, Kolumbii i Czech (tabela 3.6). Ponadto w tabeli 3.6 przedstawiono import półproduktów (koks oraz produktów koksochemicznych), dla których podstawowym surowcem jest węgiel. Węgiel importowany do Polski jest głównie kolejną – stanowi prawie 90% importu [31].

W najbliższych latach wg przewidywań ekspertów, nie zanoszą się na zmiany, dlatego, że węgiel z zagranicy, zwłaszcza ze Wschodu jest stosunkowo tani, natomiast koszty jego wydobycia w Polsce stale rosną.

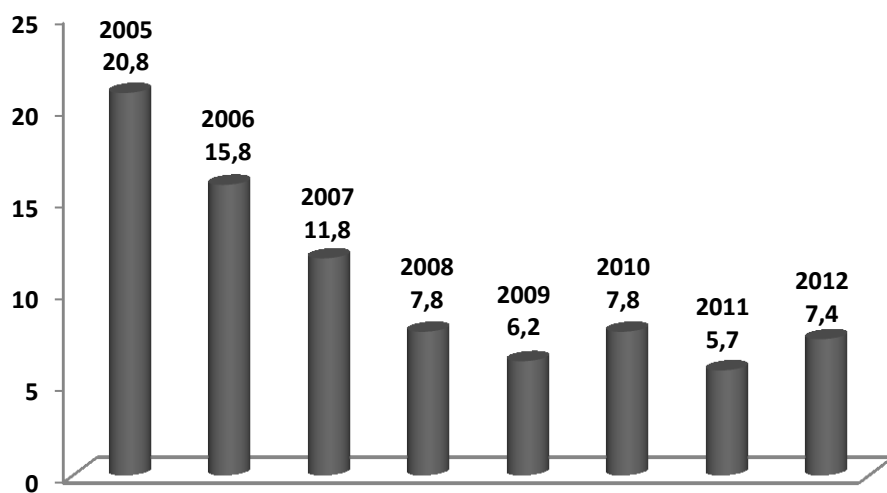
Największy wzrost importu węgla z roku na rok miał miejsce w roku 2008, gdzie nastąpił wzrost o ponad 40% – z 7 mln ton w roku 2007 do 10,1 mln ton w roku 2008. Przeważa tutaj głównie węgiel energetyczny (rys. 3.1). Wyraźny wzrost importu nastąpił w roku 2011, natomiast w roku 2012 powrócił do stanu z roku 2008. Dla przykładu w roku 2009 na 10,5 mln ton importowanego węgla 8,4 mln ton stanowił węgiel energetyczny, natomiast węgiel koksujący to 2,1 mln ton. Ta tendencja zaczyna się utrzymywać – spadek w imporcie węgla koksującego. Ponadto węgiel koksujący importowany do Polski jest głównie z Australii i Kanady, co powoduje wysokie koszty transportu tak morskiego jak i kolejowego. Koksownie usytuowane są głównie na południu kraju, gdzie znajdują się kopalnie wydobywające ten gatunek węgla. Import pojawia się wtedy, gdy nastąpi niedostateczna podaż węgla krajowego [59, 60].



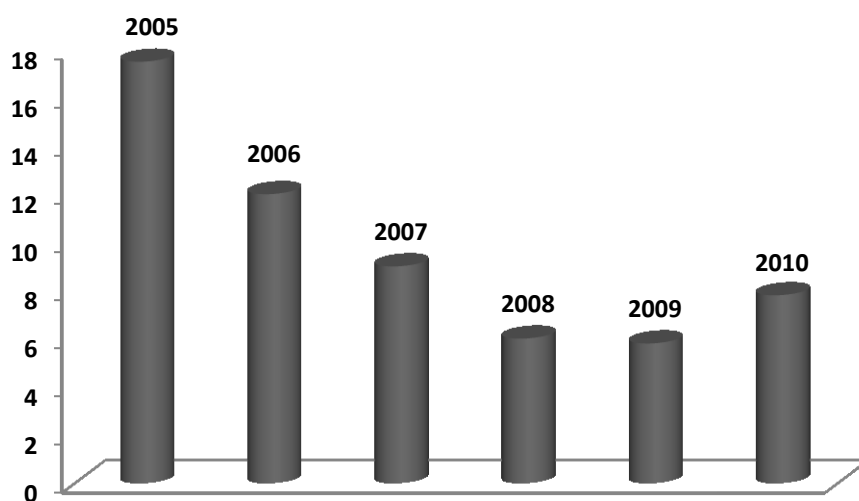
Rys. 3.1 Import węgla kamiennego do Polski w latach 2007-2012

3.4 PORÓWNANIE TENDENCJI EKSPORT-IMPORT

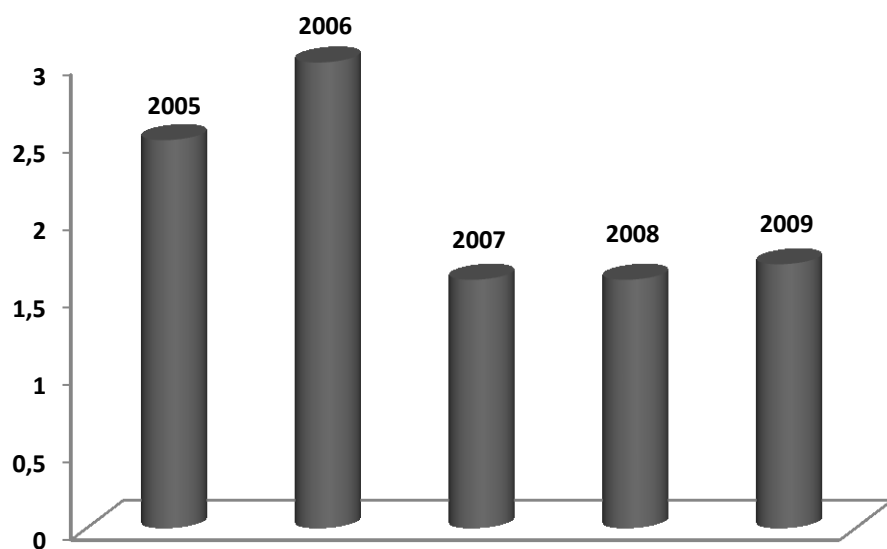
Analizując eksport polskiego węgla (energetycznego i koksującego) na przestrzeni lat 2005-2012, widać wyraźną tendencję spadkową (rys. 3.2). Po roku 2011 zaznacza się tendencja zwyżkowa i powrót do sytuacji z roku 2008 [13, 59, 60].



Rys. 3.2 Eksport węgla ogółem w latach 2005-2012



Rys. 3.3 Eksport węgla energetycznego z Polski w latach 2006-2010

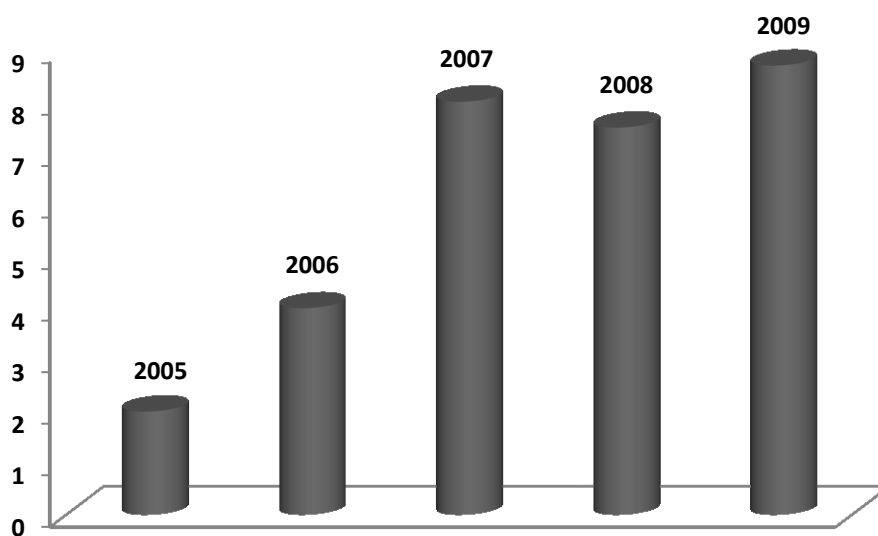


Rys. 3.4 Eksport węgla koksującego z Polski w latach 2006-2009

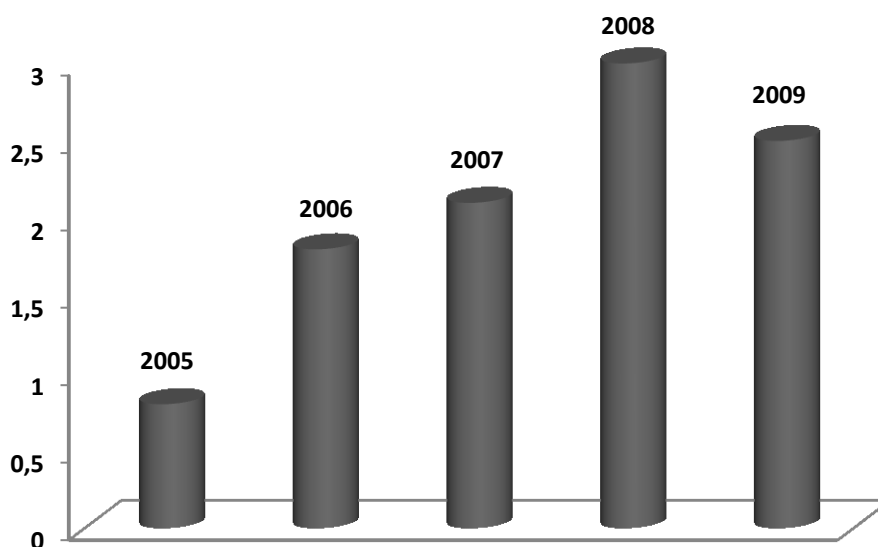
Niewielka zmiana na korzyść nastąpiła w roku 2010 oraz 2012, gdzie eksport węgla wrócił do poziomu roku 2008. Bardzo podobnie przedstawia się sytuacja eksportu w rozbiu na węgiel energetyczny i koksujący do krajów UE oraz z poza UE (rys. 3.3 oraz 3.4).

W przypadku węgla koksującego, ta zależność nie jest taka jednoznaczna. W roku 2006 eksport węgla koksującego wzrósł w stosunku do roku poprzedniego (2005) o 500 tys. ton. W następnych dwu latach (2007, 2008) eksport zmniejszył się do poziomu 1,6 mln ton, by w roku 2009 odnotować lekki wzrost o 100 tys. ton [27, 39].

Natomiast analizując import węgla do Polski, zauważa się tendencję odwrotną, następuje coroczny wzrost ilości importowanego węgla (rys. 3.1). W imporcie występuje przewaga węgla energetycznego (rys. 3.5) nad koksującym (rys. 3.6).



Rys. 3.5 Import węgla energetycznego do Polski w latach 2006-2009



Rys. 3.6 Import węgla koksującego do Polski w latach 2006-2009

Przełomowym dla polskiego górnictwa okazał się rok 2008 gdzie import (10,1 mln ton), przekroczył eksport który wyniósł 7,8 mln ton. Od tego czasu Polska stała się importerem netto.

Wpływ na zmiany w strukturze handlu węglem miało z pewnością spowolnienie gospodarcze, które nastąpiło na skutek kryzysu finansowego po roku 2009. W wielu krajach nastąpił spadek udziału tego surowca w strukturze wytwarzania energii. Powiększyły się zapasy w kopalniach, elektrowniach, czy w portach [33].

3.5 NOWE MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA WĘGLA KAMIENNEGO

Przy utrzymujących się na wysokim poziomie cenach nośników energii pierwotnej, a szczególnie ropy i gazu, rola węgla jako nośnika energii jest bardzo istotna dla bezpieczeństwa energetycznego państwa. Istnieją znaczne rezerwy dotyczące możliwości opracowania i wdrożenia nowych efektywnych technologii spalania, nowych technologii przerobu węgla na paliwa płynne oraz produkcji ekologicznych sortymentów węgla o wysokiej jakości. Wobec powyższego węgiel powinien zacząć być postrzegany inaczej niż dotychczas, a więc nie tylko jako paliwo nadające się jedynie do spalania.

Przy utrzymujących się wysokich cenach ropy naftowej i gazu zwiększenie roli węgla kamiennego należy upatrywać w jego przetwórstwie na paliwa płynne oraz w technologiach czystego spalania węgla (Clean Coal Technology – CCT). Efekty wynikające z podejmowanych działań w ramach CCT obejmujących opracowywanie nowych technologii wydobywania, wzbogacania, nisko lub nawet zero emisyjnego spalania, których celem jest produkcja paliwa przyjaznego środowisku naturalnemu i czystej energii uzyskują coraz lepsze efekty na całym świecie. W tym względzie Polska w ramach Komisji Europejskiej podejmować będzie wysiłki wraz z innymi europejskimi producentami i użytkownikami węgla [18].

Rozwój nowych technologii wytwarzania paliw płynnych (silnikowych, metanolu, syntetycznego gazu ziemnego) może stworzyć szanse dodatkowego wykorzystania węgla kamiennego na poziomie 5-8 mln ton rocznie w 2015 r. Nowe technologie spalania węgla pozwolą również znacznie efektywniej wykorzystywać energię zawartą w węglu.

Dzięki rodzimym zasobom węgla kamiennego, rozwój nowych technologii będzie mieć znaczny wpływ na poprawę bezpieczeństwa energetycznego państwa.

Technologie produkcji paliw płynnych z węgla są znane od wielu już lat. W skali przemysłowej wykorzystywane były w Niemczech w czasie II wojny światowej, a także w Polsce w niektórych zakładach chemicznych.

Metody produkcji paliw płynnych z węgla opierające się o proces syntezy Fichera-Tropsch'a najbardziej aktywnie są rozwijane i wykorzystywane w Republice Południowej Afryki. Było to związane z embargiem nałożonym na ten kraj, które skutkowało między innymi, brakiem dostępu do światowego rynku ropy naftowej [35].

Wiadomo również, iż Stany Zjednoczone, gdzie duża część energii elektrycznej produkowana jest z węgla, pracują intensywnie nad nowymi technologiami efektywnego wykorzystania energii zawartej w węglu. Nierzadko technologie te są już wdrażane w skali przemysłowej.

Również w Chinach daleko zaawansowane są prace związane z produkcją paliw z węgla.

Obecnie w związku z wysokimi cenami ropy naftowej może wystąpić sytuacja, iż produkcja paliw z węgla stanie się opłacalna również w Polsce.

Niezbędne przy rozpatrywaniu koncepcji inwestycyjnych jest spełnienie następujących warunków [35]:

- dostęp do dużych zasobów węgla „podatnego na zgazowanie” w obrębie proponowanej lokalizacji zakładu,
- zakład powinien być zlokalizowany w rejonie gdzie zalegają pokłady węgla, którego wykorzystanie w inny sposób byłoby znacznie utrudnione,
- proponowana lokalizacja powinna być wyposażona w odpowiednią infrastrukturę (dostęp do wody, sieć kolejową i drogową itp.),
- kraj powinien być importerem energii (ropy lub innych produktów ropopochodnych),
- ceny ropy naftowej powinny znajdować się na stosunkowo wysokim poziomie.

Oprócz oczywistych korzyści dla przedsiębiorstw górniczych związanych ze stałym i pewnym odbiorem produkowanego węgla, z inwestycją w Polsce w technologii produkcji surowców chemicznych (w tym paliw płynnych) z wydobywania węgla można oczekiwać korzyści ogólnospołecznych, takich jak [35]:

- zwiększenie bezpieczeństwa energetycznego kraju poprzez własną produkcję części zużywanych paliw płynnych i częściowe uniezależnienie się od dostaw zewnętrznych,
- rezygnacja z nieefektywnego ekonomicznie eksportu drogą morską, związanego z kosztami transportu węgla z południa Polski do portów, poprzez wykorzystanie węgla w procesach produkcyjnych w bezpośrednim sąsiedztwie zakładów wydobywczych,
- ustabilizowanie wydobywania węgla i utworzenie nowych miejsc pracy,
- obniżenie kosztów jednostkowych wydobywania węgla dzięki całkowitemu wykorzystaniu zdolności produkcyjnych oraz zmniejszeniu udziału kosztów stałych a poprzez to obniżenie kosztów wytwarzania energii w gospodarce krajowej,
- stworzenie podstaw pod rozwój technologiczny i naukowy w regionie śląskim i małopolskim, a więc zmiana wizerunku tych regionów poprzez rozwój nowoczesnych technologii.

Kolejną możliwość wykorzystania węgla daje produkcja wysoko przetworzonych, ekologicznych sortymentów węgla. Przedsiębiorstwa górnicze muszą zintensyfikować działania produkcyjne i marketingowe w celu maksymalnego wykorzystania możliwości spalania nowych produktów węglowych w nowoczesnych piecach do produkcji ciepła w gospodarstwach domowych i małych ciepłowniach.

Dlatego też, rząd Rzeczypospolitej Polskiej, a szczególnie Minister Gospodarki w ramach swoich kompetencji i możliwości powinien wspierać wszelkie działania związane z dywersyfikacją źródeł energii oraz poszukiwaniem nowych możliwości pozyskania energii, w tym z węgla kamiennego.

Niemniej jednak ostateczne decyzje związane z podjęciem inwestycji należą do inwestorów, którzy angażują się w konkretne przedsięwzięcia [35].

4

POLSKIE GÓRNICTWO **WĘGLA KAMIENNEGO**

Od początku restrukturyzacji górnictwa węgla kamiennego która rozpoczęła się w roku 1993, zostało zlikwidowanych prawie 70 kopalń. Część kopalnie została zlikwidowana z przyczyn politycznych, część z ekonomicznych. Wiele kopalń połączono z innymi kopalniami, tworząc zakłady dwu, a nawet trzyruchowe (JSW SA.). Można stwierdzić, że proces ten (restrukturyzacji) trwa, jednak nie jest tak gwałtowny jak to miało miejsce na początku jego wdrażania.

Eksploatacja węgla kamiennego odbywa się praktycznie w jednym zagłębiu węglowym, tzn. Górnośląskim Zagłębiu Węglowym. Na tym terenie eksploatację prowadzi 30 kopalń, które są skupione w trzech podmiotach, a mianowicie:

- Kompania Węglowa SA.,
- Katowicki Holding Węglowy SA.,
- Jastrzębska Spółka Węglowa SA.

Jedna kopalnia znajduje się poza w/w terenem – jest to kopalnia „Bogdanka” w Lubelskim Zagłębiu Węglowym.

Tabela 4.1 Wydobycie węgla kamiennego w Polsce

Lp.	Rok	Wydobycie w mln t	Lp.	Rok	Wydobycie w mln t
1	2000	102,5	8	2007	87,5
2	2001	102,6	9	2008	83,6
3	2002	102,1	10	2009	77,4
4	2003	100,5	11	2010	76,1
5	2004	99,5	12	2011	82,7
6	2005	97,0	13	2012	79,2
7	2006	94,4	14	2013	78,5

Wydobycie węgla od rekordowego wyniku w roku 1979 cały czas wykazuje tendencję spadkową. W ostatnich latach ustabilizowało się na względnie stałym poziomie – poniżej 80

mln ton. Wielkość wydobycia w latach 2000-2013 przedstawiona została w tabeli 4.1 [24, 34].

4.1 ZASOBY WĘGLA KAMIENNEGO W POLSCE

Na rys. 4.1 przedstawione zostały główne okręgi wydobycia surowców energetycznych w Polsce z podziałem na rodzaje i miejsca występowania [43].



Rys. 4.1 Główne okręgi wydobycia węgla w Polsce

Złóża węgla kamiennego w Polsce należą do euroamerykańskiej prowincji węglonośnej, którą w Europie tworzą dwa pasma [36]:

- paraliczne, powstałe w zapadlisku na przedpolu fałdowań górotwórczych,
- limniczne, powstałe w bezodpływowych kotlinach i zapadliskach śródgórskich.

W Polsce złoża węgla kamiennego występują w trzech zagłębiach, z których dwa są typu paralicznego, natomiast jedno jest typu limnicznego.

Do zagłębi typu paralicznego należą:

- Górnosławskie Zagłębie Węglowe (GZW),
- Lubelskie Zagłębie Węglowe (LZW).

Natomiast do zagłębia typu limnicznego należy Dolnośląskie Zagłębie Węglowe (DZW), które ma znaczenie jedynie historyczne [21, 25].

Tabela 4.2 Zasoby węgla kamiennego w Polsce w mln ton

Wyszczególnienie	Ilość złóż	ZASOBY GEOLOGICZNE				Zasoby przemysłowe	
		Bilansowe			Pozabilansowe <u>grupy A</u> <u>grupy B</u>		
		razem	A + B	C1			C2 + D
Zasoby ogółem	143	45144	4844	12512	27788	<u>17836</u> 6399	4264
w tym:							
typ 31÷33		32794	3191	8270	21333	<u>13611</u> 3815	2344
typ 34÷37		11717	1653	4242	5282	<u>4225</u> 2444	1920
inne węgle		633	–	0,15	633	<u>–</u> 140	–
ZŁOŻA ZAGOSPODAROWANE							
Razem	48	16852	4263	7384	5205	<u>5196</u> 2654	4093
w tym:							
typ 31÷33		10562	2718	4861	2983	<u>3612</u> 1976	2344
typ 34÷37		6290	1545	2523	2222	<u>1584</u> 677	1749
inne węgle		0,15	–	0,15	–	–	–
Złoża zakładów czynnych	45	16565	4260	7182	5123	<u>5143</u> 2654	4036
w tym:							
typ 31÷33		10532	2715	4852	2966	<u>3606</u> 1976	2340
typ 34÷37		6033	1545	2331	2157	<u>1537</u> 677	1697
inne węgle		0,15	–	0,15	–	–	–
Złoża eksploatowane okresowo	1	28	1	9	17	<u>6</u> –	3
w tym:							
typ 31÷33		28	1	9	17	<u>6</u> –	3
Kopalnie w budowie	2	259	2	192	65	<u>47</u> –	54
w tym:							
typ 31÷33		2	2	–	–	–	2
typ 34÷37		257	–	192	65	<u>47</u> –	52

Specyfika budowy geologicznej, różnice w rozpoznaniu geologicznym, zagospodarowaniu górnictwem powodują, że w poszczególnych Zagłębiach węglowych rozpoznanie jest zróżnicowane [21]. Udokumentowane zasoby bilansowe złóż węgla kamiennego wg stanu na dzień 31.12.2010 wynoszą 45144 mln ton. Zgodnie z tą dokumentacją prawie 74% zasobów to węgle energetyczne, natomiast 25% stanowią węgle koksujące.

Tabela 4.3 Zasoby węgla kamiennego w Polsce w mln ton

Wyszczególnienie	Ilość złóż	ZASOBY GEOLOGICZNE				Zasoby przemysłowe	
		Bilansowe			Pozabilansowe <u>grupy A</u> <u>grupy B</u>		
		razem	A + B	C1			C2 + D
ZASOBY ZŁÓŻ NIE ZAGOSPODAROWANYCH							
Razem:	51	27512	417	4644	22452	<u>11369</u> 1113	172
w tym							
typ 31÷33		21557	344	2936	18277	<u>9026</u> 303	–
typ 34÷37		5322	72	1708	3542	<u>2343</u> 809	172
inne węgle		633	–	–	633	–	–
Złoża rozpoznane szczegółowo	33	13796	417	4644	8735	<u>3815</u> 1113	172
w tym:							
typ 31÷33		9882	344	2936	6601	<u>2566</u> 303	–
typ 34÷37		3912	72	1708	2132	<u>1249</u> 809	172
inne węgle		2	–	–	2	–	–
Złoża rozpoznane wstępnie	18	13716	–	–	13716	<u>7554</u> –	–
w tym:							
typ 31÷33		11645	–	–	11645	<u>6460</u> –	–
typ 34÷37		1410	–	–	1410	<u>1094</u> –	–
inne węgle		631	–	–	631	–	–
ZŁOŻA, KTÓRYCH EKSPLOATACJI ZANIECHANO							
Razem:	44	780	164	484	131	<u>1271</u> 2633	–
w tym							
typ 31÷33		675	129	473	73	<u>973</u> 1535	–
typ 34÷37		104	35	11	58	<u>298</u> 958	–
inne węgle		–	–	–	–	– 140	–

Pozostałe typy węgla nie przekraczają 1% wszystkich zasobów węgla. Złoża zagospodarowane stanowią 37,3% zasobów bilansowych i wynoszą 16852 mln ton.

Zasoby węgla kamiennego geologiczne i przemysłowe, strukturę ich rozpoznania, charakterystykę jakościową oraz stopień ich zagospodarowania dla wszystkich zagłębi węglowych, przedstawiono w tabeli 4.2 oraz 4.3 – stan na 31.12.2010 [25].

Łącznie zasoby prognostyczne węgla kamiennego w Polsce wg stanu na 31.12.2009 wyniosły 20042 mln ton, a zasoby perspektywiczne 31653 mln ton [21].

Zasoby geologiczne złóż węgla kamiennego w grupie zasobów bilansowych w odniesieniu do roku 2009 przyrosły o 914 mln ton. Ten dość znaczący przyrost był wynikiem włączenia do ogólnego bilansu trzech złóż zasobów udokumentowanych w kategorii D, a mianowicie:

- Pilchowice – 151 mln ton,
- Studzionka-Mizerów – 180 mln ton,
- Sumina – 300 mln ton.

Ponadto, przyrost zasobów spowodowany był również uwzględnieniem w bilansie dodatkowych zasobów w kategorii D dla następujących złóż:

- Jejkowice – 154 mln ton,
- Wisła I-Wisła II – 163 mln ton,
- Za rowem bełckim – 74 mln ton,
- Polska-Wirek – 83 mln ton.

Uwzględniony został również ubytek zasobów, który powstał w wyniku skreślenia z „Bilansu zasobów” złoża Siemianowice (pole rezerwowe) o wartości 31 mln ton. Zmniejszenie zasobów powstało również w wyniku dokładniejszych rozpoznań i przekwalifikowaniem części zasobów oraz eksploatacją i stratami.

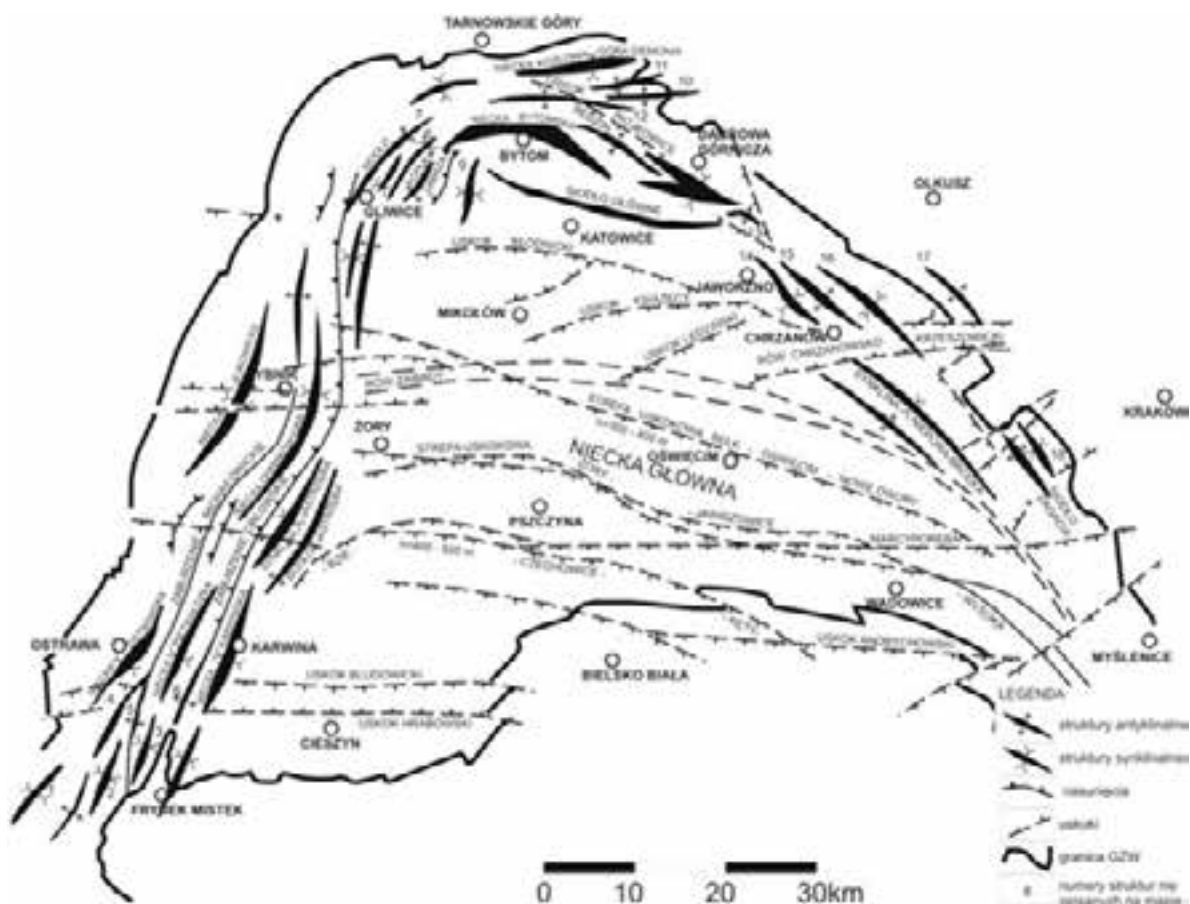
Wystarczalność zasobów operatywnych zalegających na poziomach czynnych i w budowie waha się od 7,6 lat (KWK „Polska-Wirek”) do 73,8 lat (KWK „Halemba”).

Średnia wystarczalność zasobów operatywnych zalegających na poziomach czynnych i w budowie, przy planowanym przez spółki węglowe poziomie wydobywania na lata 2006-2015, wynosi około 26 lat. Średnia wystarczalność zasobów operatywnych całkowitych w skali całego sektora przy poziomie wydobywania poszczególnych kopalń planowanym na lata 2006-2015 wynosi około 40 lat.

Wydobycie węgla kamiennego w Polsce od 2002 roku systematycznie spada, natomiast od 2007 roku obniża się jego zużycie. W 2009 roku nastąpiło zahamowanie pogłębiania się deficytu w handlu zagranicznym węglem. Głównym odbiorcą węgla kamiennego jest sektor energetyczny z udziałem wynoszącym 55% (w tym 71% w zużyciu węgla energetycznego).

4.2 GÓRNOŚLĄSKIE ZAGŁĘBIE WĘGLOWE

Górnośląskie Zagłębie Węglowe (GZW), jest głównym zagłębiem w wydobywaniu węgla kamiennego w Polsce. Z wyjątkiem jednej, zlokalizowane są tutaj wszystkie kopalnie węgla kamiennego. Powierzchnia GZW w granicach Polski szacowana jest na około 5600 km². Aktualnie eksploatowane złoża zajmują około 1106 km² (około 20% powierzchni), złoża rezerwowe o szczegółowo rozpoznanych zasobach (w kategorii C1) zajmują 622 km² (11% powierzchni), złoża rezerwowe o wstępnie rozeznanych zasobach (kategoria C2 oraz D), to 515 km² (9%). Górnośląskie Zagłębie Węglowe wraz z tektoniką przedstawiono na rys. 4.2 [23].



Rys. 4.2 Tektonika Górnosląskiego Zagłębia Węglowego

Eksploracja złóż węgla kamiennego w GZW prowadzona jest obecnie w 28 kopalniach. Należą one do czterech głównych spółek węglowych:

- Jastrzębka Spółka Węglowa SA. w której skład wchodzi: KWK „Borynia-Zofiówka-Jastrzębie”, KWK „Budryk”, KWK „Krupiński”, KWK „Pniówek”. Jastrzębska Spółka Węglowa SA., eksploatuje głównie węgiel koksowy, będąc jego największym producentem w Europie.
- Katowicki Holding Węglowy SA. do którego należą: KWK „Murcki-Staszic”, KWK „Mysłowice-Wesoła”, KWK „Wieczorek” i KWK „Wujek”. KHW SA. jest najmniejszą spółką węglową w Polsce, eksploatuje jedynie węgiel energetyczny.
- Kompania Węglowa SA. w skład której wchodzi: KWK „Bobrek-Centrum”, KWK „Bolesław Śmiały”, KWK „Brzeszcze”, KWK „Chwałowice”, KWK „Halemba-Wirek”, KWK „Jankowice”, KWK „Knurów-Szczygłowice”, KWK „Marcel”, KWK „Piaś”, ZG „Piekary”, KWK „Pokój”, KWK „Rudyłtowy-Anna”, KWK „Sośnica-Makoszowy”, KWK „Ziemowit”. Kompania Węglowa SA. jest największym producentem węgla energetycznego w Europie.
- Tauron Polska Energia jest właścicielem kopalń: KWK „Janina”, KWK „Jan Sobieski”. Jest to firma związana ściśle z sektorem energetycznym, która od niedawna poza produkcją energii elektrycznej, zajmuje się również eksploatacją węgla kamiennego.

Poza wymienionymi spółkami węglowymi, na terenie GZW istnieje samodzielna Kopalnia „Kazimierz-Juliusz”, PG „Silesia” (należąca do Czeskiej firmy węglowej „Energetický a průmyslový holding” a.s.), Zakład Górniczy „Eko Plus” (eksploatujący

w Bytomiu) oraz ZG „Siltech”, będący pierwszą prywatną kopalnią węgla kamiennego w Polsce. Natomiast KWK „Kazimierz-Juliusz” jest ostatnią kopalnią na terenie Zagłębia Dąbrowskiego. W kopalni tej przedmiotem eksploatacji jest najgrubszy pokład węgla kamiennego (Reden) w Polsce. Jest to również jedyna kopalnia na terenie Polski, stosująca system podbierkowy.

Złoże wyeksploatowane lub te na których zaniechano eksploatacji stanowią 15% powierzchni (842 km²). Obszary perspektywiczne, na których oszacowano zasoby występujące w strefie głębokości do około 1250-1300 m, to 1291 km² (około 23% powierzchni). Pozostałą część GZW zajmują głównie obszary o zasobach prognostycznych gdzie głębokość zalegania wynosi ponad 1000 m oraz peryferyjne części Zagłębia bez perspektyw zasobowych (około 22% powierzchni). Na dzień dzisiejszy, około 79,1% udokumentowanych zasobów bilansowych polskich węgla kamiennych występuje w Górnośląskim Zagłębiu Węglowym [21, 25].

Tabela 4.4 Zasoby ogółem węgla kamiennego w Górnośląskim Zagłębiu Węglowym oraz wg typów węgla – mln t

Wyszczególnienie	Ilość złóż	ZASOBY GEOLOGICZNE					Zasoby przemysłowe
		Bilansowe				Pozabilansowe grupy A grupy B	
		razem	A + B	C1	C2 + D		
Zasoby ogółem	128	38606	5773	122400	20593	11403 1719	3897
typ 31÷33		26201	3910	7428	14863	8099	2085
typ 34÷37		11771	1863	4812	5095	1291	1812
inne węgle		635	–	0,15	635	3305 428 –	–
ZŁOŻA ZAGOSPODAROWANE							
Razem	47	16041	4125	6842	5074	4728 2654	3767
typ 31÷33		9930	2619	4441	2870	3235	2154
typ 34÷37		6111	1506	2401	2204	1976	1613
inne węgle		0,15	–	0,15	–	1492 677 –	–
Złoża zakładów czynnych	44	15754	4122	6641	4991	4675 2654	3711
typ 31÷33		9900	2616	4431	2853	3229	2149
typ 34÷37		5853	1506	2209	2139	1976	1561
inne węgle		0,15	–	0,15	–	1446 677 –	–
Złoża eksploatowane okresowo	1	28	1	9	17	6 –	3
w tym: typ 31÷33		28	1	9	17	6 –	3
Kopalnie w budowie	2	259	2	192	65	47 –	54
w tym:							
typ 31÷33		2	2	–	–	–	2
typ 34÷37		257	–	192	65	47 –	52

Źródło: – PIG, PIB, Warszawa 2013. Bilans Zasobów Złóż kopalni w Polsce wg stanu na 31 XII 2012r.

Zasoby węgla kamiennego występujące w Górnośląskim Zagłębiu Węglowym przedstawia tabela 4.4.

Tabela 4.5 Zasoby węgla kamiennego w GZW w mln ton

Wyszczególnienie	Ilość złóż	ZASOBY GEOLOGICZNE				Zasoby przemysłowe	
		Bilansowe			Pozabilansowe grupy A grupy B		
		razem	A + B	C1			C2 + D
ZASOBY ZŁÓŻ NIE ZAGOSPODAROWANYCH							
Razem:	41	19052	417	3285	15350	<u>4975</u> 1113	172
w tym							
typ 31÷33		13882	344	1698	11839	<u>3479</u> 303	–
typ 34÷37		4537	72	1587	2878	<u>1496</u> 809	172
inne węgle		633	–	–	633	–	–
Złoża rozpoznane szczegółowo	28	11992	417	3285	8290	<u>2438</u> 1113	172
w tym:							
typ 31÷33		8214	344	1698	6172	<u>1385</u> 303	–
typ 34÷37		3776	72	1587	2117	<u>1054</u> 809	172
inne węgle		2	–	–	2	–	–
Złoża rozpoznane wstępnie	13	7060	–	–	7060	<u>2536</u> –	–
w tym:							
typ 31÷33		5668	–	–	5668	<u>2094</u> –	–
typ 34÷37		761	–	–	761	<u>442</u> –	–
inne węgle		630	–	–	630	–	–
ZŁOŻA, KTÓRYCH EKSPLOATACJI ZANIECHANO							
Razem:	37	780	164	484	131	<u>1271</u> 2633	–
w tym							
typ 31÷33		675	129	473	73	<u>973</u> 1535	–
typ 34÷37		104	35	11	58	<u>298</u> 756	–
inne węgle		–	–	–	–	– 0,26	–

Bilans Zasobów Złóż kopalin w Polsce wg stanu na 31 XII 2012r.

Źródło: – Państwowy Instytut Geologiczny, Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa 2013

Zasoby węgla kamiennego geologiczne i przemysłowe, strukturę ich rozpoznania, charakterystykę jakościową oraz stopień ich zagospodarowania dla Górnosląskiego Zagłębia Węglowego, przedstawiono w tabeli 4.4 oraz 4.5 – stan na 31.12.2012 [25].

W Górnosląskim Zagłębiu Węglowym prognostyczne zasoby węgla kamiennego wynoszą 9194 mln ton, w tym 1082 mln ton to węgle energetyczne, natomiast 8112 mln ton stanowią węgle koksujące.

W przypadku zasobów perspektywicznych wielkości te przedstawiają się następująco:

- na głębokościach 1000-1250 m – 8061 mln ton, z czego 4277 mln ton to węgle energetyczne oraz 3784 mln ton węgla koksujących,
- na głębokościach 1250-1300 m – 17472 mln ton, w tym: węgle energetyczne 14880 mln ton, węgle koksujące 2592 mln ton.

W Górnosląskim Zagłębiu Węglowym występują praktycznie wszystkie typy węgla: od węgla energetycznych typu 32, do węgla koksujących typu 37. Występuje tutaj również (co prawda w ilościach śladowych) antracyt (typ 42).

Tabela 4.6 Zestawienie zasobów w złożach w których zaniechano wydobycia w GZW w tys. ton

Nazwa złoża	Stan zagospodarowania złoża	ZASOBY POZABILANSOWE	
		razem	w tym węgiel typu 35 (węgiel ortokoksowy)
Złóż 33		3506349	544878
Andaluzja	Z	9440	–
Barbara-Chorzów	Z	7997	–
Bobrek-Miechowice	Z	157478	–
Bolesław Śmiały	Z	402908	–
Bytom I	Z	37649	–
Bytom II	Z	47570	–
Centrum-Szombierki	Z	208123	–
Debieńsko	Z	133705	15746
Gliwice	Z	19358	18456
Grodziec	Z	34430	–
Jan Kanty	Z	276954	–
Jowisz	Z	29479	–
Julian	Z	8168	–
Katowice	Z	116785	–
Kleofas	Z	169084	–
Marcel-Ruch 1 Maja	Z	84621	–
Morcinek	Z	187345	145362
Moszczenica	Z	125548	116142
Niwka-Modrzejów	Z	113676	–
Paryż	Z	64436	–
Porąbka-Klimontów	Z	53120	–
Powstańców Śląskich	Z	32271	–
Rozalia	Z	51361	–
Rozbark	Z	84020	–
Rymer	Z	120868	–
Saturn	Z	105978	–
Siemianowice OG Szop. I	Z	41619	–
Siemianowice OGSi. I,II	Z	66983	–
Siersza	Z	226804	–
Sosnowiec	Z	43899	–
Wojkowice	Z	19430	–
Żory	Z	425242	249172

Zawartości popiołu wahają się w granicach 11-17%, natomiast zawartości siarki całkowitej pomiędzy 0,59-2,3%.

Złoża Górnośląskiego Zagłębia Węglowego w których zaniechano wydobycia w ramach restrukturyzacji przemysłu węglowego przedstawiono w tabeli 4.6 – dotyczy lat 1992-2004. Złoża te, zostały przekwalifikowane jako zasoby pozabilansowe pomimo spełnienia parametrów bilansowości. Pokłady te posiadają miąższość 1,0 m oraz maksymalną zawartość siarki 2,0%.

Stan rozpoznania zasobów ich zagospodarowania oraz wielkość wydobycia z poszczególnych złóż w Górnośląskim Zagłębiu Węglowym pokazano w tabeli 4.7 [21].

Tabela 4.7 Złoża węgla kamiennego w GZW w tys. ton

Nazwa złoża	Stan zag. złoża	ZASOBY GEOLOGICZNE BILANSOWE				Wydobycie
		Razem	A + B + C1	C2 + D	Zasoby przemysłowe	
Ilość złóż – 125		35872260	15316900	20555360	3938555	64201
Andaluzja	Z	tylko pzb.	–	–	–	–
Anna	E	31117	19165	11952	7528	1146
Anna-pole południowe	R	290879	80151	210728	–	–
Barbara-Chorzów	Z	56814	4019	52795	–	–
Bobrek-Miechowice	Z	tylko pzb.	–	–	–	–
Bobrek-Miechowice 1	R	38464	38464	–	–	–
Bolesław Śmiały	Z	tylko pzb.	–	–	–	–
Borynia	E	322441	188181	134260	61289	2171
Brzeszcze	E	314483	196344	118139	113424	1482
Brzezinka	R	131381	123594	7787	–	–
Brzezinka-2	R	413235	356305	56930	–	–
Brzeziny	E	32660	32660	–	27329	650
Budryk	E	847547	263893	583654	42264	2123
Byczyna	E	85555	70012	15543	30866	615
Bytom-I	Z	tylko pzb.	–	–	–	–
Bytom-I-I	B	1730	1730	–	1730	1
Bytom-II	Z	tylko pzb.	–	–	–	–
Bytom-II-I	E	21841	12390	9451	8469	704
Bytom- III	E	81055	81055	–	35273	1374
Bzie-Dębina	R	106262	37589	68673	–	–
Bzie-Dębina I	R	393039	291940	101099	–	–
Bzie-Dębina 1-Zachód	R	358086	280714	77372	–	–
Bzie-Dębina 2-Zachód	B	257293	192034	62259	51838	2
Centrum	E	215885	179154	36731	96099	762
Centrum-Szombierki	Z	tylko pzb.	–	–	–	–
Chudów-Paniowy I	E	10337	7869	2468	1221	594
Chwałowice	E	651338	326847	324491	223794	2111
Czczott	Z	535950	478524	57426	–	–
Czczott-pole zachód	Z	24916	23209	1707	–	–
Czczott-Wschód	R	434914	332884	102030	–	–
Ćwiklice	R	624298	239262	385036	–	–
Dębieńsko	Z	tylko pzb.	–	–	–	–
Dębieńsko-I	R	813288	332316	480972	171582	–
Dzieńkowice	T	28043	10716	17327	2635	–
Gliwice	Z	tylko pzb.	–	–	–	–
Gołkowice	R	77078	25887	51191	–	–
Grodziec	Z	tylko pzb.	–	–	–	–
Halemba	E	372285	351456	23817	89392	73
Halemba II	E	160430	136613	23817	89392	73
Jadwiga 2	E	9145	9145	–	6289	185
Jan Kanty	Z	tylko pzb.	–	–	–	–

Janina	E	1452287	557749	894538	367538	2333
Jankowice	E	624255	500889	123366	89493	2853
Jas-Mos	E	224078	187379	36699	64545	1588
Jaworzno	E	906174	605457	300717	149139	1590
Jejkowice	P	309502	–	309502	–	–
Jowisz	Z	8522	816	7706	–	–
Julian	Z	tylko pzb.	–	–	–	–
Katowice	Z	tylko pzb.	–	–	–	–
Kazimierz-Juliusz	E	126532	114067	12465	8960	506
Kleofas	Z	tylko pzb.	–	–	–	–
Knurów	E	631048	377215	253833	105914	2268
Kobiór-Pszczyna	P	3063506	–	3063506	–	–
Krupiński	E	174278	111260	63018	35490	2195
Lędziny	R	140586	65721	74865	–	–
Libiąż III	R	4442	4442	–	–	–
Libiąż-Dąb	R	11371	2570	8801	–	–
Libiąż-Janina	R	12865	6252	6613	–	–
Łaziska	E	199354	93034	106320	45845	1561
Makoszowy	E	467448	234742	232706	116343	1488
Marcel	E	257334	226902	30432	59307	2416
Marcel-Ruch 1 Maja	Z	tylko pzb.	–	–	–	–
Międzyrzecze	P	403864	–	403864	–	–
Mikołów	R	294070	172266	121804	–	–
Modrzejów	R	46505	26796	19709	–	–
Morcinek	Z	tylko pzb.	–	–	–	–
Moszczenica	Z	tylko pzb.	–	–	–	–
Murcki	E	517064	403116	113948	103781	1635
Mysłowice	E	37885	37341	544	19318	535
Niwka-Modrzejów	Z	tylko pzb.	–	–	–	–
Oświęcim-Polanka	R	2086237	5207	2081030	–	–
Paruszowiec	R	348020	160572	187448	–	–
Paryż	Z	tylko pzb.	–	–	–	–
Pawłowice-rejon	R	414263	241763	172500	–	–
Pawłowice I	R	304300	282626	21674	–	–
Piast	E	967965	935990	31975	207242	4221
Piekary	E	45167	45116	51	6360	165
Pilchowice	P	150900	–	150900	–	–
Pniówek	E	273450	186248	87202	61177	2643
Pokój	E	142771	141740	1031	34396	1222
Polska-Wirek	Z	153516	141941	11575	–	–
Porąbka-Klimontów	Z	tylko pzb.	–	–	–	–
Powstańców Śląskich	Z	tylko pzb.	–	–	–	–
Rozalia	Z	tylko pzb.	–	–	–	–
Rozbark	Z	tylko pzb.	–	–	–	–
Rybn.-Jastrz. (pole rez.)	R	24141	3437	20704	–	–
Rydułtowy	E	172265	71932	100333	70640	1050
Rymer	Z	tylko pzb.	–	–	–	–
Saturn	Z	tylko pzb.	–	–	–	–
Siemianowice OGSzop.I	Z	tylko pzb.	–	–	–	–
Siemianowice OGSi.I,II	Z	tylko pzb.	–	–	–	–
Siemianowice (pol. rez.)	M	–	–	–	–	–
Siersza	Z	tylko pzb.	–	–	–	–
Siersza (obsz. rez.)	M	–	–	–	–	–
Silesia	E	504406	325050	179356	130595	43
Silesia-Dank.-Jawisz.	R	198668	111169	87449	–	–
Sosnowiec	Z	tylko pzb.	–	–	–	–
Sośnica	E	404664	299272	105392	115258	1398
Spytkowice	P	662614	–	662614	–	–
Staszic	E	636073	539076	96997	120794	2059
Studzienice	R	1282150	16883	1265267	–	–

Studzionka-Mizerów	P	180000	–	180000	–	–
Sumina	P	300000	–	300000	–	–
Szczygłowice	E	637703	401593	236110	125279	1395
Śląsk	E	152381	129777	22604	27639	409
Śląsk-Pole Panewnickie	E	114430	109667	4763	11676	490
Tenczynek	P	64543	–	64543	–	–
Warszowice-Pawł. Płn.	R	239421	78838	160583	–	–
Wesoła	E	748282	630300	117982	89782	2664
Wieczorek	E	123115	117137	5978	33082	1428
Wisła I i Wisła II-I	R	550557	175378	375179	–	–
Wisła I-Wisła II	P	822766	–	822766	–	–
Wisła-Północ	P	303969	–	303969	–	–
Wojkowice	Z	tylko pzb.	–	–	–	–
Wujek	E	113345	88976	24369	12259	545
Wujek-cz. Południowa	R	253428	142464	110964	–	–
Wujek-cz. Stara Ligota	E	96377	85271	11106	46211	854
Za rowem bełckim	P	342502	–	342502	–	–
Zabrze-Bielszowice	E	526405	488858	37547	275610	1666
Zator	P	347145	–	347145	–	–
Zebrzydowice	P	108439	–	108439	–	–
Ziemowit	E	926101	535573	390528	111861	3756
Zofiówka	E	394810	306684	88126	100522	1629
Żory	Z	tylko pzb.	–	–	–	–
Żory-Suszec	R	2100212	66226	2033986	–	–

Skróty literowe stanu zagospodarowania zasobów w wykazach złóż oznaczają:

E – złoża eksploatowane,

M – złoża skreślone z bilansu zasobów,

P – złoża o zasobach rozpoznanych wstępnie,

R – złoża o zasobach rozpoznanych szczegółowo (w kat. A+B+C1),

Z – złoża, z którego wydobywanie zostało zaniechane,

T – złoża zagospodarowane, eksploatowane okresowo.

4.3 LUBELSKIE ZAGŁĘBIE WĘGLOWE

Kopalnia Węgla Kamiennego „Bogdanka” to jedyna kopalnia Lubelskiego Zagłębia Węglowego (LZW) [47].

Tabela 4.8 Złoża węgla kamiennego w LZW w tys. ton

Nazwa złoża	Stan zag. złoża	ZASOBY GEOLOGICZNE BILANSOWE				Wydobycie
		Razem	A + B + C1	C2 + D	Zasoby przemysłowe	
Ilość złóż – 11		9721597	2039041	7232556	325668	4988
Bogdanka	E	811048	679854	131194	325668	4988
Chełm II	P	1034514	–	1034514	–	–
Kolechowice Nowe	P	2257374	–	2257374	–	–
Lublin K-3	R	76301	43208	33093	–	–
Lublin K-4-5	P	453016	–	453016	–	–
Lublin K-6-7	R	386390	376216	10174	–	–
Lublin K-8	R	250262	213463	36799	–	–
Lublin K-9	R	237586	155160	82426	–	–
Orzechów (d. Łączna)	P	1827942	–	1827942	–	–
Ostrów	R	853479	571140	282339	–	–
Sawin	P	1083685	–	1083685	–	–

Tabela 4.9 Zasoby węgla kamiennego w LZW w mln ton

Wyszczególnienie	Ilość złóż	ZASOBY GEOLOGICZNE					Zasoby przemysłowe
		Bilansowe				Pozabilansowe grupy A grupy B	
		razem	A + B	C1	C2 + D		
Zasoby ogółem	11	9272	138	1901	7233	6963 –	326
w tym:							
typ 31÷33		8307	99	1658	6550	5924 –	190
typ 34÷37		965	39	243	682	939 –	135
ZŁOŻA ZAGOSPODAROWANE							
Złoża zakładów czynnych	1	811	138	542	131	469 –	326
w tym:							
typ 31÷33		632	99	420	113	377 –	190
typ 34÷37		179	39	122	18	91 –	135
ZŁOŻA NIE ZAGOSPODAROWANE							
Razem	10	8461	–	1359	7101	6394 –	–
w tym:							
typ 31÷33		7675	–	1238	6437	5547 –	–
typ 34÷37		785	–	121	664	847 –	–
Złoża rozpoznane szczegółowo	5	1804	–	1359	445	1377 –	–
w tym:							
typ 31÷33		1667	–	1238	429	1181 –	–
typ 34÷37		137	–	121	15	195 –	–
Złoża rozpoznane wstępnie	5	6656	–	–	6656	5018 –	–
w tym:							
typ 31÷33		6008	–	–	6008	4366 –	–
typ 34÷37		649	–	–	649	652 –	–

W Lubelskim Zagłębiu Węglowym występują przeważnie węgle energetyczne oraz węgle gazowo-koksujące, typ 31-34. Średnia zawartość popiołu wynosi 14,63%, natomiast średnie zawartości siarki wynoszą w poszczególnych złożach od 1,21 do 1,46%. Zasoby węgla kamiennego w Lubelskim Zagłębiu węglowym przedstawiono w tabeli 4.9 [21, 36]. Rozpoznanie zasobów LZW, jej granice, nie uległy zmianie – zagłębie to jest stosunkowo słabo rozpoznane.

Jako obszar o zdefiniowanych perspektywach złożowych przyjmuje się powierzchnię około 9100 km². Złoża udokumentowane to obszar 1022 km².

Kopalnia LZW eksploatuje złożo o powierzchni 77 km², co stanowi około 0,85% powierzchni całego obszaru zagłębia. Rozpoznane szczegółowo złoża rezerwowe zajmują obszar 339 km², natomiast złoża rozpoznane wstępnie to 606 km². Z kolei obszary prognostyczne i perspektywiczne w Lubelskim Zagłębiu Węglowym zajmują powierzchnię 4730 km².

Zasoby bilansowe węgla w Lubelskim Zagłębiu Węglowym stanowią około 20,9% całkowitych zasobów bilansowych Polski.

Zasoby prognostyczne w LZW wynoszą 10848 mln ton, a zasoby perspektywiczne to 5888 mln ton. Stan rozpoznania zasobów ich zagospodarowania oraz wielkość wydobycia z poszczególnych złóż w Lubelskim Zagłębiu Węglowym pokazano w tabeli 4.8 [21].

4.4 DOLNOŚLĄSKIE ZAGŁĘBIE WĘGLOWE

Jak już wcześniej wspomniano, Dolnośląskie Zagłębie Węglowe na dzień dzisiejszy ma już tylko znaczenie historyczne. Eksploatację węgla kamiennego zakończono w roku 2000, kiedy zostało zaniechane wydobycie w kopalni „Nowa Ruda” pole Słupiec. Głównym powodem zaniechania eksploatacji węgla kamiennego w tym zagłębiu były trudne warunki geologiczno-górnice, które były bezpośrednią przyczyną nierentowności wydobycia. Wielkość zasobów w DZW szacowana jest na około 369 mln ton. Są to zasoby odpowiadające parametrom zasobów bilansowych, a występujące na obszarach złóż zaniechanych – zostały zaliczone do zasobów pozabilansowych.

Występują tutaj następujące złoża węgla kamiennego:

- Nowa Ruda – pole Słupiec,
- Nowa Ruda – rejon Lech,
- Nowa Ruda – rejon Waclaw,
- Wałbrzych-Gaj
- ZG Chrobry,
- ZG Julia
- ZG Victoria.

Tabela 4.10 Zestawienie zasobów w złożach w których zaniechano wydobycia w DZW w tys. ton

Nazwa złoża	Stan zagospodarowania złoża	ZASOBY POZABILANSOWE	
		razem	w tym węgiel typu 35 (węgiel ortokoksowy)
Ilość złóż – 7		369027	44907
Nowa Ruda (p. Słupiec)	Z	16126	3091
Nowa Ruda (rej. Lech)	Z	41404	4669
Nowa Ruda (rej. Waclaw)	Z	83886	–
Wałbrzych-Gaj	Z	45967	–
ZG Chrobry	Z	40730	1458
ZG Julia	Z	17660	8736
ZG Victoria	Z	123254	26953

W Dolnośląskim Zagłębiu Węglowym za zasoby prognostyczne uznaje się zasoby o wielkości 0,4 mln ton ze złóż Heddi, natomiast za zasoby perspektywiczne uznano zasoby na obszarach przedłużenia pól eksploatacyjnych kopalń rejonu Wałbrzycha i Nowej Rudy, które wynoszą 232 mln ton.

Złoża Dolnośląskiego Zagłębia Węglowego w których zaniechano wydobywania w ramach restrukturyzacji przemysłu węglowego przedstawione zostały w tabeli 4.10 – dane dotyczą lat 1992-2004 [36, 43].

Złoża te zostały przekwalifikowane jako zasoby pozabilansowe mimo, iż spełniały parametry bilansowości. Pokłady te posiadają miąższość nie mniejszą niż 1,0 m oraz zawartość siarki nie przekraczającą 2,0%.

5

STRUKTURA GÓRNICTWA WĘGLA KAMIENNEGO W POLSCE

W wyniku przeprowadzonej restrukturyzacji, przekształceń oraz zmian strukturalnych, na dzień dzisiejszy w górnictwie węgla kamiennego działają cztery podmioty gospodarcze, a mianowicie:

- Kompania Węglowa SA. (KW SA.),
- Katowicki Holding Węglowy SA. (KHW SA.),
- Jastrzębska Spółka Węglowa SA. (JSW SA.),
- Lubelski Węgiel SA.

Trzy z tych podmiotów gospodarczych (KW SA., KHW SA., JSW SA.), prowadzą działalność wydobywczą w Górnosląskim Zagłębiu Węglowym, natomiast jedna, w Lubelskim Zagłębiu Węglowym.

W latach 2006-2015, w wyniku prowadzonej eksploatacji nastąpi zakończenie eksploatacji zasobów operatywnych na osiemnastu poziomach wydobywczych, w tym na dwunastu poziomach wydobywczych w Kompanii Węglowej SA., czterech poziomach wydobywczych w Katowickim Holdingu Węglowym SA. oraz na dwóch poziomach wydobywczych w Jastrzębskiej Spółce Węglowej SA.

Do roku 2015, spółki węglowe planują uruchomione wydobywania na dziewięciu budowanych poziomach wydobywczych, w tym na:

- trzech poziomach w Kompanii Węglowej SA.,
- dwóch poziomach w Katowickim Holdingu Węglowym SA.,
- dwóch poziomach w Południowym Koncernie Węglowym SA.,
- jednym poziomem w Jastrzębskiej Spółce Węglowej SA.,
- jednym poziomem w kopalni Lubelski Węgiel „Bogdanka” SA.

W efekcie prowadzonej eksploatacji złóż na koniec 2015 r. pozostanie około 2830 mln ton zasobów operatywnych, w tym na poziomach aktualnie czynnych oraz w budowie około 1530 mln ton.

W tabeli 5.1 przedstawiono zasoby węgla kamiennego w poszczególnych spółkach węglowych [36, 43].

Tabela 5.1 Zasoby węgla kamiennego w spółkach węglowych

Wyszczególnienie	Zasoby w tys. ton			
	Zasoby pozabilansowe	Zasoby bilansowe	Zasoby przemysłowe	Zasoby operatywne
Spółki węglowe razem	9279377	12360194	4728215	2973358
Kompania Węglowa SA.	6178779	8385126	3224813	1979493
Katowicki Holding Węglowy SA.	1763242	2750853	1051685	708027
Jastrzębska Spółka Węglowa SA.	1589969	1907849	797224	523084
Kopalnie - spółki	1611115	2669553	928132	595416
Lubelski Węgiel Bogdanka SA.	426687	590257	320380	247163
PKW SA.	1184428	2079296	607752	348253
Zasoby ogółem	11143105	15713381	6001854	3806020

5.1 KOMPANIA WĘGLOWA SA.

Kompania Węglowa SA. (KW SA.) działalność gospodarczą rozpoczęła 1 lutego 2003 roku, skupiając wówczas 23 kopalnie funkcjonujące wcześniej w strukturach pięciu różnych spółek węglowych. Utworzona w drodze zmiany nazwy Państwowej Agencji Restrukturyzacji Górnictwa Węgla Kamiennego SA. i przeniesienia do Kompani Węglowej SA.:

- Rudzkiej Spółki Węglowej SA.,
- Gliwickiej Spółki Węglowej SA.,
- Nadwiślańskiej Spółki Węglowej SA.,
- Rybnickiej Spółki Węglowej SA.,
- Zakładu Górniczego Bytom II Sp. z o.o. w Bytomiu,
- Zakładu Górniczego Bytom III Sp. z o.o. w Bytomiu,
- Zakładu Górniczego Centrum Sp. z o.o. w Bytomiu,
- Zakładu Górniczego Piekary Sp. z o.o. w Piekarach Śląskich.

Poza kopalniami w strukturze Kompanii Węglowej znalazły się także specjalistyczne zakłady zaplecza technicznego.

Kompania Węglowa SA., uczestnicząc w procesie restrukturyzacji górnictwa węgla kamiennego, buduje swoje nowoczesne oblicze rynkowe, produkcyjne, finansowe. Tworzy wizerunek firmy funkcjonalnie zorganizowanej, efektywnie zarządzanej i wiarygodnej dla partnerów w biznesie.

W obszarze rynku najważniejsze cele to dostosowanie wachlarza produkcji do jakościowych wymogów odbiorców krajowych i zagranicznych. To także stały monitoring preferencji klientów oraz zmian zachodzących na rynku.

Kompania Węglowa SA. w swoich działaniach uwzględnia oczekiwania społeczne. Firma dba o to, by prowadzona przez nią działalność produkcyjna odbywała się w warunkach zapewniających optymalną ochronę środowiska naturalnego.

Wszystkie te działania, prowadzone zgodnie z najnowocześniejszymi metodami zarządzania, mają na celu uzyskanie trwałej stabilizacji gospodarczej Kompanii Węglowej SA. jako największego producenta węgla kamiennego w Europie. Te informacje można przeczytać na głównej stronie internetowej Kompanii Węglowej SA. [44].

Centrala Kompanii Węglowej SA., mieści się w Katowicach przy ul. Powstańców Śląskich (rys. 5.1) [44].



Rys. 5.1 Siedziba Kompanii Węglowej SA.

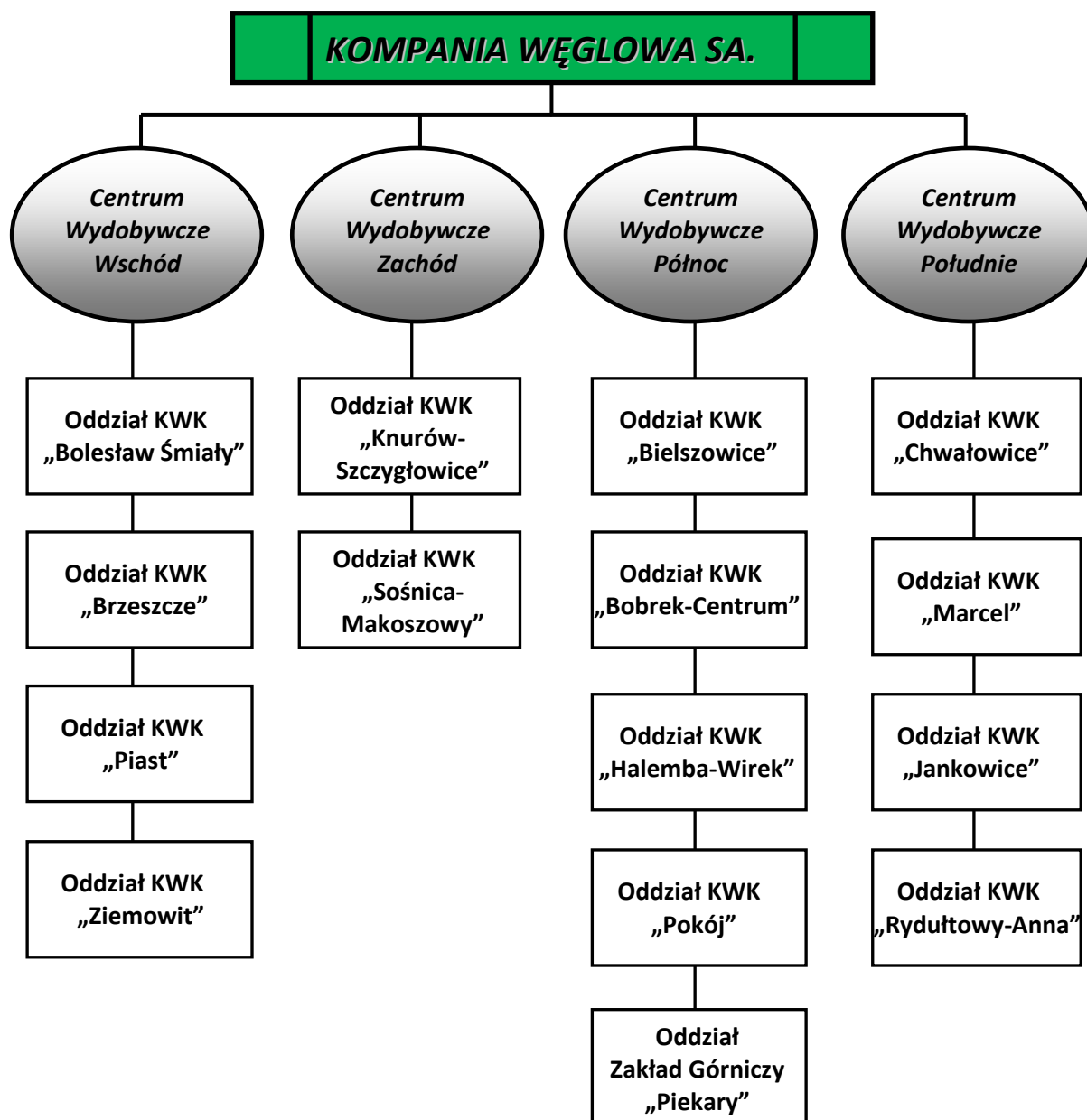
Do końca 2011 roku Kompania Węglowa SA. składała się z czterech centrów wydobywczych skupiających 15 kopalń oraz 5 zakładów (rys. 5.2).

Podział przedstawiał się następująco:

1. Centrum Wydobywcze Zachód:
 - KWK „Knurów-Szczygłowiec”,
 - KWK „Sośnica-Makoszowy”.
2. Centrum Wydobywcze Północ:
 - KWK „Bielszowice”,
 - KWK „Halemba-Wirek”,
 - KWK „Bobrek-Centrum”,
 - KWK „Pokój”,
 - Zakład Górniczy „Piekary”.
3. Centrum Wydobywcze Wschód:
 - KWK „Bolesław Śmiały”,
 - KWK „Ziemowit”,
 - KWK „Brzeszcze”,
 - KWK „Piast”.
4. Centrum Wydobywcze Południe:
 - KWK „Rydułtowy-Anna”,
 - KWK „Chwałowice”,
 - KWK „Marcel”,
 - KWK „Jankowice”.

Zakłady należące do Kompanii Węglowej S.A. to:

- Zakład Remontowo-Produkcyjny,
- Zakład Górniczych Robót Inwestycyjnych,
- Zakład Zagospodarowania Mienia,
- Zakład Informatyki i Telekomunikacji,
- Zakład Elektrociepłownie.



Rys. 5.2 Struktura Kompanii Węglowej SA. do 31.12.2011

Od 01.01.2012 zmianie uległa struktura Kompanii Węglowej SA. Obecnie w skład KW SA. wchodzi 15 kopalń węgla kamiennego jako Oddziały KW SA., oraz 5 Oddziałów pomocniczych.

Aktualna struktura KW SA., przedstawia się następująco:

- KWK „Bielszowice”,

- KWK „Bobrek-Centrum”,
- KWK „Bolesław Śmiały”,
- KWK „Brzeszcze”,
- KWK „Chwałowice”,
- KWK „Halemba-Wirek”,
- KWK „Jankowice”.
- KWK „Knurów-Szczygłowice”,
- KWK „Marcel”,
- KWK „Piaś”.
- ZG „Piekary”.
- KWK „Pokój”,
- KWK „Rydułtowy-Anna”,
- KWK „Sośnica-Makoszowy”,
- KWK „Ziemowit”.

Oddziały pomocnicze, wchodzące w skład struktury KW SA. to:

- Zakład Elektrociepłowni,
- Zakład Górniczych Robót Inwestycyjnych,
- Zakład Informatyki i Telekomunikacji,
- Zakład Remontowo-Produkcyjny,
- Zakład Zagospodarowanie Mienia.

Kompania Węglowa SA. postrzegana jest głównie jako przedsiębiorstwo górnicze, które grupuje w swojej strukturze organizacyjnej wyłącznie kopalnie węgla kamiennego. Jednak Kompania Węglowa SA. posiada również istotne aktywa finansowe w postaci udziałów i akcji innych spółek kapitałowych, w tym również ich pakiety większościowe i wyłączne. W skład Grupy Kapitałowej wchodzi:

- Centrala Zbytu Węgla Węglózbyt SA.,
- Centrum Informatyki Sp. z o.o.,
- Gliwicki Zakład Usług Górniczych Sp. z o.o.,
- Gliwickie Przedsiębiorstwo Transportowe TRAKT Sp. z o.o.,
- GOSREM Sp. z o.o.,
- Górnośląska Spółka Ubezpieczeniowa S.A.,
- HALDEX S.A.,
- Kompanijny Ośrodek Szkolenia Sp. z o.o.,
- Konsorcjum Ochrony Kopalń Sp. z o.o.,
- Nadwiślańska Agencja Turystyczna Sp. z o.o.,
- Nadwiślańska Spółka Energetyczna sp. z o.o.,
- OWR RELAX Sp. z o.o.,
- Przedsiębiorstwo OPERATOR Sp. z o.o.,
- PPUH ANIA Sp. z o.o.,
- PPUH REMASZ Sp. z o.o.,
- PUH EMA-TRANS Sp. z o.o.,
- PUH ŻURAW Sp. z o.o.,

- Wydawnictwo Górnicze Sp. z o.o.,
- Zakłady Odsalania Dębieńsko Sp. z o.o.,
- Zakłady Wzbogacania Węgla JULIAN Sp. z o.o.,
- Zespół Ciepłowni Przemysłowych "Carbo-Energia" sp. z o.o.

Kompania Węglowa SA. zatrudnia około 61 tys. osób, roczne wydobycie węgla kształtuje się na poziomie 42,6 mln ton. Jest producentem węgla energetycznego typ 33-35 o wartości opałowej mieszczącej się pomiędzy 19000 a 27000 kJ/kg.

5.2 KATOWICKI HOLDING WĘGLOWY SA.

Katowicki Holding Węglowy SA. (KHW SA.) powstał w dniu 29 czerwca 1993 roku. W skład KHW SA. weszło 11 kopalń które były Spółkami Akcyjnymi Skarbu Państwa. Założycielem i jedynym akcjonariuszem jest Skarb Państwa, siedziba mieści się w Katowicach przy ulicy Damrota 16.

Kopalniami które utworzyły KHW SA. były:

- KWK „Katowice”,
- KWK „Kleofas”,
- KWK „Kazimierz-Juliusz”,
- KWK „Murcki”,
- KWK „Mysłowice”,
- KWK „Niwka-Modrzejów”,
- KWK „Staszic”,
- KWK „Śląsk”,
- KWK „Wesoła”,
- KWK „Wieczorek”,
- KWK „Wujek”.

W latach następnych KHW SA. był restrukturyzowany, co przejawiało się łączeniem oraz likwidacją kopalń. Działania te miały miejsce w latach 1996-2009 i przebiegały następująco [45]:

- w 1996 roku kopalnie „Katowice” i „Kleofas” zostały połączone, przyjmując nazwę „Katowice-Kleofas”. Również w roku 1996, KWK „Niwka-Modrzejów” oraz KWK „Kazimierz-Juliusz” przekształcone zostały w spółki z ograniczoną odpowiedzialnością,
- w 1999 roku postawiono w stan likwidacji KWK „Katowice-Kleofas” – Ruch II (dawną kopalnię „Katowice”) oraz KWK „Niwka-Modrzejów”,
- w listopadzie 2004 roku zakończono wydobycie w KWK „Katowice-Kleofas”. Kopalnia została przekazana Spółce Restrukturyzacji Kopalń SA. (SRK SA.) w celu likwidacji zakładu górniczego,
- z dniem 1 stycznia 2005 roku nastąpiło połączenie kopalń „Śląsk” i „Wujek” w jeden zakład górniczy pod nazwą KWK „Wujek”,

- z dniem 1 stycznia 2006 roku wykreślono ze struktury KHW SA. KWK „Katowice-Kleofas”. Pozostała niezagospodarowana część majątku tej kopalni została przekazana do KWK „Staszic”,
- 1 stycznia 2007 nastąpiło połączenie kopalń „Mysłowice” i „Wesoła” w centrum wydobywcze „Mysłowice-Wesoła”,
- 1 stycznia 2009 kopalnie „Murcki” i „Staszic” połączone zostały w jeden zakład górniczy o nazwie KWK „Murcki-Staszic”.

W wyniku przeprowadzonych połączeń oraz likwidacji kopalń, aktualnie w strukturach Katowickiego Holdingu Węglowego S.A. są następujące kopalnie węgla kamiennego:

- KWK „Murcki-Staszic”,
- KWK „Mysłowice-Wesoła”,
- KWK „Wieczorek”,
- KWK „Wujek”,
- KWK „Kazimierz-Juliusz” Sp. z o.o. – wchodząca w skład Katowickiej Grupy Kapitałowej.

Katowicki Holding Węglowy SA. specjalizuje się w produkcji wysokiej jakości węgla energetycznego. Posiadane zasoby operatywne gwarantują stabilność dostaw przez co najmniej 40-50 lat. KHWSA. jest jednym z największych krajowych i europejskich producentów węgla energetycznych. Produkcja wysokojakościowych sortymentów handlowych wynosi około 17 mln ton na rok, co stanowi około 18% całkowitej produkcji węgla kamiennego i około 21% produkcji węgla energetycznego. Przy posiadanych zasobach gwarantuje to stałość wieloletnich dostaw tego surowca.

Katowicki Holding Węglowy SA. posiada wdrożone systemy zarządzania:

- jakością ISO 9001,
- środowiskiem ISO 14001,
- bezpieczeństwem pracy PN-N-18001.

Eksploracja węgla prowadzona jest na głębokościach od 350 do 1050 m, jest całkowicie zmechanizowana, a stosowane technologie i urządzenia należą do najnowocześniejszych. Wydobyty urobek poddawany jest wzbogacaniu w zakładach przerobczych istniejących przy każdej z kopalń, co pozwala na uzyskanie produktów handlowych o niskiej zawartości siarki i popiołu, spełniających wymaganych aktualnych norm emisji substancji toksycznych do powietrza. Katowicki Holding Węglowy SA. jest jednym z największych dostawców węgla kamiennego do krajowej energetyki zawodowej oraz na rynki unijne.

Strategia działania Katowickiego Holdingu Węglowego SA. na najbliższe lata, przewiduje następujące zmiany w obecnej strukturze Holdingu:

- zakończenie prac ruchu Mysłowice w KWK „Mysłowice-Wesoła”,
- zakończenie wydobywania przez KWK „Wieczorek” – przejęcie reszty zasobów przez wydobywanie od strony KWK „Murcki-Staszic”,
- połączenie KWK „Murcki-Staszic” i „Mysłowice-Wesoła” we wspólną strukturę organizacyjną „Megakopalnię”
- kontynuacja wydobywania przez KWK „Wujek”, która z przyczyn technicznych nie zostanie dołączona do struktury „Megakopalni”.

5.3 JASTRZĘBSKA SPÓŁKA WĘGLOWA SA.

Jastrzębska Spółka Węglowa SA. (JSW SA.) została utworzona 1 kwietnia 1993 roku, jako jedna z siedmiu powstałych wówczas spółek węglowych. W jej skład weszło siedem samodzielnie funkcjonujących przedsiębiorstw górniczych, które przekształcone zostały w jednoosobową spółkę Skarbu Państwa – siedziba spółki mieści się w Jastrzębiu Zdroju przy Alei Jana Pawła II [46].

W skład JSW SA. w których wydobywany jest głównie węgiel koksowy oraz węgiel do celów energetycznych wchodzi 4 kopalnie węgla kamiennego (od 01.01.2013):

- KWK „Borynia-Zofiówka-Jastrzębie”,
- KWK „Budryk”,
- KWK „Krupiński”,
- KWK „Pniówek”.

Ponadto, częścią JSW SA. jest również Zakład Logistyki Materiałowej.

Jastrzębska Spółka Węglowa SA. posiada również aktywa finansowe w postaci udziałów i akcji innych spółek kapitałowych. Do większych spółek powiązanych kapitałowo z JSW SA. należą:

- Koksownia Przyjaźń Sp. z o.o.,
- Kombinat Koksochemiczny „Zabrze” SA.,
- Spółka Energetyczna „Jastrzębie” SA.,
- Jastrzębskie Zakłady Remontowe Sp. z o.o.,
- Jastrzębska Spółka Kolejowa Sp. z o.o.,
- Polski Koks S.

W Jastrzębskiej Spółce Węglowej SA. również funkcjonuje certyfikowany Zintegrowany System Zarządzania:

- jakości – wg wymagań normy ISO 9001,
- środowiskowy – wg wymagań normy 14001,
- bezpieczeństwa i higieny pracy wg wymagań normy – PN-N – 18001,

w zakresie: wydobywanie, przeróbka i sprzedaż węgla.

Kopalnie JSW SA. posiadają ok. 0,55 mld ton zasobów operatywnych węgla. Grupa zamierza rozszerzyć omawiane zasoby operatywne do 0,84 mld t., co umożliwi utrzymanie mocnej pozycji na międzynarodowych rynkach przez okres następnych 60 lat. Obszar wydobywczy JSW SA. ulokowany jest w Górnośląskim Zagłębiu Węglowym.

Produkty Grupy znajdują klientów w Polsce, ale również Niemczech, Austrii, Czechach, na Słowacji, w Rumunii i na Węgrzech. Wśród największych zewnętrznych odbiorców węgla koksowego oferowanego przez Grupę są:

- Arcelor Mittal Poland,
- Zakłady Koksownicze Zdzeszowice,
- Wałbrzyskie Zakłady Koksownicze Victoria,
- Koksownia Częstochowa Nowa,
- Voestalpine Stahl,
- U.S. Steel,

- Moravia Steel.

Europejski rynek węgla koksowego oraz koksu, na których przede wszystkim funkcjonuje JSW SA., charakteryzuje się deficytem. Polska, jest jedynym znaczącym producentem koksu w Europie oraz obok Czech jedynym eksporterem węgla koksowego na kontynencie.

Na koniec 2010 roku Grupa zatrudniała ponad 26,1 tys. pracowników, z czego najwięcej zatrudnionych było w kopalniach JSW SA., ponad 22,6 tys. i w Koksowni Przyjaźń ponad 1,7 tys. pracowników.

Grupa JSW SA. to największy producent wysokiej jakości węgla koksowego typu 35 (hard) i znaczący producent koksu w Unii Europejskiej.

- węgiel koksowy JSW SA., wykorzystywany jest głównie w produkcji koksu – obok rudy żelaza, podstawowego składnika wsadu do wytwarzania stali,
- grupa JSW SA. przetwarza we własnej koksowni około 40% produkowanego przez grupę węgla koksowego dzięki czemu finalnie może oferować produkt bardziej przetworzony i o większej wartości,
- spółka produkuje także węgiel do celów energetycznych, który sprzedawany jest głównie do elektrowni i elektrociepłowni.

5.4 LUBELSKI WĘGIEL SA.

Lubelski Węgiel „Bogdanka” SA. jest jedyną kopalnią eksploatującą węgiel kamienny w Lubelskim Zagłębiu Węglowym [47]. Kopalnia „Bogdanka” jest zlokalizowana w Centralnym Rejonie Węglowym (CRW) położonym w północno-wschodniej – jest to najlepiej rozpoznana część Lubelskiego Zagłębia Węglowego. Pod względem geograficznym Centralny Okręg Węglowy leży w granicach Polesia Lubelskiego, a tylko niewielkie jego fragmenty przechodzą na Wyżynę Lubelską. Pod względem administracyjnym kopalnia „Bogdanka” położona jest w województwie lubelskim, na obszarze gminy Puchaczów. Siedziba spółki Lubelski Węgiel „Bogdanka” SA. mieści się w Puchaczowie.

Początki kopalni węgla kamiennego „Bogdanka” to rok 1975, w którym to roku Rada Ministrów Uchwałą Nr 15/75 podjęła decyzję o budowie Kopalni Pilotująco-Wydobywczej LZW w Bogdancie (Zarządzenie Nr 4 Ministra Górnictwa i Energetyki o utworzeniu przedsiębiorstwa państwowego pod nazwą Kopalnie Lubelskiego Zagłębia Węglowego w Budowie). Następne, istotne daty związane z budową i uruchomieniem kopalni to:

- 1975 – powołanie przedsiębiorstwa państwowego pod nazwą Kopalnie Lubelskiego Zagłębia Węglowego w Budowie
- 1975 – wmurowanie aktu erekcyjnego pod budowę LZW,
- 1982 – uruchomienia pierwszej ściany badawczej i osiągnięcie przez kopalnię wydobywania 800 t/dobę,
- 1989 – włączenie kopalni „Bogdanka” do Przedsiębiorstwa Eksploatacji Węgla „Wschód” w Sosnowcu,

- 1990 – utworzenie Przedsiębiorstwa Państwowego o nazwie Kopalnia Węgla Kamiennego „Bogdanka” (Zarządzenie Nr 355/Org/89 Ministra Przemysłu z dnia 23 XII 1989 r.),
- 2001 – zmiana nazwy KWK „Bogdanka” SA. na Lubelski Węgiel „Bogdanka” SA.

Obszar górniczy kopalni podzielony został na trzy rejon eksploatacyjne, rejon główny w Bogdancie oraz peryferyjne w Nadrybju i Stefanowie. W każdym z rejonów znajduje się para szybów: wdechowy i wentylacyjny. Kopalnia posiada dwa szyby wydobywcze wyposażone w urządzenia wyciągowe skipowe zlokalizowane w Bogdancie oraz nowy oddany do użytkowania w 2011 roku w Stefanowie.

1. Rejon Bogdanka (rys. 5.3):

- szyby główne (szyb 1.2 – wdechowy, materiałowo-zjazdowy o średnicy $\phi 6,0$ m i głębokości 995 m oraz szyb 1.3 wydobywczy, wydechowy o średnicy $\phi 7,5$ m i głębokości 1030 m),
- zespół dwóch wentylatorów głównych przy szybie 1.3,
- zakład przeróbki mechanicznej węgla,
- zwałowisko skały płonnej,
- budynki administracyjno-biurowe i socjalno-bytowe,
- zespół magazynów.



Rys. 5.3 Lubelski Węgiel – Rejon Bogdanka

2. Rejon Nadrybie (rys. 5.4):

- szyby peryferyjne (szyb 1.4 wydechowy, materiałowo-zjazdowy o średnicy $\phi 7,5$ m i głębokości 996 m, oraz szyb 1.5 wdechowy o średnicy $\phi 7,5$ m i głębokości 990 m),

- zespół dwóch wentylatorów głównych przy szybie 1.4,
- budynki administracyjno-biurowe i socjalno-bytowe,
- zespół magazynów.



Rys. 5.4 Lubelski Węgiel – Rejon Nadrybie



Rys. 5.4 Lubelski Węgiel – Rejon Stefanów

3. Rejon Stefanów (rys. 5.5), powstały po wstrzymanej budowie kopalni K-2 w Stefanowie:

- szyb wydobywczy 2.1 (skipowy, wydechowy o średnicy $\phi 7,5$ m i głębokości 1100 m),
- szyb materiałowo-zjazdowy 2.2 (klatkowy, wdechowy o średnicy $\phi 7,5$ m i głębokości 1020 m)
- zespół dwóch wentylatorów głównych przy szybie 2.2,
- stacja klimatyzacji centralnej,
- budynki administracyjno-biurowe i socjalno-bytowe,
- zespół magazynów.

Nadal kontynuowane są prace inwestycyjne związane z rozbudową zdolności wydobywczej kopalni (budowa pola Stefanów), aż do jej podwojenia, co planowane jest do osiągnięcia na koniec 2014 roku. Z najważniejszych realizowanych zadań inwestycyjnych z tego zakresu jest rozbudowa frontów wydobywczych pod ziemią oraz rozbudowa zakładu przeróbki mechanicznej węgla na powierzchni.

6

ZASOBY WĘGLA KAMIENNEGO

6.1 ZASOBY WĘGLA KAMIENNEGO W POLSCE

Na początku lat dziewięćdziesiątych, w ramach programu restrukturyzacji kopalń węgla kamiennego, dokonano weryfikacji zasobów bilansowych, głównie zaś przemysłowych. W stosunku do obowiązujących przed 1994 roku kryteriów bilansowości złóż węgla kamiennego, zwiększono minimalną grubość pokładów bilansowych z 0,7 m dla węgla koksowych i 0,8 m dla energetycznych do jednolitej grubości 1,0 m. Jako granicę dokumentowania złóż przyjęto głębokość 1000 m, gdy dawniej złoża dokumentowano do głębokości 1200-1300 m, a nawet 1500 m.

W wyniku tych działań zasoby, do tej pory nie rozważane przy projektowaniu eksploatacji (kwalifikowane jako nieprzemysłowe), a także zaliczone w trakcie dokumentowania jako pozabilansowe, mogą stać się całkowicie przydatnymi do eksploatacji. Zasoby te bowiem spełniają kryterium bilansowości.

Wymienione powyżej zasoby (zgodnie z przepisami Ustawy – „Prawo geologiczne i górnicze” [52]), tylko w części spełniają kryteria bilansowości. Na dzień dzisiejszy tylko część zasobów (tzw. zasoby bilansowe) w ilości 14206,4 mln t spełnia aktualnie przyjęte kryteria, natomiast pozostała część zasobów (tzn. pozabilansowe) nie jest możliwa do zagospodarowania. Przewiduje się jednak (w myśl przepisów „Prawa geologicznego i górniczego”), że możliwe będzie ich zagospodarowanie w przyszłości.

Przyjmuje się, że obecnie możliwe jest zagospodarowanie około 47% zasobów bilansowych, tzn. 6505,1 mln t (zasoby przemysłowe). Ze względu na stosowanie jednego systemu eksploatacji (systemu ścianowego), może być wydobyte około 4479,7 mln t węgla (zasoby operatywne). Zasoby, których pozostawienie w złożu wynika tylko z aktualnie stosowanych systemów eksploatacji, czyli tzw. straty, stanowią średnio około 30% zasobów przemysłowych.

Dalszy trwały ubytek zasobów następuje wskutek likwidacji kopalń uznanych za trwale nierentowne, co powoduje bezpowrotną utratę części zasobów pierwotnie przewidzianych do

eksploatacji. Ocenia się, że na każde wydobyte 100 ton węgla kamiennego ubywa 187 ton zasobów bilansowych w wyniku strat i przekwalifikowania tych zasobów do pozabilansowych [50].

Analizując zmiany zachodzące w bazie zasobów bilansowych węgla można zauważyć, że ich ilość od roku 1990 ulega systematycznemu zmniejszaniu – następuje znaczny ubytek zasobów bilansowych. Do końca 2001 roku ubyło aż 19610 mln t zasobów bilansowych tj. 30%, w tym ze złóż kopalń czynnych 12929 mln t, co stanowi 55% zasobów w stosunku do wykazywanych w 1990 roku. Wielkość ta jest niepokojąca.

Podstawowymi przyczynami tak znacznych ubytków zasobów jest:

- zmiana kryteriów bilansowości,
- ograniczenie głębokości dokumentowania zasobów bilansowych do 1000 m,
- skreślenie zasobów z ewidencji,
- likwidacja kopalń,
- likwidacja poziomów wydobywczych.

Zasoby przemysłowe ustalane są w projektach zagospodarowania złóż na podstawie przyjętych indywidualnie dla tych złóż kryteriów – wydzielane są z zasobów bilansowych.

Podstawowymi kryteriami oceny przemysłowej zasobów bilansowych są:

- grubość pokładu nie mniejsza niż 1,2 m (praktycznie > 1,5 m),
- sposób zalegania części pokładu posiadającego zasoby bilansowe m. in. tektonika, kąt nachylenia, zmienność parametrów jakościowych,
- dostęp do zasobów m. in. stopień rozcięcia pokładów, zaleganie zasobów w filarach lub ich sąsiedztwie, położenie w stosunku do zrobów itp.,
- warunki górniczo-geologiczne.

Kryteria te (podobnie jak kryteria bilansowości), są niejednoznaczne i mało przejrzyste, a ponadto pozostawiają dość dużą swobodę w ich interpretacji. Jest to tylko część zasobów bilansowych, którą można wydobyć ze złoża w najbliższej przyszłości. Wielkość zasobów bilansowych kwalifikowanych do zasobów przemysłowych w złożach na poszczególnych kopalniach waha się od 18% do 70% (średnio 47%).

Największe ilości zasobów operatywnych znajdują się na poziomach czynnych. Ich wielkość wynosi 2446 mln t, co stanowi 54% wszystkich zasobów. Około 10% tych zasobów znajduje się na poziomach będących w budowie, reszta znajduje się poza tymi poziomami

W pokładach cienkich o miąższości do 1,5 m znajduje się ich ponad 22%, natomiast największa ich ilość (53%) jest w pokładach o miąższości od 1,5 m do 3,5 m. Bardzo podobnie przedstawiają się relacje na poziomach czynnych – w grupie pokładów o miąższości do 1,5 m ich zawartość wynosi ponad 18%.

Udział pokładów o miąższości do 1,5 m na poszczególnych kopalniach waha się w dość szerokich granicach. Są kopalnie w których udział pokładów o miąższości do 1,5 m jest znikomy, lub nie występują. Natomiast są również kopalnie gdzie udział tej grupy pokładów jest dość znaczny – od ponad 30 do prawie 60%.

Uwzględniając naturalne warunki zalegania złoża, ze względu na kąt nachylenia pokładu zasoby operatywne są stosunkowo łatwe do wybrania, ponieważ występują głównie w pokładach słabo nachylonych. W większości zasoby węgla zalegają w pokładach

o nachyleniu do 12° (76,7% zasobów), 22% w pokładach o kątach nachylenia od 13° do 30°, a tylko 1,3% zasobów zalega w pokładach, których kąt nachylenia jest większy niż 30°.

6.2 ZASOBY WĘGLA KAMIENNEGO KOPALŃ KOMPANII WĘGLOWEJ SA.

Zasoby operatywne węgla kamiennego kopalń Kompanii Węglowej SA. oraz wystarczalność zasobów operatywnych przedstawia tabela 6.1 (wg stanu na 31.12.2005).

Stan zasobów operatywnych węgla kamiennego w KW SA. wg typów węgla przedstawiony został w tabeli 6.2 (stan na 31.12.2010).

Tabela 6.1 Zasoby operatywne oraz wystarczalność zasobów operatywnych w KW SA.

Lp	Kopalnia	Zasoby operatywne tys. ton		Wystarczalność zasobów operatywnych lata	
		ogółem	poziomy czynne i w budowie	całkowitych	poziomy czynne i w budowie
1	KWK „Bielszowice”	154507	154507	63,9	63,9
2	KWK „Bobrek-Centrum”	66946	66946	24,2	24,2
3	KWK „Bolesław Śmiały”	28612	28612	19,0	19,0
4	KWK „Brzeszcze”	114966	98172	35,5	30,3
5	KWK „Chwałowice”	155718	25485	52,0	8,9
6	KWK „Halemba-Wirek”	225544	225544	73,8	73,8
7	KWK „Jankowice”	139695	49836	39,9	14,2
8	KWK „Knurów-Szczygłowice”	331549	180263	73,4	36,0
9	KWK „Marcel”	104774	73092	32,3	22,7
10	KWK „Piast”	165589	157643	37,3	35,5
11	ZG „Piekary”	25259	25259	11,3	11,3
12	KWK „Pokój”	29288	29288	17,6	17,6
13	KWK „Rydułtowy-Anna”	73846	68969	27,8	25,8
14	KWK „Sośnica-Makoszowy”	198888	123270	40,2	24,9
15	KWK „Ziemowit”	164312	97703	38,1	22,6
KOMPANIA WĘGLOWA		1979493	1404589	41,7	29,5

Zasoby operatywne węgla wg grubości pokładów na poszczególnych kopalniach, przedstawione zostały w tabeli 6.3.

Parametry węgla w zasobach operatywnych przedstawione zostały w tabelach:

- wartość opałowa – tabela 6.4 (wg stanu na 31.12.2010),
- zawartość siarki – tabela 6.5 (wg stanu na 31.12.2010),
- zawartość popiołu – tabela 6.6 (wg stanu na 31.12.2010).

Z tabeli 6.3 wynika, że ponad 1/3 pokładów (34%), znajduje się w grupie pokładów o grubości do 2,0 m. Węgłe stanowiące zasoby operatywne charakteryzują się dobrymi parametrami jakościowymi (tabela 6.4). Około 87% z nich to węgłe o wartości opałowej powyżej 25000 kJ/kg. Bardzo mało, bo zaledwie 13% posiada wartość opałową poniżej 25000 kJ/kg (tabela 6.5).

Tabela 6.2 Zasoby operatywne wg typów węgla kamiennego w kopalniach KW SA.

Kopalnia	Złoże	Typ węgla						Razem
		31.1 31.2	32.1 32.2	33	34.1 34.2	35.1	35.2 37.1	
Bobrek-Centrum	Bytom III	-	22101	4431	1075	-	-	27607
	Centrum	3161	46431	3194		-	-	52786
Piekary	Brzeziny	11243	420	-	-	-	-	11663
	Piekary	3780	-	-	-	-	-	3780
	Bytom II-1	1423	1869	-	-	-	-	3292
Bolesław Śmiały	Łaziska	-	4019	1832	18672	-	-	24523
Knurów-Szczygłowice	Knurów	-	-	3388	45426	12070		60884
	Szczygłowice	-	45	5125	30791	27642	1023	64626
Sośnica-Makoszowy	Sośnica	-	13631	3400	40850	2526	-	60407
	Makoszowy	-	3598	16221	38107	2889	-	60815
Brzeszcze	Brzeszcze	391	30718	14988	20432	-	-	66529
Piast	Piast	61500	41723	-	-	-	-	103223
Ziemowit	Ziemowit	53224	4114	-	-	-	-	57338
Halemba-Wirek	Halemba	-	2346	3277	84196	41397	3482	134698
	Halemba II	-	3806	2118	38437	15457	-	59818
Pokój	Pokój	-	5137	2171	11392	-	-	18700
Bielszowice	Bielszowice	-	216	5227	87 970	58518	-	151931
Chwałowice	Chwałowice	-	128415	-	17726	-	-	146141
Jankowice	Jankowice	176	38844	4475	6519	-	-	50014
Marcel	Marcel	-	14866	10128	9044	-	-	34038
Rydułtowy-Anna	Rydułtowy	-	-	206	50509	-	-	50715
	Anna	-	-	-	3022	-	-	3022
RAZEM		134898	362299	80181	504168	160499	4505	1246550

Tabela 6.3 Wielkość zasobów wg grubości pokładów KW SA.

Kopalnia	Złoże	Grubość węgla w pokładzie w m					Razem
		1,20	1,21-1,50	1,51-2,00	2,01-3,50	> 3,50	
Bobrek-Centrum	Bytom III	-	1601	-	20401	5605	27607
	Centrum	228	5270	25663	20030	1595	52786
Piekary	Brzeziny	673	1039	772	6833	2346	11663
	Piekary	1440	2340	-	-	-	3780
	Bytom II-1	10	24	55	614	2589	3292
Bolesław Śmiały	Bolesław Śmiały	2284	10628	7033	4578	-	24523
Knurów-Szczygłowice	Knurów	68	1899	22536	21263	15118	60884
	Szczygłowice	689	5736	12424	22406	23371	64626
Sośnica-Makoszowy	Sośnica	186	13861	10580	26605	9175	60407
	Makoszowy	4480	18130	11380	15766	11059	60815
Brzeszcze	Brzeszcze	2222	18148	15552	19775	10832	66529
Piast	Piast	142	8866	33880	20260	40075	103223
Ziemowit	Ziemowit	60	414	15886	28591	12387	57338
Halemba-Wirek	Halemba	1185	6288	22362	38532	66331	134698
	Halemba II	2179	11316	22135	22184	2004	59818
Pokój	Pokój	-	1215	4211	12915	359	18700
Bielszowice	Bielszowice	1668	4549	11075	36942	97697	151931
Chwałowice	Chwałowice	354	11990	33302	44833	55662	146141
Jankowice	Jankowice	277	2755	12767	17239	16976	50014
Marcel	Marcel	-	883	2843	11000	19312	34038
Rydułtowy-Anna	Rydułtowy	-	6122	11802	32791	-	50715
	Anna	-	-	-	3022	-	3022
RAZEM		18145	131473	276258	406179	386888	1246550

Tabela 6.4 Wartość opałowa węgla w zasobach operacyjnych KW SA.

Kopalnia	Złoże	Wartość opałowa MJ/kg				Razem
		do 20,0	20,0-25,0	25,0-30,0	> 30	
Bobrek-Centrum	Bytom III	-	-	19590	8017	27607
	Centrum	-	2728	46682	3376	52786
Piekary	Brzeziny	-	287	11376	-	11663
	Piekary	-	-	3780	-	3780
	Bytom II-1	-	-	3292	-	3292
Bolesław Śmiały	Bolesław Śmiały	-	16927	7596	-	24523
Knurów-Szczygłowie	Knurów	-	-	17843	43041	60884
	Szczygłowie	-	-	19141	45485	64626
Sośnica-Makoszowy	Sośnica	-	7696	22895	29816	60407
	Makoszowy	-	1797	29876	29142	60815
Brzeszcze	Brzeszcze	-	11263	43348	11918	66529
Piast	Piast	1345	58332	43546	-	103223
Ziemowit	Ziemowit	-	49531	7807	-	57338
Halemba-Wirek	Halemba	-	7546	44074	83078	134698
	Halemba II	-	3570	46269	9979	59818
Pokój	Pokój	-	1081	9922	7697	18700
Bielszowice	Bielszowice	-	1307	16231	134393	151931
Chwałowice	Chwałowice	-	1299	144842	-	146141
Jankowice	Jankowice	-	1087	34933	13994	50 014
Marcel	Marcel	-	-	6977	27061	34038
Rydułtowy-Anna	Rydułtowy	-	-	15733	34982	50715
	Anna	-	-	-	3022	3022
RAZEM		1345	164451	595753	485001	1246550

Tabela 6.5 Zawartość siarki w zasobach operacyjnych węgla KW SA.

Kopalnia	Złoże	Zawartość siarki w %				Razem
		do 0,6	0,7-1,0	1,1-1,6	> 1,6	
Bobrek-Centrum	Bytom III	24663	2944	-	-	27607
	Centrum	45368	3307	4111	-	52786
Piekary	Brzeziny	2296	8822	545	-	11663
	Piekary	-	2127	1653	-	3780
	Bytom II-1	1237	2055	-	-	3292
Bolesław Śmiały	Łaziska	-	10990	13533	-	24523
Knurów-Szczygłowie	Knurów	12882	44691	3311	-	60884
	Szczygłowie	47784	15618	1224	-	64626
Sośnica-Makoszowy	Sośnica	12512	40057	7269	569	60407
	Makoszowy	17655	41061	888	1211	60815
Brzeszcze	Brzeszcze	56034	10323	172	-	66529
Piast	Piast	2215	58484	34891	7633	103223
Ziemowit	Ziemowit	1887	23350	31160	941	57338
Halemba-Wirek	Halemba	94319	39547	832	-	134698
	Halemba II	42467	17351	-	-	59818
Pokój	Pokój	7 65	10739	196	-	18700
Bielszowice	Bielszowice	121697	29355	879	-	151931
Chwałowice	Chwałowice	90889	51626	3626	-	146141
Jankowice	Jankowice	37017	12309	688	-	50014
Marcel	Marcel	22 44	11039	6	49	34038
Rydułtowy-Anna	Rydułtowy	40952	9763	-	-	50715
	Anna	2428	594	-	-	3022
RAZEM		685011	446152	104984	10403	1246550

Również zawartość siarki jest stosunkowo na niskim poziomie – 90% zasobów znajduje się siarka o zawartości poniżej 1,6%. To samo dotyczy popiołu (tabela 6.6) – w 93% zasobów zawartość siarki nie przekracza 20%.

Generalnie, węgle stanowiące zasoby operatywne w kopalniach węgla kamiennego Kompanii Węglowej SA. charakteryzują się dobrymi parametrami jakościowymi.

Wszystkie dane zamieszczone w tabelach: 6.1 do 6.6 zostały udostępnione przez KW SA.

Tabela 6.6 Zawartość popiołu w zasobach operacyjnych węgla KW SA.

Kopalnia	Złoże	Zawartość popiołu w %				
		do 10	11-20	21-30	> 30	Razem
Bobrek-Centrum	Bytom III	26006	1601	-	-	27607
	Centrum	49914	2872	-	-	52786
Piekary	Brzeziny	9724	1939	-	-	11663
	Piekary	35	3745	-	-	3780
	Bytom II-1	3292	-	-	-	3292
Bolesław Śmiały	Łaziska	-	6834	16890	799	24523
Knurów-Szczygłowie	Knurów	56071	4813	-	-	60884
	Szczygłowie	45485	19141	-	-	64626
Sośnica-Makoszowy	Sośnica	38412	18751	3244	-	60407
	Makoszowy	27113	19158	13995	549	60815
Brzeszcze	Brzeszcze	24328	31517	8174	2510	66529
Piast	Piast	36971	63114	3138	-	103223
Ziemowit	Ziemowit	8508	41903	6927	-	57338
Halemba-Wirek	Halemba	82021	41296	8885	2496	134698
	Halemba II	14637	41611	3570	-	59818
Pokój	Pokój	9366	7391	1943	-	18700
Bielszowice	Bielszowice	133370	17104	1457	-	151931
Chwałowice	Chwałowice	105687	40454	-	-	146141
Jankowice	Jankowice	27041	22190	783	-	50014
Marcel	Marcel	32610	1212	216	-	34038
Rydułtowy-Anna	Rydułtowy	37685	13030	-	-	50715
	Anna	3022	-	-	-	3022
RAZEM		771298	399676	69222	6354	1246550

6.3 ZASOBY WĘGLA KAMIENNEGO KOPALŃ JASTRZĘBSKIEJ SPÓŁKI WĘGLOWEJ SA.

Zasoby operatywne węgla kamiennego kopalń Jastrzębskiej Spółki Węglowej SA. oraz wystarczalność zasobów operacyjnych przedstawia tabela 6.7 (wg stanu na 31.12.2005).

Zasoby kopalń węgla kamiennego bilansowe, przemysłowe oraz operatywne na poziomach czynnych i w budowie Jastrzębskiej Spółki Węglowej SA. przedstawia tabela 6.8. Przedstawione zostały również wielkości zasobów operacyjnych węgla z podziałem na:

- grubość pokładów (tabela 6.9),
- typy węgla (tabela 6.10),
- wartość opałowa (tabela 6.11),
- zawartość siarki (tabela 6.12),
- zawartość popiołu (tabela 6.13).

Tabela 6.7 Zasoby operatywne oraz wystarczalność zasobów operatywnych w JSW SA.

Lp.	Kopalnia	Zasoby operatywne tys. ton		Wystarczalność zasobów operatywnych lata	
		ogółem	poziomy czynne i w budowie	całkowitych	poziomy czynne i w budowie
1	KWK „Borynia-Zofiówka-Jastrzębie” Ruch Borynia	37208	37208	19,3	19,3
2	KWK „Borynia-Zofiówka-Jastrzębie” Ruch Zofiówka	85188	85118	41,1	41,1
3	KWK „Borynia-Zofiówka-Jastrzębie” Ruch Jas-Mos	32811	32811	15,5	15,5
4	KWK „Budryk”	237246	90925	71,6	27,4
5	KWK „Krupiński”	32728	32728	15,7	15,7
6	KWK „Pniówek”	97973	97973	27,1	27,1
RAZEM		523154	376763	31,7	24,4

Tabela 6.8 Zasoby operatywne węgla kamiennego w kopalniach JSW SA.

Lp	Kopalnia	Zasoby bilansowe	Zasoby przemysłowe	Zasoby operatywne	Zasoby operatywne	
					poziomy czynne	poziomy w budowie
1	Borynia-Zofiówka-Jastrzębie Ruch Zofiówka złóżo „Zofiówka”*	394810	100522	64941	18135	46806
2	Borynia-Zofiówka-Jastrzębie Ruch Zofiówka złóżo „Bzie-Dębina 2-Zachód”**	257293	51838	29444	-	29444
3	Borynia-Zofiówka-Jastrzębie Ruch Jas-Mos	224078	64545	29699	26030	3669
4	Budryk***	854851	365159	242171	82812	159359
5	Krupiński	176686	37851	24059	24059	-
6	Pniówek****	276733	131322	84866	7994	76872

* - wielkość zasobów złóża „Zofiówka” wg O EZ

** - „Bzie-Dębina 2-Zachód” wg PZZ - stan zasobów na 31.12.2007 r. = wg O EZ na 31.12.2010r.

*** - stan na 31.12.2009r. Zasoby operatywne i przemysłowe węgla podane w tabeli zawierają wartości szacunkowe zawarte w dodatku nr 4 do PZZ (uwzględniające zasoby możliwe do eksploatacji po końcu ważności koncesji).

**** - stan na 31.12.2009r.

Tabela 6.9 Wielkość zasobów operatywnych wg grubości pokładów JSW SA.

Lp	Kopalnia	Zasoby operatywne w pokładach o grubości (w m)			
		do 1,0	od 1,0-1,5	od 1,51-2,5	pow. 2,5
1	Borynia-Zofiówka-Jastrzębie Ruch Zofiówka złóżo „Zofiówka”	-	7007	14593	43341
2	Borynia-Zofiówka-Jastrzębie Ruch Zofiówka złóżo „Bzie-Dębina 2-Zachód”	-	11975	17469	-
3	Borynia-Zofiówka-Jastrzębie Ruch Jas-Mos	-	1455	5877	22367
4	Budryk	105	87150	98462	56454
5	Krupiński	-	6039	-	15 668
6	Pniówek	-	16321	-	55882

Tabela 6.10 Zasoby operatywne wg typów węgla kamiennego JSW SA.

Lp.	Kopalnia	Zasoby operatywne wg typów węgla		
		typ 31-33	typ 34	typ 35-38
1	Borynia-Zofiówka-Jastrzębie Ruch Zofiówka złóże „Zofiówka”	-	-	64941
2	Borynia-Zofiówka-Jastrzębie Ruch Zofiówka złóże „Bzie-Dębina 2-Zachód”	-	585	28859
3	Borynia-Zofiówka-Jastrzębie Ruch Jas-Mos	-	-	29699
4	Budryk	2002	116556	123613
5	Krupiński	5180	-	572
6	Pniówek	-	2946	81920

Tabela 6.11 Wartość opałowa węgla w zasobach operacyjnych JSW SA.

Lp.	Kopalnia	Zasoby operatywne o wartości opałowej kJ/kg		
		> 25000	22000-25000	< 22000
1	Borynia-Zofiówka-Jastrzębie Ruch Zofiówka złóże „Zofiówka”	64896	-	45
2	Borynia-Zofiówka-Jastrzębie Ruch Zofiówka złóże „Bzie-Dębina 2-Zachód”	24868	4212	364
3	Borynia-Zofiówka-Jastrzębie Ruch Jas-Mos	28929	770	-
4	Budryk	241223	948	-
5	Krupiński	21647	1515	8987
6	Pniówek	72886	10014	1966

Tabela 6.12 Zawartość siarki w zasobach operacyjnych węgla JSW SA.

Lp.	Kopalnia	Zawartość siarki w zasobach operacyjnych %		
		do 0,9	1,0-1,5	powyżej 1,5
1	Borynia-Zofiówka-Jastrzębie Ruch Zofiówka złóże „Zofiówka”	64941	-	-
2	Borynia-Zofiówka-Jastrzębie Ruch Zofiówka złóże „Bzie-Dębina 2-Zachód”	25117	4327	-
3	Borynia-Zofiówka-Jastrzębie Ruch Jas-Mos	-	-	29699
4	Budryk	236017	6154	-
5	Krupiński	22883	1176	-
6	Pniówek	84866	-	-

Tabela 6.13 Zawartość popiołu w zasobach operatywnych węgla JSW SA.

Lp.	Kopalnia	Zawartość popiołu w zasobach operatywnych %		
		do 10	11-20	pow. 20
1	Borynia-Zofiówka-Jastrzębie Ruch Zofiówka złóże „Zofiówka”	*	*	*
2	Borynia-Zofiówka-Jastrzębie Ruch Zofiówka złóże „Bzie-Dębina 2-Zachód”	*	*	*
3	Borynia-Zofiówka-Jastrzębie Ruch Jas-Mos	28195	734	770
4	Budryk	2691	234407	5073
5	Krupiński	12000	10006	2053
6	Pniówek	34792	38298	11776

* - brak danych

Dane zawarte w tabelach od 6.7 do 6.13 uzyskano dzięki uprzejmości Jastrzębskiej Spółki Węglowej SA.

6.4 ZASOBY WĘGLA KAMIENNEGO KOPALŃ KATOWICKIEGO HOLDINGU WĘGLOWEGO SA.

Zasoby operatywne węgla kamiennego kopalń Katowickiego Holdingu Węglowego SA. oraz wystarczalność zasobów operatywnych przedstawia tabela 6.14.

Tabela 6.14 Zasoby operatywne oraz wystarczalność zasobów operatywnych w KHW SA.*

Lp.	Kopalnia	Zasoby operatywne tys. ton		Wystarczalność zasobów operatywnych lata	
		ogółem	na poziomach czynnych i w budowie	całkowitych	na poziomach czynnych i w budowie
1	KWK „Murcki”	141157	49551	53,3	18,7
2	KWK „Mysłowice”	21673	21673	10,4	10,4
3	KWK „Wesoła”	210248	210248	59,5	59,5
4	KWK „Wieczorek”	26181	26181	14,9	14,9
5	KWK „Wujek”	83596	83596	23,4	23,4
6	KWK „Staszic”	207624	129985	51,8	32,6
7	KWK „Kazimierz-Juliusz” sp. z o.o.	17548	17548	27,4	27,4
RAZEM		708027	538782	39,6	30,1

* - stan na dzień 31.12.2005

Dane dotyczące ilości zasobów operatywnych uwzględniające:

- grubości pokładów,
- typy węgla,
- wartości opałowej,
- zawartości siarki,

- zawartości popiołu,

nie zostały zaprezentowane, ze względu na odmowę udostępnienia danych przez Dyрекcję Katowickiego Holdingu Węglowego SA.

PODSUMOWANIE

Ta krótka analiza zasobów operatywnych węgla kamiennego wg niektórych, wybranych parametrów pozwala stwierdzić, że są to w większości węgle zalegające w pokładach o średniej i małej grubości, stosunkowo słabo nachylone, charakteryzujące się bardzo korzystnymi parametrami jakościowymi.

Ocena głównych parametrów jakościowych węgla zalegającego w zasobach operatywnych analizowanych zagłębi węglowych (tabele 6.1 do 6.14), pozwala stwierdzić, że węgle stanowiące zasoby operatywne charakteryzują się dobrymi parametrami jakościowymi. Około 73% z nich to węgle o wartości opałowej powyżej 25000 kJ/kg – bardzo mało, bo zaledwie 6% posiada wartość opałową poniżej 22000 kJ/kg. Prawie wszystkie wymienione zasoby, tj. około 92% zawierają popiół w ilości do 20%, w tym 50% to węgle, w których zawartość popiołu nie przekracza 10%. Również większość zasobów, bo aż 77,4% posiada niską zawartość siarki nie przekraczającą 0,9%. Zasoby zawierające więcej niż 1,5% siarki stanowią zaledwie 5% ogólnej ilości zasobów operatywnych i występują głównie w kopalniach, eksploatujących pokłady najwyższej części profilu karbonu np. KWK „Sośnica-Makoszowy”, KWK „Ziemowit”, KWK „Piaś”. Zasoby operatywne w ilości około 64% stanowią węgle energetyczne typów 31-33. Węgle wyżej uwęglone koksowe typu 34 stanowią około 24%, natomiast typów 35-38 jest tylko około 12%. Te wysoko uwęglone węgle występują generalnie w kopalniach południowo-zachodniej części GZW (dawny ROW) jak również na głębokich poziomach niektórych kopalń dawnej Gliwickiej Spółki Węglowej SA, np. KWK „Sośnica-Makoszowy”, Ruch „Makoszowy”, KWK „Knurów-Szczygłowiec”, Ruch „Szczygłowiec” oraz byłej Rudzkiej Spółki Węglowej SA., między innymi: KWK „Bielszowice”, KWK „Halemba-Wirek”, Ruch „Halemba”.

Największe ilości zasobów operatywnych znajdują się na poziomach czynnych. Ich wielkość wynosi 2.446 mln t, co stanowi 54% wszystkich zasobów. Około 10% tych zasobów znajduje się na poziomach będących w budowie, reszta znajduje się poza tymi poziomami

W pokładach cienkich o miąższości do 1,5 m znajduje się ich ponad 22%, natomiast największa ich ilość (53%) jest w pokładach o miąższości od 1,5 m do 3,5 m. Bardzo podobnie przedstawiają się relacje na poziomach czynnych – w grupie pokładów o miąższości do 1,5 m ich zawartość wynosi ponad 18%. Udział pokładów o miąższości do 1,5 m na poszczególnych kopalniach waha się w dość szerokich granicach. Są kopalnie w których udział pokładów o miąższości do 1,5m jest znikomy, lub nie występują. Natomiast są również kopalnie gdzie udział tej grupy pokładów jest dość znaczny – od ponad 30 do prawie 60%.

Uwzględniając naturalne warunki zalegania złoża, ze względu na kąt nachylenia pokładu zasoby operatywne są stosunkowo łatwe do wybrania, ponieważ występują głównie w pokładach słabo nachylonych. W większości zasoby węgla zalegają w pokładach o

nachyleniu do 12° (76,7% zasobów), 22% w pokładach o kątach nachylenia od 13° do 30°, a tylko 1,3% zasobów zalega w pokładach, których kąt nachylenia jest większy niż 30°

Dla Polski najistotniejszym sygnałem jest sytuacja na rynku energii w UE, co wiąże się z możliwościami rozwoju polskiego przemysłu węglowego w aspekcie bezpieczeństwa energetycznego UE. Stawia to przed polskim górnictwem węglowym nowe wyzwania ale i szansę na jego modernizację i rozwój. Polskie górnictwo węgla kamiennego powinno spełniać odpowiednie standardy światowe w zakresie techniki oraz konkurencyjności na krajowym i zagranicznym rynku surowców energetycznych. Istniejące dokumenty Unijne potwierdzają rolę węgla kamiennego jako strategicznego nośnika energii pierwotnej dla Europy w aspekcie jej bezpieczeństwa energetycznego. Utrzymanie tego bezpieczeństwa przez poszczególne państwa członkowskie Unii ma być realizowane poprzez zapewnienie tzw. dostępności do zasobów, a więc funkcjonowanie określonej liczby kopalń. W tym aspekcie rola Polski jako kraju o największej liczbie czynnych kopalń (wśród „starych” jak i „nowych” krajów członkowskich UE) nie może być niedoceniana. W Europie (zwłaszcza w Europie Zachodniej), nastąpiło znaczne zmniejszenie wydobycia węgla kamiennego. Natomiast w Azji, Ameryce Północnej, Australii, Afryce (szczególnie dotyczy to takich krajów jak: RPA, USA, Chiny) produkcja węgla kamiennego uległa znacznemu wzrostowi i kształtuje się na poziomie około 3,5 mld t/rok.

Przeanalizowana została praktycznie cała baza zasobów węgla kamiennego w GZW, aby w miarę obiektywnie ocenić wystarczalność tych zasobów, a tym samym perspektyw dla górnictwa węglowego. Oceny dokonywane w oparciu o zasoby operatywne (w wyjątkowych przypadkach również o zasoby przemysłowe) nie odzwierciedlają wielkości całej bazy zasobów do wybrania w przyszłości. Ich wydzielanie oparte jest bowiem w pierwszej kolejności o kryterium aktualnego zapotrzebowania na węgiel. W dalszej kolejności uwzględniane są kryteria techniczne (geologiczno-górniczne), organizacyjne, czy też środowiskowe eksploatacji tego surowca. Nie jest uwzględniana przyszłościowa eksploatacja węgla, uwzględniająca postęp techniczny, zmiany gospodarcze, czy zapotrzebowanie na węgiel. Stąd część zasobów z aktualnej eksploatacji jest wyłączona.

Można stwierdzić, że zasoby węgla kamiennego są dobrze zbadane przez geologów jeszcze z czasów PRL. Tzw. zasobów operacyjnych, czyli nadających się do (opłacalnego) wydobycia, mamy ok. 3,9 mld ton. Przy wydobyciu sięgającym 70 mln ton rocznie (z czego 60 mln to węgiel energetyczny, reszta koksujący używany w hutach) starczy go jeszcze na kilkadziesiąt lat. Niestety jest to teoria, która nie ma nic wspólnego z rzeczywistością, gdyż ile mamy w kraju węgla kamiennego rzeczywiście nadającego się do wydobycia po opłacalnych cenach, nikt nie jest w stanie określić.

To jest duży mankament polskiego systemu klasyfikacji złóż. Na podstawie dostępnych danych można stwierdzić, że zasoby operatywne są rzeczywistymi zasobami operacyjnymi tylko w dwóch spółkach węglowych – Lubelskim Węglu SA. i Jastrzębskiej Spółce Węglowej SA. Największy problem jest w Katowickim Holdingu Węglowym SA. i Kompanii Węglowej SA. Trudno jest uzyskać informacje o ekonomicznie opłacalnych zasobach węgla – praktycznie niemożliwe jest uzyskać jakiegokolwiek informacji na temat zasobów z Katowickiego Holdingu Węglowego SA.

KHW SA., który kilka lat temu miał wejść na giełdę, planował audyt zasobów. W KHW SA. są przeprowadzane wewnętrzne analizy dla określonych części zasobów. Na podstawie

tych analiz możliwa jest wycena poszczególnych pokładów lub części pokładów (aktualnie eksploatowanych lub planowanych), jednak ich zbiór nie stanowi wyceny całkowitej wielkości posiadanych złóż węgla. Analizy dotyczące ekonomicznie opłacalnych zasobów węgla powinny być sporządzane przez niezależne, zewnętrzne firmy.

Twierdzi się, że główną przyczyną tego stanu jest brak cyfrowych map złóż – wiąże się z brakiem rozwiązań informatycznych. Jak twierdzą specjaliści, rozwiązanie tego problemu jest na poziomie cyfrowych map złóż – prawdziwych cyfrowych, a nie zeskanowanych papierowych, jak ma to miejsce dzisiaj. Jediną kopalnią w Polsce która posiada takie rozwiązania jest kopalnia „Bogdanka”, która w bardzo krótkim czasie jest w stanie podać, ile posiada zasobów węgla opłacalnego, w zależności od ceny.

7

URABIALNOŚĆ POKŁADÓW WĘGLOWYCH

7.1 WPROWADZENIE

Urabialność węgla (skał), zdefiniowano jako podatność węgla do oddzielania części węgla (skały) od calizny oraz do rozdrabniania materiałami wybuchowymi, maszynami lub narzędziami. Urabialność węgla najczęściej wyraża się za pomocą tzw. wskaźnika urabialności. Wielkość wskaźnika ma istotny wpływ na moc, wydajność a także trwałość urządzeń urabiających. Wynika stąd, że ten parametr ma decydujący wpływ na energochłonność, instalowaną moc oraz gabaryty maszyny urabiającej, a tym samym wpływa na koszty zakupu i eksploatacji.

Duże moce instalowane na maszynach urabiających zwiększają gabaryty maszyn, wpływają na wzrost zagrożenia klimatycznego, zaburzenia w przepływie powietrza, zagrożenie metanowe, czy wreszcie konieczność wykonywania wyrobisk o większych przekrojach.

Dlatego pomiar urabialności węgla pozwoli na optymalny dobór parametrów eksploatacyjnych maszyn urabiających i może być jednym z decydujących czynników dla oceny możliwości efektywnej eksploatacji danej parceli czy pokładu węgla. Problem ten dotyczy zarówno urabiania węgla techniką strugową jak i kombajnową.

Urabialność w szerokim znaczeniu można definiować, jako interakcje pomiędzy urabianym materiałem a maszyną (narzędziem) urabiającym. W swej istocie jest to opór, jaki stawia urabiany (rozdrobniony) materiał, organowi urabiającemu maszyny. Dlatego urabialność zalicza się do właściwości mechanicznych urabianej kopaliny użytecznej (węgiel kamienny, brunatny, skały).

Jednoznaczne zdefiniowanie urabialności jest praktycznie niemożliwe ze względu na wpływ na nią bardzo wielu czynników – między innymi sposobu urabiania.

Urabialność traktowana jest również przez niektórych badaczy, jako właściwość technologiczna [3, 6, 8].

W zależności od techniki urabiania może być określana następująco:

przy wierceniu
przy urabianiu głębinowym
przy urabianiu odkrywkowym

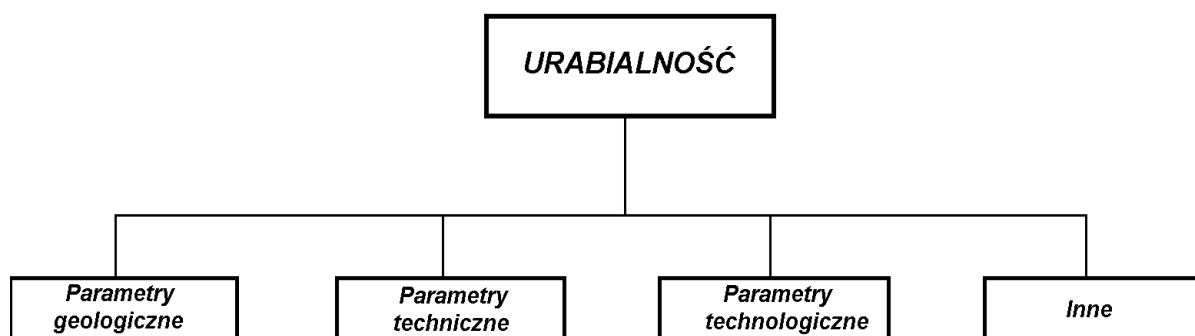
zwiercalność
urabialność, skrawalność
opór odspajania

W każdym z w/w procesów urabiania istotny jest proces technologiczny w nim zastosowany. Pomiędzy powyższymi procesami zależności są bardzo luźne. Dlatego wyniki uzyskane w jednym procesie urabiania nie można aproksymować na inny proces.

Proces urabiania można podzielić na aktywny i pasywny. Wpływ urabianego materiału na zużycie zastosowanego do tego procesu narzędzia, jest uznawane jako urabialność aktywna. Urabialność pasywna obejmuje wszystkie te parametry które mają wpływ na wnikanie w głąb narzędzia urabiającego i odspajanie części urobionej od calizny.

Pomiędzy urabialnością aktywną a pasywną można ustalić wzajemne relacje (zależności), które są określone pewnymi właściwościami kopaliny. Właściwości te mają wpływ na te dwie wielkości urabialności.

Proces urabiania który odbywa się w warunkach naturalnych z zastosowaniem konkretnej technologii jest procesem złożonym, najczęściej znacznie różni się od przyjętego modelu. Złożoność tego procesu przedstawiona została na rysunku 7.1 [61].



Rys. 7.1 Parametry wpływające na urabialność

Parametry geologiczne można wyznaczyć jako zespół właściwości fizycznych, mechanicznych i petrograficznych. Z punktu widzenia urabialności, wśród właściwości mechanicznych najistotniejsza to wytrzymałość na ściskanie. Natomiast na właściwości petrograficzne wpływ ma skład mineralny, udział minerałów twardych a także skład ziarnowy. Wpływ różnych właściwości może powodować wzrost lub zmniejszenie sił potrzebnych do urabiania. Natomiast pojedyncza właściwość nie może być decydującym parametrem, który decyduje o urabialności. Parametry te są niezmiennie, tzn. nie ma możliwości wpływu na ich zmianę.

Parametry techniczne są określone właściwościami narzędzia urabiającego, które jest ściśle związane z przyjętą technologią urabiania. Do tych właściwości można zaliczyć geometrię ostrza oraz materiał z którego zostało wykonane narzędzie. Wybór narzędzia dokonuje się przed rozpoczęciem procesu urabiania i nie dokonuje się zmiany w trakcie procesu urabiania, pomimo zmieniających się warunków geologiczno-górnictwowych.

Parametry technologiczne są określone parametrami technicznymi maszyny urabiającej. Zalicza się do nich prędkość obrotową głowicy, prędkość posuwu które z kolei określają wielkość bruzdy skrawu, wydajność. W przypadku braku pełnej automatyzacji procesu urabiania, na proces urabiania wpływ ma również czynnik ludzki. W trakcie całego procesu urabiania operator zmienia parametry urabiania w wyniku zmieniających się warunków geologiczno-

górnictw. Zmiana ta następuje w wyniku subiektywnych decyzji, a wynika ona z doświadczenia – mają one bardzo istotny wpływ na proces urabiania. Konsekwencją tych zmian są m.in. postęp, zużycie narzędzia, energochłonność.

Ostatnia grupa parametrów która ma wpływ na proces urabiania jest trudna do przewidzenia. Możemy tutaj zaliczyć stan naprężenia w strefie pracy maszyny urabiającej, jego wielkość a także zmieniający się skład petrograficzny oraz temperatura kopaliny.

Wynika stąd, że w miarę obiektywne określenie urabialności jest niemożliwe bez uwzględnienia w/w parametrów. Stąd do każdej technologii urabiania należy stosować inną metodę wyznaczania urabialności. Jak wynika z przeprowadzonej analizy, metody wyznaczania urabialności muszą się znacznie między sobą różnić. Dlatego też, mogą być stosowane różne metody wyznaczania urabialności tak w laboratorium (na stanowisku badawczym) jak i „in situ”.

7.2 PARAMETRY GEOLOGICZNE

7.2.1 Właściwości fizyczne skał

Podstawą w procesie urabiania skał jest znajomość właściwości fizycznych i mechanicznych skał (rys. 7.1 – parametry geologiczne) [2, 4, 5, 30, 61]. Pod pojęciem właściwości fizycznych skał rozumie się takie cechy jak:

- jednorodność,
- izotropowość (anizotropowość),
- ciągłość,
- porowatość,
- nasiąkliwość,
- gęstość,
- plastyczność.

Jednorodność występuje wtedy, gdy w każdym punkcie ciała, jego właściwości fizyczne są takie same. W przypadku skał (ziarnista budowa) wprowadzone zostało pojęcie „jednorodności statycznej”. Określenie to w przypadku skał wprowadza pojęcie skali – w tym przypadku środowisko materialne jest statycznie jednorodne, jeżeli każda jego podstawowa część (objętość) ma jednakowe właściwości fizyczne.

Masyw skalny (górotwór) jest w swej istocie układem różnych złóż mineralnych, czyli jest w zasadzie układem niejednorodnym. W rozważaniach na gruncie mechaniki górotworu przyjmuje się, że w obszarze wokół wyrobiska materiał skalny jest jednorodny.

Izotropowość – występuje wtedy, gdy jego właściwości fizyczne są niezależne od kierunku badania. Natomiast w przypadku występowania różnych wartości właściwości w zależności od kierunku, ośrodek taki jest anizotropowy. Bardzo często ośrodek wykazuje te dwie właściwości równocześnie, gdyż ze względu na jedną właściwość jest izotropowy, natomiast ze względu na inną – anizotropowy. Bardzo często w celu określenia stopnia

anizotropii wprowadza się współczynnik anizotropii. Jest to stosunek największej do najmniejszej wartości danej wielkości fizycznej.

W ośrodku skalnym, najczęściej spotykanym rodzajem budowy skał jest uwarstwienie. Ośrodek taki charakteryzuje się izotropią właściwości w płaszczyźnie warstwy i odmiennymi do tej warstwy właściwościami w kierunku prostopadłym.

Ciągłość ośrodka cechuje się tym, że dla dwóch dowolnie wybranych bliskich punktów różnica właściwości fizycznych będzie stosunkowo mała. Jednocześnie, ciało spełniające warunek ciągłości nie musi jednocześnie spełniać warunku ciągłości w innych właściwościach fizycznych czy mechanicznych. Szczególnie odnosi się to do ośrodka skalnego, jakim jest górotwór, który wykazuje liczne nieciągłości różniące się skalą rozmiarów w poszczególnych wydzielonych elementach strukturalnych. W miarę wzrostu stosunków rozmiarów próbki do rozmiaru poszczególnych ziaren, zanikać będzie wpływ nieciągłości na granicach ziaren, dlatego można z dużym przybliżeniem przyjąć, że próbka jest ciałem o ciągłym rozmieszczeniu masy. W masywie skalnym wyraźnymi powierzchniami nieciągłości są powierzchnie graniczne złóż skalnych o znacznie różniących się właściwościach fizycznych, a także różnego typu nieciągłości tektoniczne.

Porowatość skał jest wynikiem obecności w niej pustych przestrzeni (porów). Tą właściwość opisuje tzw. wskaźnik porowatości. Pory mogą być otwarte (łączące się między sobą) oraz zamknięte, czyli takie które nie mają między sobą połączeń. Pory mają wpływ na wytrzymałość skał.

Nasiąkliwość (zwana również wodochłonnością) – zdolność skał do wchłaniania i zatrzymywania cieczy dzięki porowatości. Skały charakteryzują się różnym stopniem nasiąkliwości – skały zwarte o mniejszej ilości porów (np. piaskowce) mniej absorbują cieczy w stosunku do skał o dużych otwartych porach. Natomiast skały ilaste (łupki, gliny) po wchłonięciu pewnej ilości cieczy pęcznieją, powiększając swoją objętość, w ostateczności stając się materiałem nieprzepuszczalnym.

Plastyczność skał – właściwość zmiany kształtu pod wpływem działania sił zewnętrznych bez wywołania pęknięć i utrzymania swego kształtu po ustaniu działania sił. Dużą plastycznością charakteryzują się skały ilaste (kaoliny, niektóre łupki).

7.2.2 Właściwości mechaniczne skał

Właściwości mechaniczne skał, zależą od takich czynników jak [6, 61]:

- rodzaju skał i ich pochodzenia,
- tektoniki skał (uskoki, szczeliny, rysy, pęknięcia, łupliwość),
- porowatości i wilgotności skał,
- wielkości, kształtu i wytrzymałości ziaren,
- spoiwa (lepiszcza),
- kierunku działania siły w stosunku do uławicenia.

Do decydujących właściwości mechanicznych skał zalicza się:

- wytrzymałość na ściskanie,
- wytrzymałość na rozciąganie,

- zwięzłość,
- twardość,
- sprężystość.

Zwięzłość skały jest cechą która charakteryzuje jej odporność na oddzielenie jej części od calizny za pomocą narzędzi. Z tą właściwością ściśle związana jest urabialność. Wraz ze wzrostem wskaźnika zwięzłości rośnie urabialność – skały są trudniej urabialne.

Urabialność skały jest to jej podatność na odspajanie sposobami górnictwymi, tj. za pomocą maszyn do urabiania lub materiałów wybuchowych.

W praktyce stosuje się różne sposoby pomiaru urabialności. Jednym z najprostszych sposobów jest pomiar ilości pracy potrzebnej do odspojenia i rozdrobnienia jednostki objętości skały – wyraża się to np. w J/m^3 . W zależności od zastosowanych środków do urabiania skał można wyróżnić urabialność [7, 9, 16]:

- strzelniczą, wyrażającą się liczbą kg materiału wybuchowego zużytego do urabiania 1 m³ skały,
- wiertniczą, czyli tzw. zwiercalność, mierzoną ilością czasu (w min) potrzebnego do odwiercenia np. 1 mb. otworu,
- urabialność mechaniczną, określaną wskaźnikiem urabialności (skrawalności) A, A ψ , WUB w kN/cm.

Zwięzłość skały zależy od jej składu, jednorodności, wielkości ziaren, jakości spoiwa. Zwięzłość skał nie jest cechą jednoznacznie określającą wytrzymałość skały, nie mówi o konkretnych właściwościach wytrzymałościowych skały, lecz charakteryzuje tą skałę w sposób pośredni. Tą właściwość uwzględnia się przy doborze metody urabiania. Parametr ten, (zwięzłość) opisywany jest za pomocą tzw. wskaźnika zwięzłości Protodiakonowa f . Im wyższa wartość wskaźnika, tym skała jest trudniej urabialna.

W latach 70 ubiegłego wieku wprowadzono w Polsce klasyfikację węgli w zależności od wartości wskaźnika urabialności wyznaczanego za pomocą przyrządu POS-1. Opierając się na klasyfikacji rosyjskiej przyjęto w Polsce osiem klas urabialności węgla z dodatkowym podziałem na kruche i zwięzłe w zależności od wartości kąta bocznego rozkruszenia ψ . Na podstawie przeprowadzonych badań oraz analiz stwierdzono, że pierwotnie przyjęta dla polskich węgli klasyfikacja jest rozbudowana, gdyż pewne klasy węgli w Polsce nie występują. Stąd konieczna stała się modyfikacja klasyfikacji polskich węgli. Zaproponowana została nowa klasyfikacja polskich węgli [2, 11] składająca się z trzech klas (tabela 7.1).

Tabela 7.1 Zmodyfikowany podział węgli, na kategorie wg stopnia trudności urabiania

Wskaźnik urabialności A kN/cm	Kąt bocznego rozkruszenia ψ°			Stopień trudności urabiania
	$\psi > 70^\circ$	$40^\circ < \psi \leq 70^\circ$	$\psi \leq 40^\circ$	
$A \leq 1.80$	I	-	-	łatwo urabialny
$1.81 < A \leq 3.00$	-	II	-	średnio urabialny
$A > 3.01$	-	-	III	trudno urabialny
	kruche W_k	twarde W_t	bardzo twarde W_{bt}	

Klasyfikacja ta jest obarczona pewnym błędem, gdyż została zbudowana w oparciu o pomiary urabialności węgla przyrządem POS-1, w którym nożem pomiarowym był nóż promieniowy. Jak wiadomo, aktualnie nie stosuje się noży promieniowych, tylko styczne (w szczególności styczno-obrotowe) i dlatego też klasyfikacja ta powinna zostać zweryfikowana.

7.3 PRZEGLĄD METOD BADANIA URABIALNOŚCI

W celu wyznaczenia właściwości calizny węglowej która określi podatność węgla na urabianie ścianowymi kombajnami bębnowymi pracującymi na zasadzie skrawania, koniecznym jest wprowadzenie takich metod badawczych które ustalą nam sumę oporów stawianych przez urabiany materiał (węgiel) przy oddzielaniu jego części od calizny i określi tzw. urabialność węgla. W procesie urabiania węgla następuje niszczenie ciągłości pokładu, wyrażające się zmianą objętości i kształtu rozdrobnionego węgla. Proces urabiania i rozdrabniania węgla jest związany z dynamicznym działaniem siły, dlatego też sposób wyznaczania urabialności musi zależeć od sposobu pracy maszyny urabiającej oraz musi uwzględniać fakt, że na urabialność węgla w danym miejscu mają istotny wpływ takie właściwości węgla jak [2, 3, 4, 5, 10, 12, 15]:

- rodzaj materiału węglowego (typ węgla),
- stan naprężenia w strefie zabioru pracy organu urabiającego,
- zmienności wartości siły skrawania w granicach grubości pokładu,
- występowanie i usytuowanie płaszczyzn osłabionej spójności,
- przerosty.

W górnictwie światowym stosuje się szereg metod wyznaczania urabialności węgla dla potrzeb mechanizacji urabiania które określane są różnymi sposobami i różnie interpretowane. Wskaźniki te (których ustanowiono wiele) [1, 2, 30] w różny sposób odzwierciedlają właściwości mechaniczne urabianego pokładu węgla. Można je podzielić na następujące grupy:

- 1 – metody laboratoryjne wyznaczania urabialności węgla,
- 2 – rejestracja parametrów wiercenia w pokładzie,
- 3 – pomiary kruszalności,
- 4 – pomiar sił skrawania nożem lub grupą noży.

W pracy zostały omówione metody, które znalazły najszersze zastosowanie przy doborze i lokalizacji ścianowych maszyn urabiających pracujących na zasadzie skrawania.

GRUPA 1 – do pierwszej grupy zalicza się między innymi takie metody jak:

Metoda wyznaczania wskaźnika urabialności „f” Protodiakonowa. Metoda ta polega na tłuczeniu próbek węgla (BN-77/8704-12) w ustalonych warunkach, określonej ilości węgla kamiennego, jego przerostów lub skał towarzyszących, a następnie oznaczaniu objętości otrzymanych ziaren o wielkości poniżej 0,5 mm. Na tej podstawie oblicza się wskaźnik

urabialności f . Wskaźnik urabialności f określony metodą Protodiakonowa to najczęściej stosowany w Polsce wskaźnik do określania urabialności.

Wskaźnik ten nazywany jest również wskaźnikiem zwięzłości. W tabeli 7. 2 pokazano ogólnie stosowaną klasyfikację skał w zależności od wartości wskaźnika f Protodiakonowa.

Tabela 7.2 Klasa skał w zależności od wartości f

Klasa	wskaźnik f	urabialność skał (węgli)
I	$< 0,4$	bardzo łatwo urabialne
II	$0,4 - 0,8$	łatwo urabialne
III	$0,8 - 1,4$	średnio urabialne
IV	$1,4 - 2,4$	trudno urabialne
V	$> 2,4$	bardzo trudno urabialne

Metoda energetyczna wyznaczania wskaźnika urabialności „U” określona została w oparciu o tzw. metodę energetyczną, która polega na poddawaniu naprężeniom ściskającym nieforemnych próbek węgla. W trakcie tych badań określa się wartość siły potrzebnej do częściowego zniszczenia próbki węgla i mierzy wartości jej odkształcenia pionowego. Wskaźnik ten przedstawia całkę naprężeń w funkcji odkształceń:

$$U = \int_0^{\varepsilon_k} \sigma_{(e)} d\varepsilon \quad (7.1)$$

W wyniku przeprowadzonych badań Główny Instytut Górnictwa sklasyfikował pokłady węgla pod względem urabialności „U” w sześciu klasach:

klasa I	$U = 0,30 \div 0,80 \cdot 10^{-1} \text{ MJm}^{-3}$	- węgle bardzo łatwo urabialne;
klasa II	$U = 0,81 \div 1,35 \cdot 10^{-1} \text{ MJm}^{-3}$	- węgle łatwo urabialne;
klasa III	$U = 1,36 \div 1,70 \cdot 10^{-1} \text{ MJm}^{-3}$	- węgle średnio urabialne;
klasa IV	$U = 1,71 \div 1,90 \cdot 10^{-1} \text{ MJm}^{-3}$	- węgle trudniej urabialne;
klasa V	$U = 1,91 \div 2,20 \cdot 10^{-1} \text{ MJm}^{-3}$	- węgle trudno urabialne;
klasa VI	$U > 2,20 \cdot 10^{-1} \text{ MJm}^{-3}$	- węgle bardzo trudno urabialne.

Jednokierunkowe ściskanie R_c . Tradycyjnym sposobem określania wytrzymałości węgla na jednokierunkowe ściskanie R_c jest poddanie próbki węglowej działaniu siły ściskającej na prasie hydraulicznej (BN-75/8704-07). Metoda ta polega na obciążeniu próbki w kształcie walca lub prostopadłościanu wzrastającą siłą aż do momentu zniszczenia wytrzymałościowego. Na wynik badania istotny wpływ ma tak zwana smukłość próbki, a także tarcie pomiędzy próbką a płaszczyznami wywołującymi nacisk. Przy badaniach próbek węgla o nieregularnym kształcie proponuje się pomiędzy próbkę a powierzchnie ściskające wkładanie papieru w celu wyznaczenia rzeczywistej powierzchni styku i uwzględnienie tej powierzchni styku przy wyznaczaniu wytrzymałości na ściskanie. Wytrzymałość wyznaczona tym sposobem jest zazwyczaj dwukrotnie większa niż wytrzymałość wyznaczona na próbkach o kształcie regularnym. Tak wyznaczona wartość R_c pozostaje w ścisłym związku z:

- wielkością badanej próbki;
- kierunkiem ściskania w stosunku do uwarstwienia.

Przeprowadzone badania wytrzymałości na jednokierunkowe ściskanie próbek węgla w kształcie prostopadłościanu o różnych wymiarach i różnych proporcjach wykazały, że

wytrzymałość na ściskanie jest ściśle związana z przebiegiem i ilością płaszczyzn osłabionej spójności, szczelin, mikroszczelin, porów w badanej próbce [2, 3]. Bardzo ważnym elementem, który należy uwzględnić w trakcie badań, jest tarcie występujące pomiędzy próbką a płaszczyznami docisku.

Istotny wpływ na wynik badania ma tzw. smukłość próbki, która wyrażona jest zależnością [1, 2]:

$$\varphi = \frac{h_{\rho}}{d} \quad (7.2)$$

Baron [1] podał wzór umożliwiający obliczenie wartości wytrzymałości na jednokierunkowe ściskanie R_c próbek o różnych średnicach. Jeżeli znana jest wytrzymałość materiału próbki o określonej średnicy, przy założeniu że $d_1 = h_1$ i $d_2 = h_2$, wówczas:

$$R_c = R_{c1} \sqrt[3]{\frac{d_2}{d_1}} \quad (7.3)$$

Inny wzór na wytrzymałość próbek poddanych jednokierunkowemu ściskaniu podał Woblikow i Protodiakonow. Wytrzymałość na ściskanie próbek nieregularnych oblicza się z zależności [2, 30]:

$$R_{cn} = P_k \left(\frac{\rho}{m} \right)^{\frac{2}{3}} \quad (7.4)$$

Wzór ten jest ważny dla próbek o masie mniejszej od 100 g.

Pomiędzy tak wyznaczoną wytrzymałością a wytrzymałością określoną na próbkach o kształcie regularnym zachodzi następujący związek [1]:

$$R_c = 5,3 R_{cn} \quad (7.5)$$

Bardzo często przy badaniach próbek węgla o nieregularnym kształcie proponuje się umieszczenie pomiędzy próbką a powierzchnie dociskające papieru w celu uzyskania rzeczywistej powierzchni styku i uwzględnienie tej powierzchni styku przy wyznaczaniu wytrzymałości na ściskanie [1].

$$R_c = \frac{P_k}{F} \quad (7.6)$$

W ITG „KOMAG” w celu określenia wytrzymałości węgla na jednokierunkowe ściskanie R_c wykorzystano metodę ultradźwiękową. Wykazano, że moduł akustyczny H jest następującym iloczynem [54, 55]:

$$H = \rho V_L V_T \quad (7.7)$$

Ponieważ $R_c = f(V_L, V_T)$, wytrzymałość węgla na ściskanie można wyznaczyć z następującego wzoru [54, 55]:

$$R_c = \frac{M}{N - \rho \cdot V_L \cdot V_T} \quad (7.8)$$

Wyznaczone stałe złożowe (M, N) można wykorzystywać do określenia właściwości węgla z danego złoża przez cały okres jego eksploatacji [54, 55].

Zakładając, że stosunek prędkości fali podłużnej do poprzecznej jest wielkością stałą i zmienia się w niewielkim zakresie, moduł akustyczny można zdefiniować następująco:

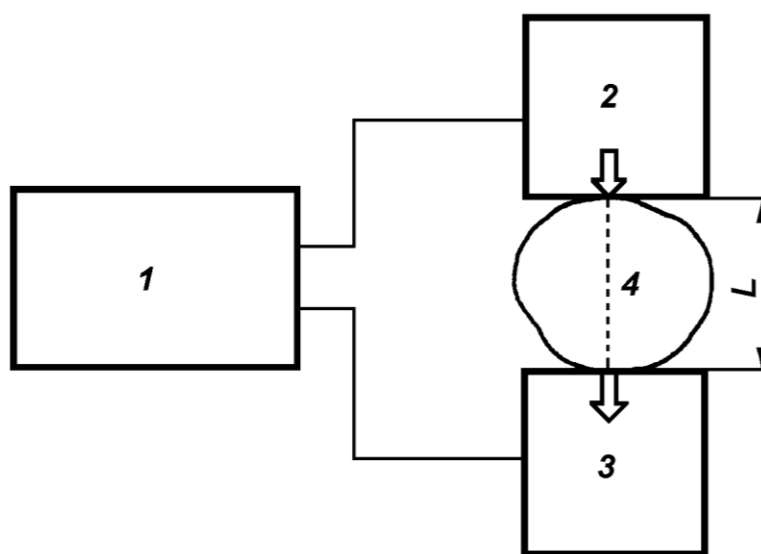
$$H = \rho V_L^2 \quad (7.9)$$

Wstawiając wzór (7.9) do wzoru (7.8) otrzymano:

$$R_c = \frac{M}{N - H} \quad (7.10)$$

Zależność wytrzymałości na jednokierunkowe ściskanie $R_c = f(H)$ wyznaczono doświadczalnie, mierząc prędkość przechodzenia fali podłużnej przez próbkę węglową oraz gęstość węgla ρ .

Pomiary zostały przeprowadzone zgodnie z normą NZ-OBRTG-21 [54, 55], na stanowisku badawczym do pomiarów prędkości przechodzenia fali ultradźwiękowej przez próbki węgla (rys. 7.2).



Rys. 7.2 Schemat stanowiska do pomiarów prędkości przechodzenia fali ultradźwiękowej przez węgiel

Miernik czasu propagacji fali 1 współpracuje z parą głowic ultradźwiękowych: nadawczą 2 i odbiorczą 3, które połączone są za pomocą przewodów koncentrycznych. Głowica nadawcza pobudzana impulsami elektrycznymi emituje falę ultradźwiękową o częstotliwości 0,04 MHz. Fala ta, przechodząc przez badaną próbkę 4, odbierana jest przez głowicę umieszczoną po przeciwnej stronie próbki 3. Czas t_p przejścia fali ultradźwiękowej przez próbkę mierzy się z dokładnością 0,1 s prostopadłe do uwarstwienia węgla. Drogę przejścia L zmierzono z dokładnością do 0,1 mm.

Prędkość V_L , która jest potrzebna do wyznaczenia ze wzoru (7.10) wartości R_c , została wyznaczona z następującej zależności:

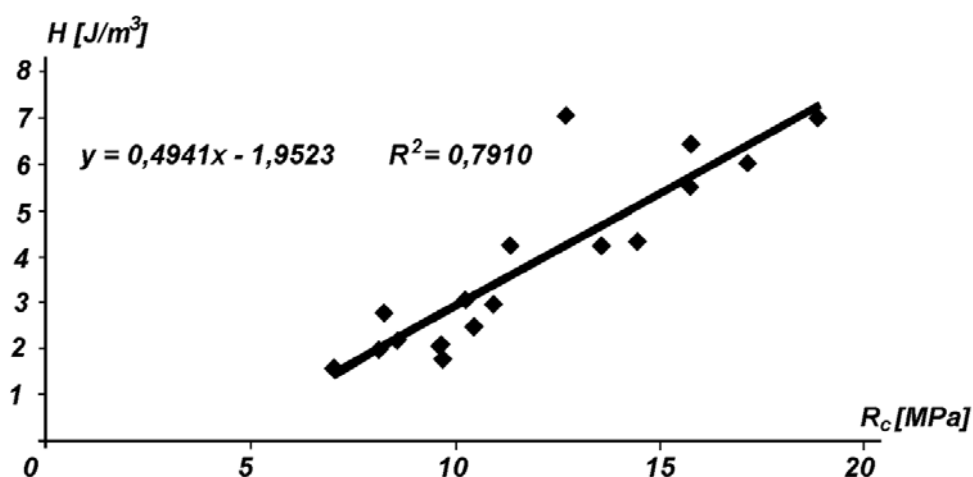
$$V_L = \frac{L}{t_p} \quad (7.11)$$

Moduł akustyczny H wyznaczony został ze wzoru (7.9), natomiast R_c ze wzoru (7.10).

Zależność powyższą, $H = f(R_c)$, przedstawiono na rysunku 7.3.

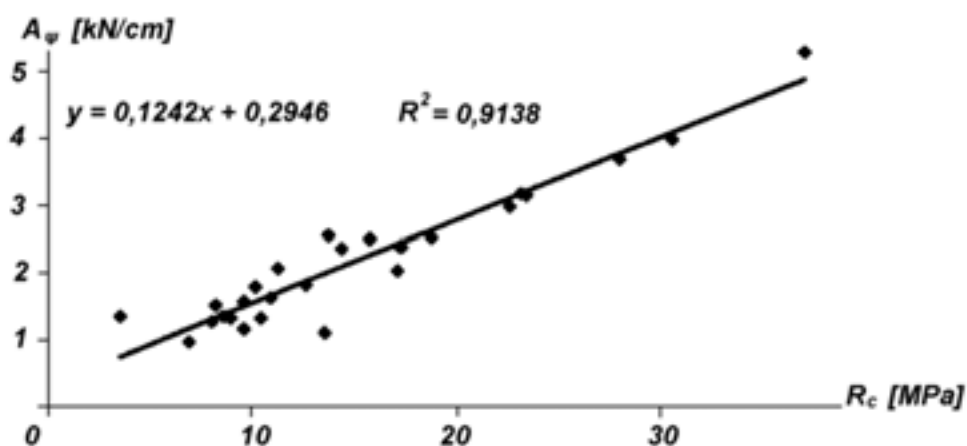
W Polsce wskaźnik urabialności A , A_ψ wyznaczany był za pomocą przyrządu POS-1, natomiast wytrzymałość na jednokierunkowe ściskanie R_c wyznaczana jest dwoma różnymi metodami:

- „tradycyjnymi”,
- ultradźwiękową.



Rys. 7.3 Liniowa funkcja regresji $H = f(R_c)$

W ITG „KOMAG” przeprowadzono badania wskaźnika urabialności A przyrządem POS-1 oraz wytrzymałość R_c metodą ultradźwiękową, ponadto niezależnie w Instytucie Mechanizacji Górnictwa Wydziału Górnictwa i Geologii Politechniki Śląskiej, przeprowadzono pomiary "in situ" wskaźnika urabialności A_ψ oraz wartości wytrzymałości na jednokierunkowe ściskanie R_c metodą „tradycyjną”. Na tej podstawie wyznaczono przebieg funkcji $A_\psi = f(R_c)$ (rys. 7.4).



Rys. 7.4 Liniowa funkcja regresji $A_\psi = f(R_c)$

Przy urabianiu skał zasadnicze znaczenie mają płaszczyzny o zmniejszonej spoiwości (łupność, kliważ, szczelinowatość, uławicenie). W tych płaszczyznach skała charakteryzuje się zdecydowanie mniejszymi wartościami właściwości mechanicznych (R_c , R_r), w stosunku do innych płaszczyzn. Parametr ten, wpływa na sposób urabiania.

Tabela 7.2 Podział skał ze względu na R_c

Lp.	Klasa skał	Wartość R_c
1	bardzo słabej wytrzymałości	< 15 MPa
2	słabej wytrzymałości	15 MPa÷0 MPa
3	średniej wytrzymałości	60 MPa÷120 MPa
4	dużej wytrzymałości	120 MPa÷200 MPa
5	bardzo dużej wytrzymałości	> 200 MPa

Podział skał, biorąc pod uwagę wytrzymałość na ściskanie R_c badaną w stanie normalnej wilgotności (stan powietrznosuchy), przedstawiony został w tabeli 7.2.

Wytrzymałości skał na rozciąganie i zginanie są znacznie mniejsze niż wytrzymałość na ściskanie. Osiągają one wartości:

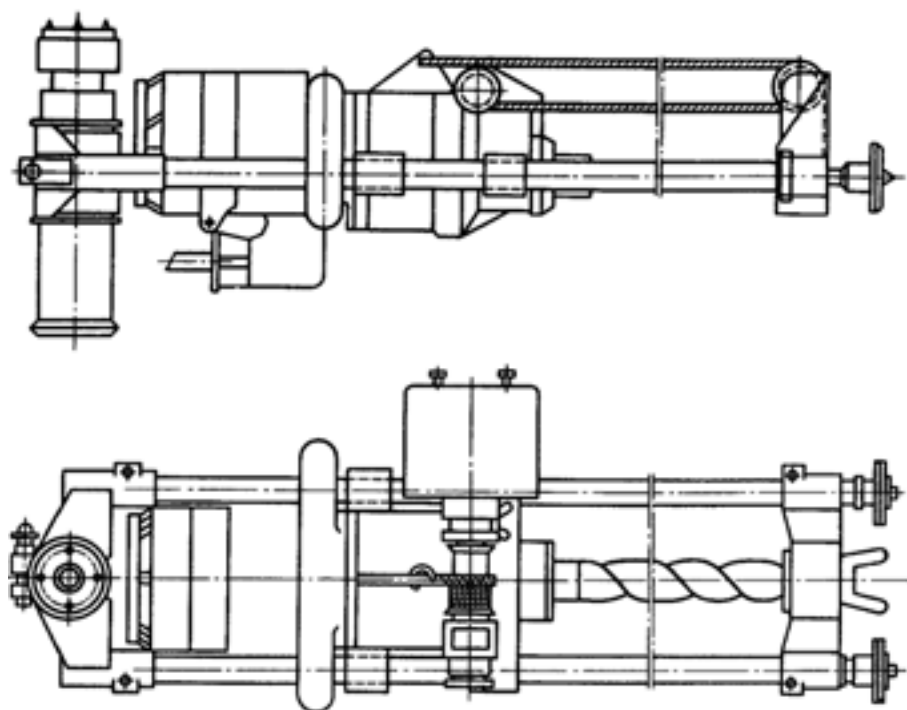
- wytrzymałość na rozciąganie około 5 do 10% wartości R_c ,
- wytrzymałość na zginanie około 25 do 30% wartości R_c .

Ogólna klasyfikacja skał ze względu na urabialność (intuicyjna, uwzględniająca twardość, kruchość i inne cechy mechaniczne) przedstawia się następująco:

- sypkie,
- miękkie,
- kruche,
- twarde,
- bardzo twarde.

W górnictwie głębinowym węgla kamiennego mamy najczęściej do czynienia z czterema rodzajami skał, gdyż skały sypkie jeżeli już, to występują bardzo sporadycznie – praktycznie nie występują.

GRUPA 2 – do tej grupy należy metoda wykorzystująca przyrząd SDM [30], (wiertło dynamometryczne), stosowana głównie w Rosji (rys. 7.5). Wskaźnik urabialności wyznaczany za pomocą przyrządu SDM-1 określa się na podstawie wielkości momentu obrotowego na żerdzi w czasie wiercenia otworu w czole wyrobiska. Udział oporów usuwania zwiercin z otworu w ogólnych oporach wiercenia jest zmienny w zależności od węgla. Z uwagi na odmienny charakter i kierunek wykonywania skrawów pomiarowych przyrządem SDM oraz maszyn pracujących na zasadzie skrawania wyniki uzyskane tą metodą nie mogą stanowić podstawy do określenia oporów urabiania ścianowymi kombajnami bębnowymi.

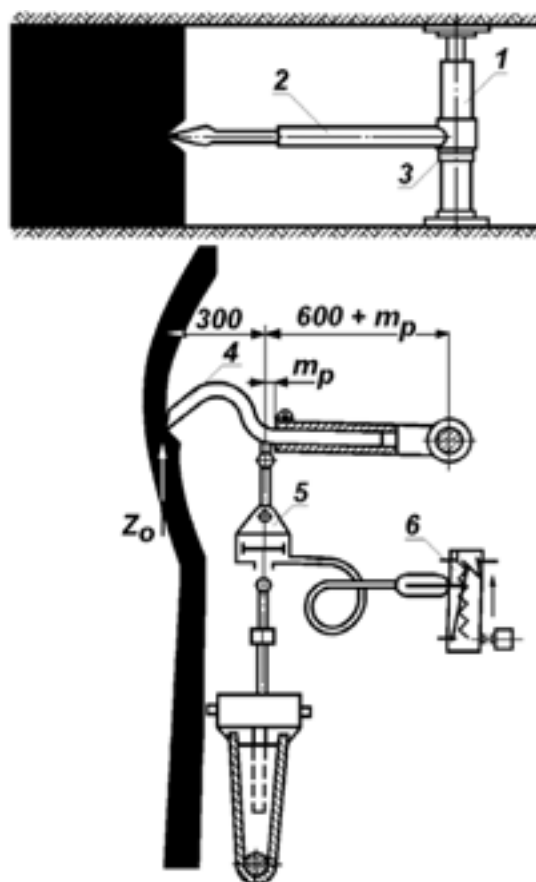


Rys. 7.5 Przyrząd SDM-1

GRUPA 3 – to pomiar kruszalności węgla. Jedną z szerzej stosowanych metod określania kruszalności węgla, a przez to pośrednio wskaźnika urabialności jest metoda opracowana w Mitsui Miike Machinery Co., Ltd. Próbkę do badań pobiera się z punktów pomiarowych czoła ściany. W każdym punkcie pomiarowym pobiera się dwie próbki węgla z tego samego przekroju stratygraficznego. W następnej kolejności próbki te są rozdrabniane i umieszczone w specjalnej skrzyni nad stalową płytą, gdzie w wyniku nagłego otwarcia dna skrzyni spadają na metalową płytę ulegając rozdrobnieniu. Określany jest udział klas ziarnowych na podstawie których określa się udziały procentowe poszczególnych klas oraz współczynnik odniesienia. Kruszalność oznaczona przez F_D jest wyznaczona jako różnica sumarycznego udziału procentowego oraz sumy iloczynów udziałów procentowych poszczególnych klas i współczynników odniesienia. Metoda ta oddaje właściwości calizny węglowej, jednak nie ma tutaj ścisłego związku między charakterem pracy maszyn urabiających na zasadzie skrawania a podatnością na urabianie. Metoda ta nie uwzględnia takich czynników jak: stan naprężenia w strefie zabioru pracy organu urabiającego, zmienności wartości siły skrawania w granicach grubości pokładu, występowanie i usytuowanie płaszczyzn osłabionej spójności i przerostów.

GRUPA 4 – pomiar sił skrawania za pomocą noża (lub grupy noży), wykonuje się przy zastosowaniu specjalnych przyrządów:

– Rosja – DKS, UD, Lubimowa [30].



Rys. 7.6 Przyrząd DKS-2

Za pomocą przyrządu DKS-2 (rys. 7.6), możliwe jest prowadzenie pomiarów oporów urabiania wyłącznie w płaszczyźnie równoległej do stropu i spągu, co nie odpowiada charakterowi pracy ścianowego kombajnu bębnowego. Siła skrawania mierzona była dynamometrem hydraulicznym z rejestratorem 6.

Dla uśrednienia wyników pomiarów wykonywało się 4-6 skrawów pomiarowych o tych samych parametrach w danym punkcie pomiarowym.

Siła skrawania (w N), określana była z wzoru:

$$P_s = 0,96 \cdot P_c \frac{L_e}{L_u} \quad (7.12)$$

gdzie:

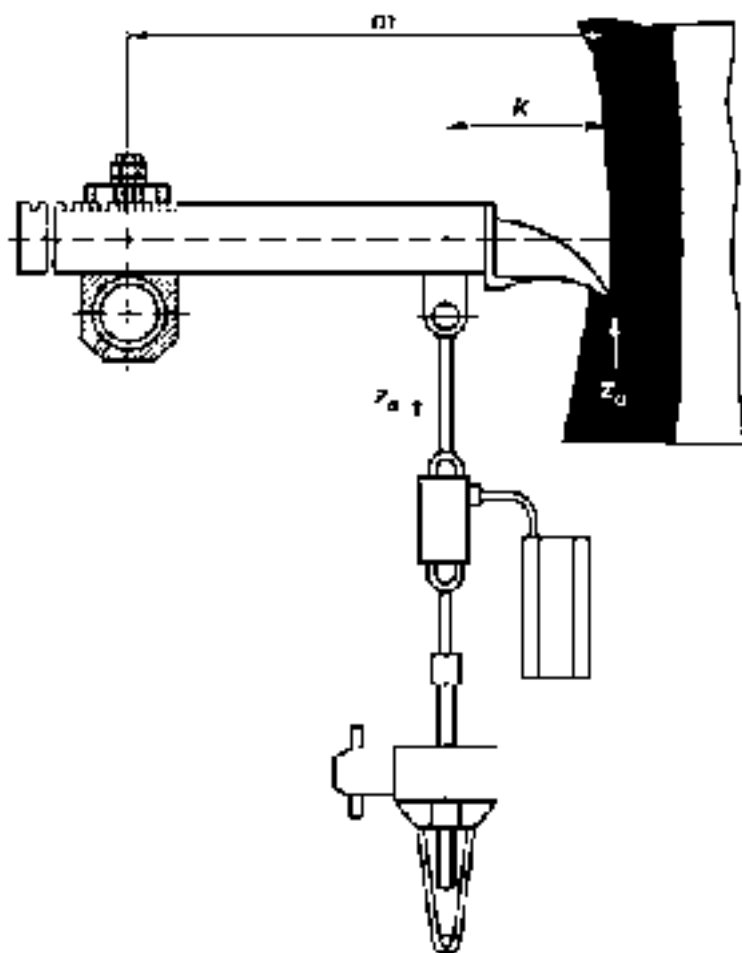
0,96 – współczynnik uwzględniający nieprostokątność liny ciągnącej do osi ramienia,

P_c – siła ciągnąca w linie.

Wskaźnikiem urabialności węgla przyjętym w tej metodzie jest wielkość A , wyrażająca iloraz średniej siły skrawania F_s do głębokości skrawu g :

$$A = \frac{F_s}{g} \quad (7.13)$$

Udoskonaloną wersją przyrządu DKS-2, był przyrząd DKS-4 (rys. 7.7).



Rys. 7.7 Przyrząd DKS-4

Siła skrawania Z_o wyznaczana była z następującego wzoru:

$$Z_o = 0,96 \cdot Z_a \frac{m - k}{m}$$

gdzie:

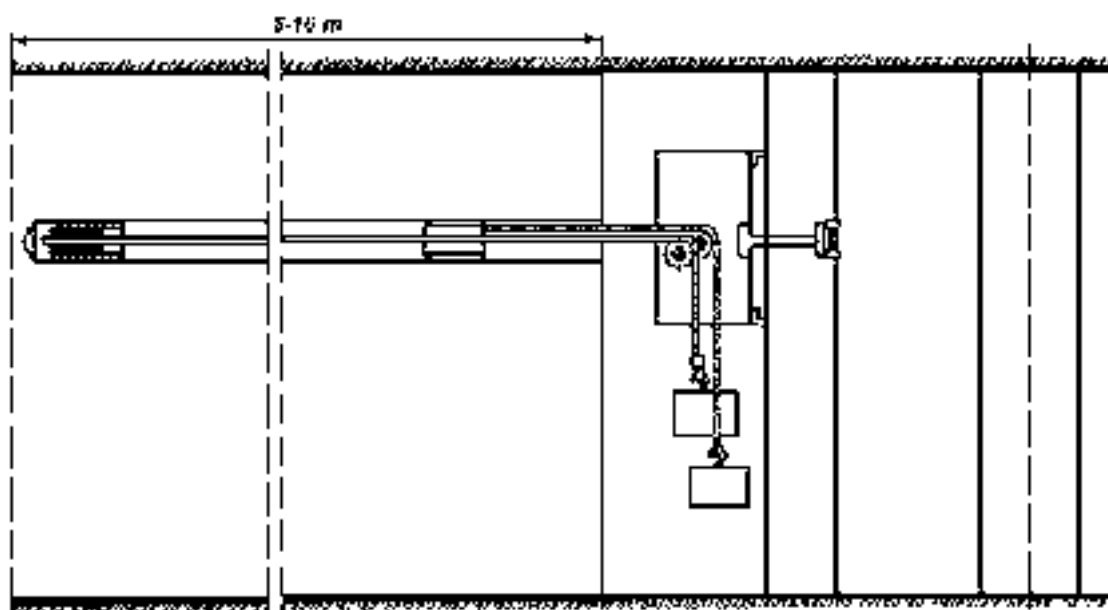
Z_o – siła skrawania wyznaczona za pomocą przyrządu DKS-4,

Z_a – siła skrawania zmierzona przyrządem DKS-4,

m – odległość noża od miejsca mocowania przyrządu,

k – odległość noża od osi przyrządu

Odmienne inną zasadą działania charakteryzował się przyrząd UD-2 (rys. 7.8) [30]. Siłę skrawania węgla mierzono wzdłuż wcześniej przygotowanych w caliznie węglowej otworach.



Rys. 7.8 Przyrząd UD-2

Długość otworów wynosiła od 8 do 10 metrów. Pomiar był wykonywany wewnątrz otworów w ścianie węglowej, dlatego też uzyskane wyniki uwzględniały m.in. stan naprężenia górotworu w strefie zabioru, łupliwość, uławicenie.

Przyrządy te umożliwiały przeprowadzenie pomiarów oporów skrawania wyłącznie w płaszczyźnie równoległej do stropu lub spągu, co eliminowało ich przydatność do badań w pokładach z licznymi i pofałdowanymi „wkładkami” warstw o różnych właściwościach mechanicznych.

Ponieważ sposób pomiaru oraz charakter pracy przyrządów SDM-1 i DKS-2, DKS-4 jest skrajnie odmienny, toteż transformacja wyników pomiarów i przeliczanie z przyrządu SDM-1 na DKS nie posiada podstaw merytorycznych. Ponadto przyrząd umożliwia prowadzenie pomiarów oporów urabiania wyłącznie w płaszczyźnie równoległej do stropu i spągu, co nie odpowiada charakterowi pracy ścianowego kombajnu bębnowego.

– DMT opracowany w Deutsche Montan Technologie w Essen (Niemcy) [56] przyrząd który stosuje się głównie w celu lokalizacji strugów węglowych (rys. 7.9).

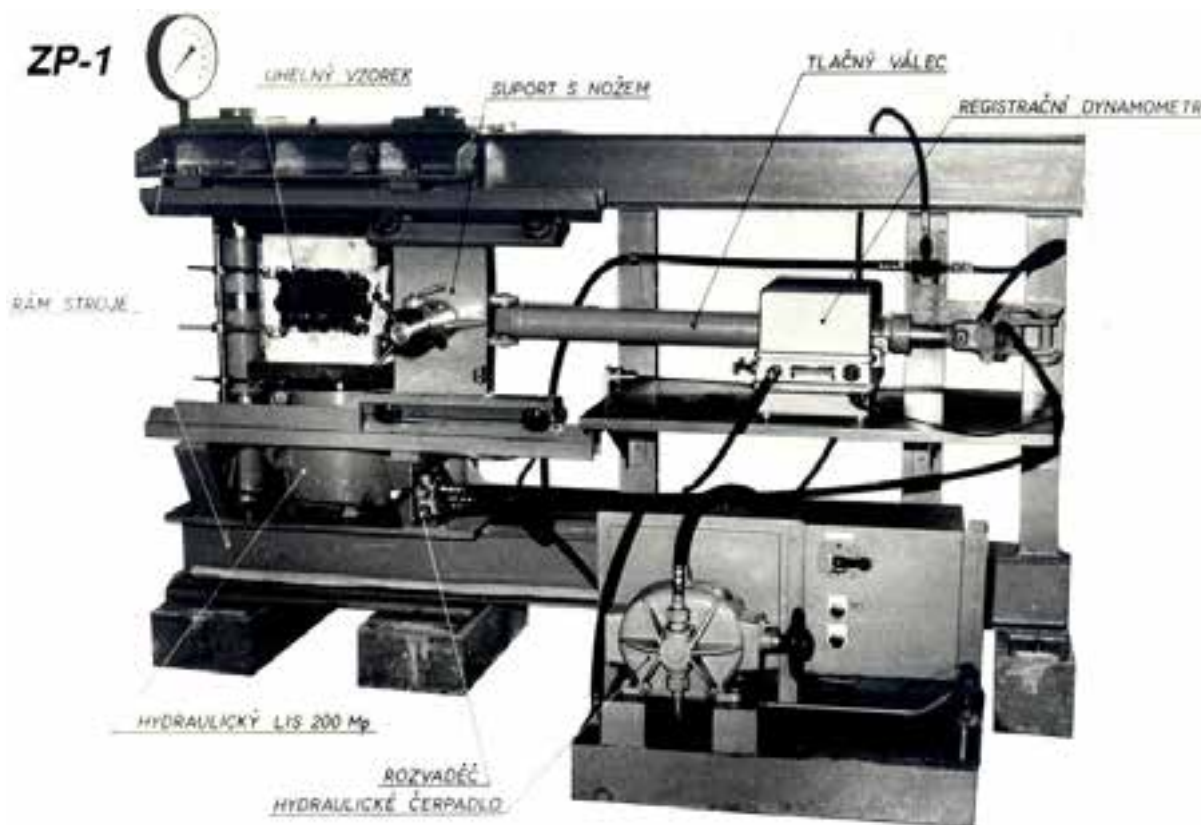
Urządzenie posiada głowicę skrawającą z pięcioma nożami, przesuwaną za pomocą łańcucha i prowadzoną w prowadniku zamocowanym do dwóch stojaków rozpartych w wyrobisku ścianowym. W urządzeniu tym, wartość siły potrzebnej do skrawania skały węglowej, mierzona na jednym ze skrawających noży, przy stałej głębokości skrawu (2 cm). Wartość tej

siły, jest podstawą do klasyfikacji urabialności węgla oraz doboru maszyn w ścianie węglowej.



Rys. 7.9 Przyrząd DMT

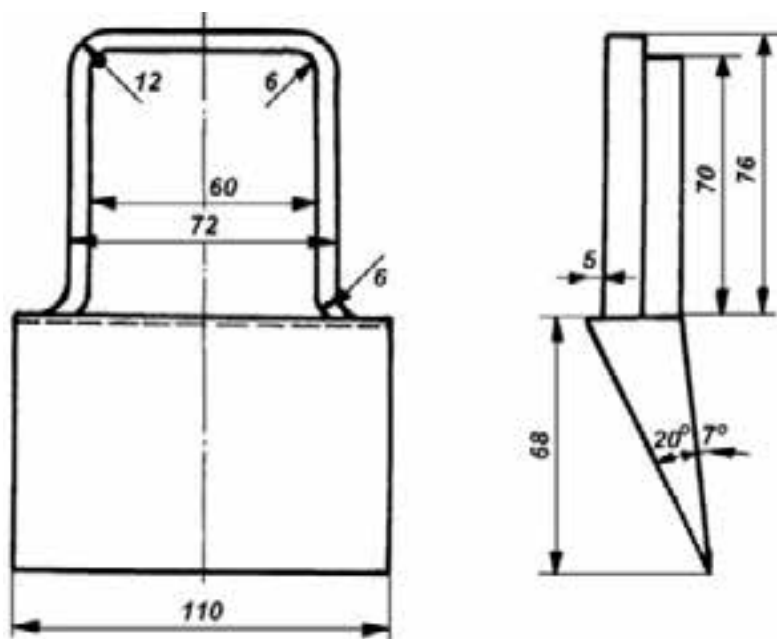
– ZP-1 (Czechy) (rys. 7.10).



Rys. 7.10 Przyrząd do określania skrawalności ZP-1

Badania były prowadzone w VVUU w Ostrawie-Radwanicach, na specjalnie do tego celu zbudowanym stanowisku badawczym (rys. 7.10). W trakcie wykonywania skrawów pomiarowych rejestrowana była siła skrawania w funkcji drogi noża za pomocą rejestratora graficznego współpracującego z czujnikiem hydraulicznym wbudowanym w układ hydrauliczny zasilający siłownik przyrządu.

Metoda ta polega na pomiarze siły skrawania nożem próbnym (rys. 7.11) i określenie na tej podstawie podatności węgla na urabianie, który jest reprezentowany przez wskaźnik urabialności B w N/cm.



Rys. 7.11 Nóż wyrównawczy przyrządu ZP-1

$$B = \frac{F_{sr}}{g} \quad (7.14)$$

gdzie:

F_{sr} – średnia siła skrawania wyznaczona na podstawie 3-5 skrawów pomiarowych,
 g – głębokość skrawu.

Do wyrównania powierzchni używany był nóż wyrównawczy o szerokości 110 mm (rys. 7.11), natomiast do pomiarów zakładano nóż próbny (rys. 7.12) o szerokości 20 mm. Skraw pomiarowy wykonywano na głębokość 20 mm.

Charakter pracy urządzenia ZP-1 odpowiada charakterowi pracy struga i dlatego otrzymane wyniki służyły jedynie do lokalizacji strugów.

Brak możliwości prowadzenia tym przyrządem skrawów pionowych uniemożliwia stosowanie tej metody przy atestacji ścianowych kombajnów bębnowych.

Nóż pomiarowy posiadał kształt dłuta o szerokości 20 mm, kącie natarcia 40° , kącie ostrza 43° i kącie przyłożenia 7° (rys. 7.12). Kształt i geometrię noża przyjęto jako optymalną na podstawie przeprowadzonych szeregu prób i badań.

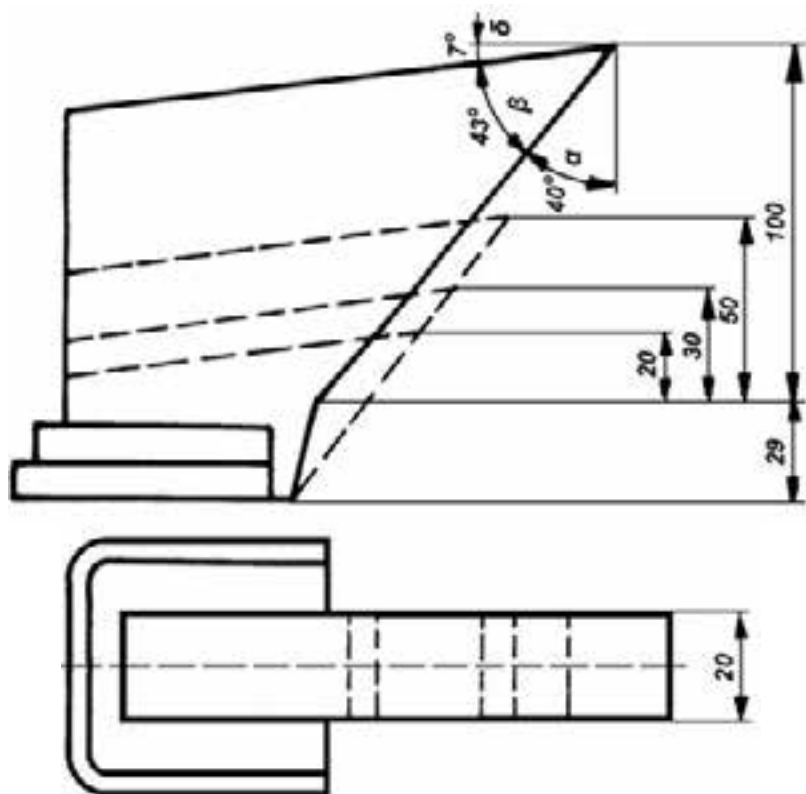
Przyjęty wskaźnik urabialności B określono jako iloraz średniej wartości oporów skrawania φF i głębokości skrawu h :

$$B = \frac{\varphi F}{h} \quad (7.15)$$

gdzie:

φF – średnia wartość oporu skrawania w N, uzyskana poprzez podzielenie całkowitej energii skrawania (zarejestrowanej na wykresie przez urządzenie rejestrujące) przez drogę jaką przebył nóż pomiarowy podczas pomiaru,

h – głębokość skrawu.



Rys. 7.12 Nóż pomiarowy przyrządu ZP-1

Wiadomo, że wraz ze zmianą głębokości skrawu zmienia się wartość siły skrawania. Dla prób prowadzonych dla różnych głębokości skrawu, wskaźnik skrawalności B wyznaczono z następującego wzoru:

$$B = \frac{\frac{\varphi F_1}{h_1} + \frac{\varphi F_2}{h_2} + \dots + \frac{\varphi F_n}{h_n}}{n} \quad (7.16)$$

gdzie:

$\varphi F_1, \varphi F_2, \dots, \varphi F_n$ – średnie wartości oporów skrawania dla głębokości odpowiednio: h_1, h_2, h_n
 n – ilość pomiarów.

Niedogodnością przyrządu ZP-1 jest to, że jego konstrukcja nie zezwala na pomiar oporów skrawania warstw zalegających w bezpośrednim sąsiedztwie ze spągim i stropem wyrobiska, a tym samym na określenie stopnia trudności odspajania węgla od warstw otaczających złoża.

- IN-SEAM TESTER (USA) który działa na zasadzie tensometrycznego pomiaru sił działających na nóż skrawający. Pomiary prowadzone przy użyciu tego przyrządu są bardzo pracochłonne, wyniki natomiast dość dokładnie oddają nam właściwości urabianej calizny węglowej.
- CERCHAR (Francja). Jednym z etapów tej metody opracowanej w Ośrodku Cerchar przy współpracy ze Szkołą Górniczą w Paryżu jest pomiar sił skrawania pojedynczym nożem w warunkach laboratoryjnych. Pomiary sił skrawania prowadzono na modelach głowic urabiających w skali 1:6, a następnie 1:1, a także na obiektach rzeczywistych w kopalniach Zagłębia Lotaryńskiego. Dokonywany był pomiar składowych sił wywieranych na urabianą skałę a mianowicie: składową styczną nazwaną siłą skrawania F_s oraz normalną

F_d zwaną siłą docisku. Na podstawie tych pomiarów wyznaczono siłę skrawania która charakteryzuje nam urabialność węgla.

Wszystkie wymienione przyrządy cechuje złożoność konstrukcji przyrządów, pracochłonność wykonania pomiarów a także konieczność wykonania specjalnych wnęk czy otworów.

7.4 BADANIA URABIALNOŚCI WĘGLA W POLSCE

W Polsce, w badaniach urabialności węgla posługiwano się różnymi metodami zarówno laboratoryjnymi przy użyciu różnego typu przyrządów, jak i bezpośrednio w wyrobisku eksploatacyjnym. W dotychczasowej praktyce górniczej podział klasyfikacyjny pokładów węglowych ze względu na urabialność, oparty był głównie o wartość wskaźnika zwięzłości Protodiakonowa f , wskaźnika energetycznego U , a także ze względu na wartość wskaźnika urabialności A .

Pobieranie próbek w postaci brył węglowych jest bardzo uciążliwe i ogranicza się w zasadzie do ich pobierania z miejsc odkrytych, łatwodostępnych i posiada charakter przypadkowy.

Węgiel jest materiałem anizotropowym o różnych właściwościach mechanicznych poszczególnych jego składników, dlatego też wymaga dokładnych pomiarów w celu ustalenia właściwej technologii urabiania oraz doboru odpowiednich maszyn i urządzeń.

Dotychczasowe pomiary urabialności obok swej uciążliwości były kosztowne, a wyniki często fałszywe, gdyż nie uwzględniały np. wpływu ciśnień eksploatacyjnych górotworu.

Prawie czterdzieści lat temu jako reprezentatywny dla ustalenia podatności węgla na urabianie ścianowymi maszynami pracującymi na zasadzie skrawania przyjęto wskaźnik urabialności A . Przyjęta w Polsce przez ITG „KOMAG” klasyfikacja urabialności ze względu na wskaźnik A , adaptowano z badań rosyjskich opartych na pomiarze wskaźnika urabialności A przyrządem SDM-1, z transformacją na przyrząd DKS [30]. Bez głębszej analizy przyjęto (za badaniami rosyjskimi) podział węgla na kruche i zwięzłe w zależności od kąta bocznego rozkruszenia ψ .

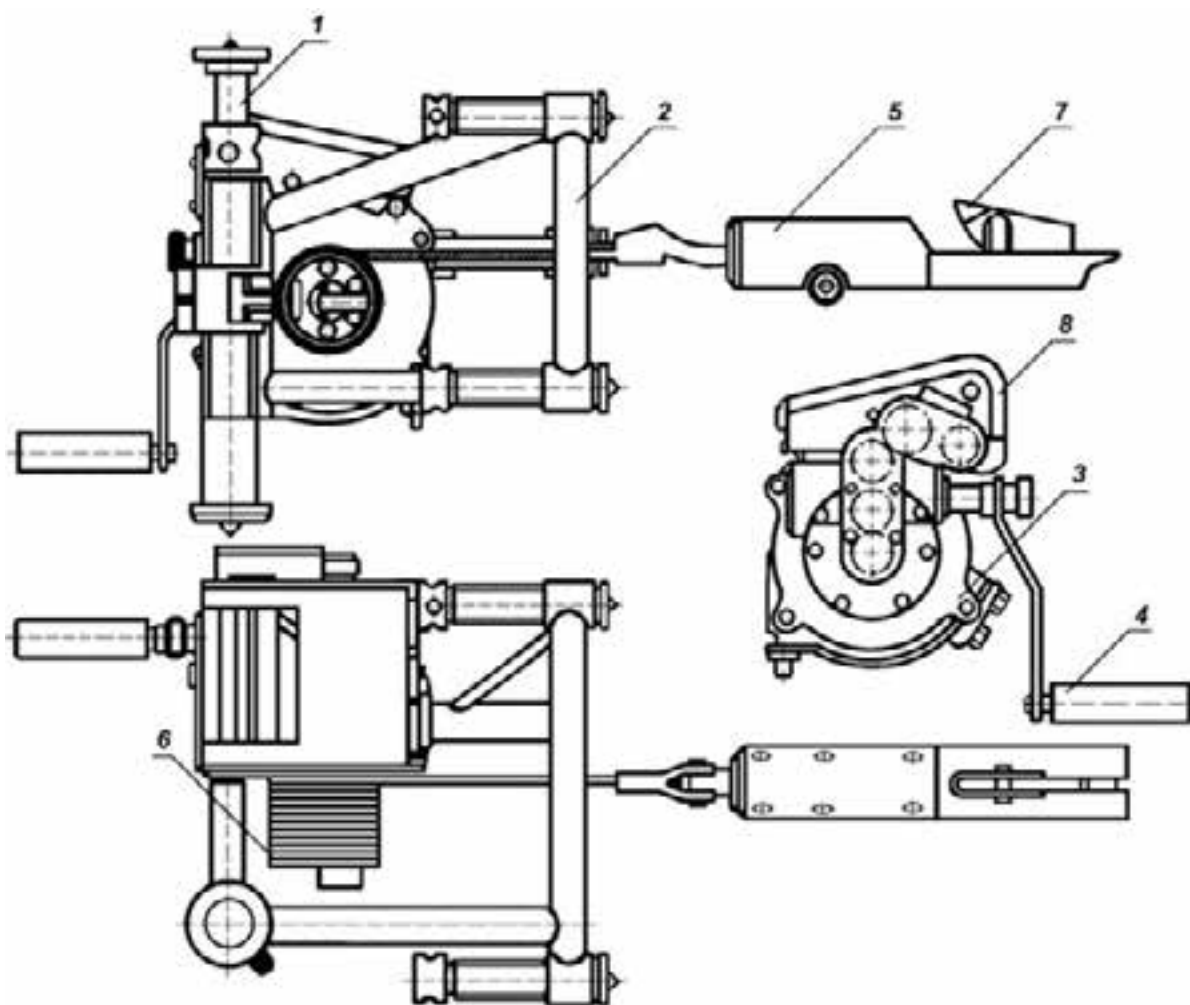
7.4.1 METODY OCENY URABIALNOŚCI WĘGLA W POLSCE

7.4.1.1 Metoda określania urabialności węgla przy użyciu przyrządu Sikory

Istotą tej metody jest pomiar siły skrawania na pobocznicach otworów o średnicy 100 mm i długości 1 m, wywierconych w pokładzie w kierunku prostopadłym do czoła przodka.

Jako wskaźnik urabialności w tej metodzie przyjęto stosunek średniej siły skrawania nożem próbnym do głębokości skrawu. Przyrząd Sikory (rys. 7.13) wyposażony był w prostokątny nóż skrawający 7 osadzony na wysięgniku 5.

Konstrukcja uchwytu noża umożliwia zmianę głębokości skrawu. Przesuw noża wzdłuż otworu realizowany był za pomocą urządzenia ciągnowego z przekładnią 3 i korbą 4.



Rys. 7.13 Przyrząd Sikory

Wielkość siły skrawania mierzona była za pomocą dynamometru sprężynowego który był osadzony w głowicy przyrządu. Wartość ta przekazywana była na bęben który rejestrował siłę w funkcji drogi noża. Mocowanie przyrządu w wyrobisku odbywało się za pomocą uzębionych rozpór 1 zaopatrzonych w ograniczniki 2.

Dla uchwycenia wpływu kierunku łupliwości pokładu wierciło się zespół 3 otworów w każdym miejscu pomiarowym w kierunkach: -45° , 0° , $+45^\circ$, względem normalnej do czoła przodka (otwory usytuowane były w płaszczyznach równoległych). Następnie za pomocą przyrządu w każdym otworze wykonywano po 5 skrawów pomiarowych o głębokości 1-4 mm (głębokość skrawu mierzona była na podstawie odcisku bruzdy w plastelinie). Uzyskane wyniki pomiarów sił skrawania oraz głębokość skrawu dla danego miejsca pomiarowego była uśredniana.

Pomiar cechował się znaczną pracochłonnością wykonywania całej siatki otworów oraz małym przekrojem skrawu pomiarowego względem przekrojów skrawów wykonywanych przez noże maszyn urabiających. Metoda ta w małym stopniu uwzględniała wpływ łupliwości pokładu, co czyniło tę metodę mało dokładną.

7.4.1.2 Metoda określania urabialności węgla przy użyciu przyrządu Potępskiego

Metoda określania urabialności węgla przy użyciu przyrządu Potępskiego polegała na pomiarze sił skrawania węgla w pokładzie za pomocą noża pomiarowego.

Ustalenie przyrządu w miejscu pomiarowym odbywało się poprzez kotwienie go w czole badanego przodka. Skraw pomiarowy wzdłuż wyrównanego czoła przodka realizowany był poprzez napęd od ręcznej korby, przekładnię ślimakową z liną nawiniętą na bęben. Nóż pomiarowy jest osadzony w suporcie który współpracuje z prowadnicami przymocowanymi do ramy przyrządu. Możliwość przesunięcia prowadnic suportu względem korpusu pozwalała na wykonanie skrawów pomiarowych wg żądanej między nimi odległościami. Konstrukcja przyrządu umożliwiała również regulację głębokości skrawu.

Miarą urabialności K_s wg tej metody jest stosunek pracy skrawania do objętości skrawu, lub stosunek średniej siły skrawania do przekroju bruzdy.

$$K_s = \frac{L_s}{V_s} = \frac{F_s}{A_s} \quad (7.13)$$

gdzie:

L_s – praca skrawania,

V_s – objętość skrawu,

F_s – siła skrawania (średnia),

A_s – przekrój bruzdy.

Głównymi mankamentami tej metody to:

- skrawy próbne odbywały się w odprężonej warstwie pokładu,
- mała głębokość skrawu pomiarowego.

7.4.1.3 Metoda określania urabialności węgla poprzez opory wiercenia

Do określenia urabialności węgla poprzez pomiary oporów wiercenia, wykorzystuje się wiertarkę elektryczną. Istotą tej metody jest wykorzystanie zależności mocy zużytej podczas wiercenia otworu wiertarką elektryczną w funkcji prędkości postępu wiercenia przy założonej stałej prędkości obrotowej wiertła. Zależność ta jest w pewnych granicach zależnością liniową o ile opory usuwania zwiercin z otworu będą bardzo małe w porównaniu z oporami skrawania ostrza wiertła.

Pomiary prowadzone były wiertarką elektryczną, dla której znana jest charakterystyka $P_u = f(P_o)$ z różną prędkością postępu wiercenia. Podczas wiercenia rejestrowany był pobór mocy wiertarki – po uwzględnieniu sprawności wiertarki określa się średnią moc P_u zużytą podczas wiercenia otworu. Dla otrzymanych wartości pomiarowych określana była funkcja:

$$P_u = f(V) \quad (7.14)$$

gdzie:

V – prędkość wiercenia.

Tangens kąta nachylenia α wykresu funkcji do osi V :

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\Delta P_u}{\Delta V} \quad (7.15)$$

pozwała na określenie koniecznego przyrostu mocy dla uzyskania jednostkowego przyrostu prędkości postępu wiercenia. Wyrażenie (7.15) odniesione do przekroju poprzecznego otworu

określa jednostkową energię skrawania, którą dalej przyjmuje się jako wskaźnik urabialności węgla V_s .

$$V_s = \frac{60 \cdot P_u}{F \cdot V} \quad (7.16)$$

Aby przeprowadzić pomiary tą metodą konieczne było utrzymanie niezmiennego napięcia prądu zasilania wiertarki. Zmienny udział oporów usuwania zwiercin z otworu (szczególnie węgla miękkich), w ogólnych oporach wiercenia i zmienny w zależności od węgla, nie gwarantował porównywalności wyników pomiarów wskaźnika urabialności w różnych pokładach węgla.

Wyznaczony tą metodą wskaźnik urabialności węgla V_s poprawnie odzwierciedlał sytuację przy urabianiu kombajnami chodnikowymi.

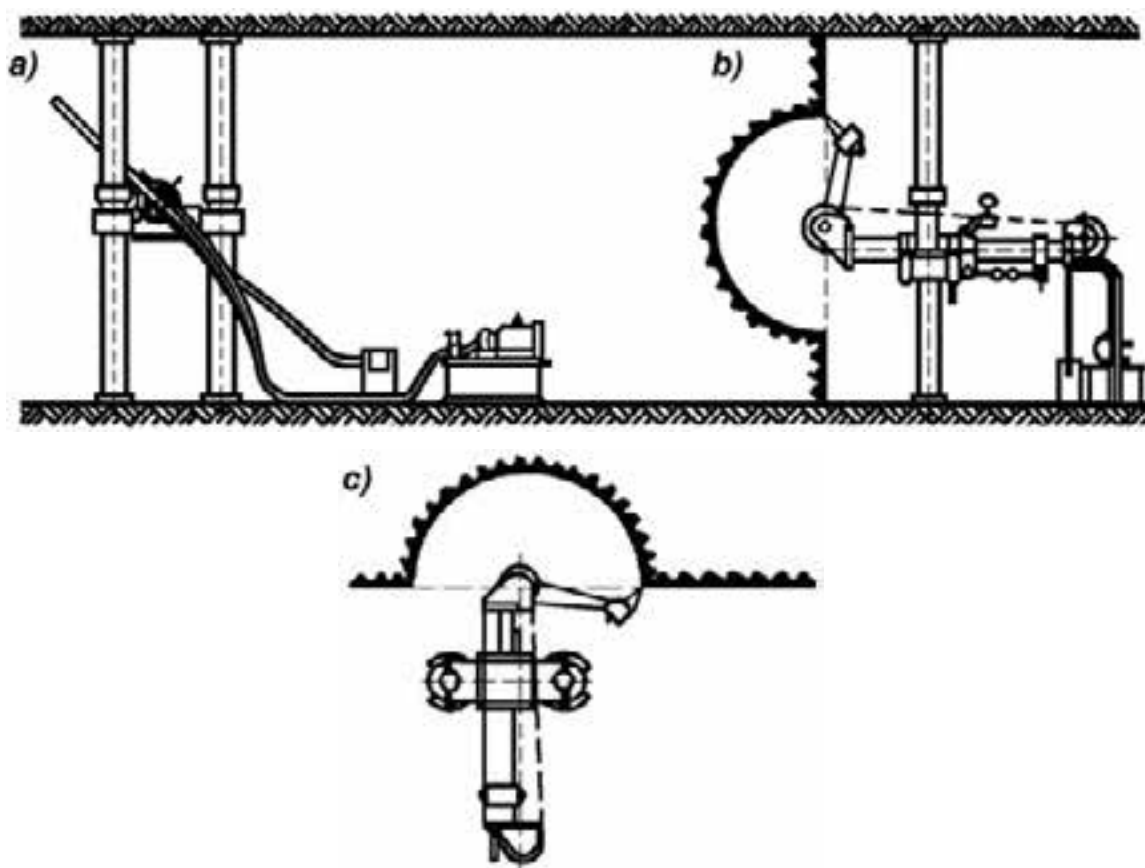
7.5 METODA OKREŚLANIA URABIALNOŚCI WĘGLA PRZYRZĄDEM POS-1

Na początku lat siedemdziesiątych ubiegłego wieku, w ówczesnym ZKMPW (obecnie ITG „KOMAG”), podjęto się opracowania nowego przyrządu w celu określenia oporów skrawania. Opracowując nową metodę przyjęto, że powinna ona umożliwić prawidłową lokalizację ścianowych kombajnów bębnowych, dlatego też powinna spełniać następujące wymagania:

- opierać się na skrawalności węgla bezpośrednio w pokładzie, analogicznie do rzeczywistego organu urabiającego pracujących maszyn. Założenie to pozbawi wad i niedoskonałości metod, które polegają na zwiercaniu węgla lub wymagają współczynników przeliczeniowych,
- wykonywać pomiary skrawalności węgla w płaszczyznach pracujących organów zarówno w czole ściany węglowej, jak również przy pełnej głębokości zabioru kombajnów,
- umożliwić również wykonywanie badań skrawalności węgla na stanowisku badawczym we wszystkich możliwych stanach naprężenia i odkształcenia, jakie mogą wystąpić na czole ściany, w warunkach laboratoryjnych.

Te kryteria spełniała metoda określania skrawalności węgla opracowana przez ITG „KOMAG”, natomiast metodyka wykonywania pomiarów została opracowana wspólnie przez ITG „KOMAG” oraz Instytut Mechanizacji Górnictwa Politechniki Śląskiej (w tym przez autora niniejszej monografii). Metodyka pomiarów została bardzo szczegółowo opisana w pracach [2, 3, 7]. Opracowanie metody pomiaru wskaźnika skrawalności A przez ITG „KOMAG” pozwoliło zbudować (w oparciu o klasyfikację rosyjską) klasyfikację polskich węgla według wskaźnika A . Tym samym umożliwione zostało praktyczne wykorzystanie oporów urabiania pojedynczym narzędziem skrawającym.

W oparciu o tę metodę w Polsce do wyznaczania oporów skrawania służył powszechnie stosowany przyrząd POS-1 konstrukcji ITG „KOMAG” (rys. 7.14).



Rys. 7.14 Przyrząd POS-1 do wyznaczania wskaźnika urabialności A_v (oporów urabiania)
a) skośnie, b) w płaszczyźnie prostopadłej do spągu, c) w płaszczyźnie równoległej do spągu

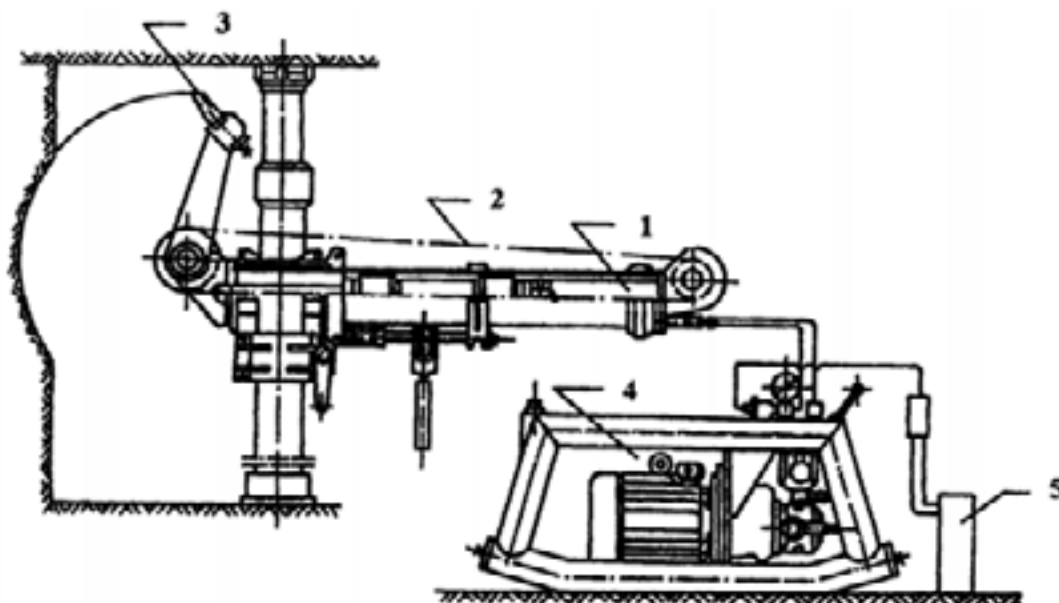
Metoda określania urabialności węgla przy pomocy przyrządu POS-1, polega na pomiarze oporów skrawania węgla za pomocą przyrządu strugającego, przy stałej głębokości skrawu w płaszczyźnie dowolnie nachylonej do spągu wyrobiska. Konstrukcja przyrządu umożliwia poszerzenie bruzdy pomiarowej w płaszczyźnie skrawania w celu uniknięcia błędu pomiaru, spowodowanego ewentualnym tarcieniem uchwytu noża pomiarowego o węgiel, w trakcie zagłębiania się noża. Konstrukcja umożliwia również na dowolne usytuowanie przyrządu w wyrobisku. Przyrząd ten swoją techniką urabiania odpowiadał sposobom pracy noży ścianowych kombajnów bębnowych oraz odwzorowuje sposób pracy narzędzi rzeczywistych instalowanych w głowicach urabiających, przy czym główny kierunek i zwrot urabiania jest ten sam.

Wyznaczanie oporów urabiania za pomocą przyrządu POS-1 polega na pomiarze siły skrawania (P) przy stałej głębokości skrawu (g), w dowolnie nachylonej płaszczyźnie do spągu wyrobiska (rys. 7.14).

Przyrząd POS-1 (rys. 7.15) zbudowany jest z siłownika dwustronnego działania 1, który poprzez łańcuch drabinkowy 2 napędza ramię wraz z nożem pomiarowym 3. Siłownik zasilany jest agregatem hydraulicznym 4, złożonym z pompy PZ-25T o wydajności 0,045 m³/min i maksymalnym ciśnieniu 1500 Pa, który napędzany jest silnikiem elektrycznym (powietrznym).

Pomiar siły skrawania na nożu pomiarowym dokonuje się pośrednio poprzez pomiar ciśnienia medium w siłowniku. Wielkość ciśnienia w siłowniku mierzona jest manometrem

tensometrycznym wmontowanym w układ zasilania siłownika. Impulsy zmian ciśnienia wzmacniane są we wzmacniaczu i zapisywane w formie wykresu na taśmie rejestratora 5.



Rys. 7.15 Przyrząd POS-1 – budowa, zasada działania

Wykonanie pomiarów wymaga zabudowy urządzenia w wyrobisku ścianowym i powinno odbywać się w miejscach o takiej samej lub zbliżonej budowie i właściwościach urabianej calizny. Pomiary wykonuje się przy stropie, spągu oraz w środku pokładu, gdzie węgiel jest jednorodny. W innym przypadku wykonuje się dodatkowe pomiary w miejscach zaburzeń i wtrąceń. W celu uśrednienia wyników, przy tych samych parametrach skrawania wykonuje się minimum po trzy pomiary, mierząc jednocześnie szerokość skrawu.

Przed rozpoczęciem pomiarów wyrównuje się caliznę pokładu w miejscu pomiaru, przy pomocy noża wyrównującego. Następnie nożem pomiarowym wykonuje się skraw w wyrównanej caliznie na założoną głębokość g . Na podstawie zarejestrowanych wartości ciśnień w przewodzie zasilającym i w przewodzie spływowym, określa się wartość siły skrawania nożem pomiarowym z zależności:

$$P_s = 2,826 P_z - 1,57 P_{s_s} \quad (7.17)$$

gdzie:

P_z – ciśnienie w przewodzie zasilającym,

P_{s_s} – ciśnienie w przewodzie spływowym.

Wskaźnik skrawalności węgla wyznacza się z następującego wzoru:

$$A = \frac{P_{s_{sr}}}{g} \quad (7.18)$$

gdzie:

$P_{s_{sr}}$ – średnia wartość siły skrawania.

Dla pokładów, które są złożone z warstw o różnej urabialności (z przerostami, wtrąceniami), wyznacza się średni wskaźnik urabialności A_{sr} , dla całej wysokości pokładu w danym miejscu pomiarowym.

Wskaźnik ten, wyznaczamy z następującej zależności:

$$A_{sr} = \frac{\sum_{i=1}^k A_i \cdot h_i}{\sum_{i=1}^k h_i} \quad (7.19)$$

gdzie:

A_i – wskaźnik urabialności określony dla danej warstwy (wkładki) pokładu,

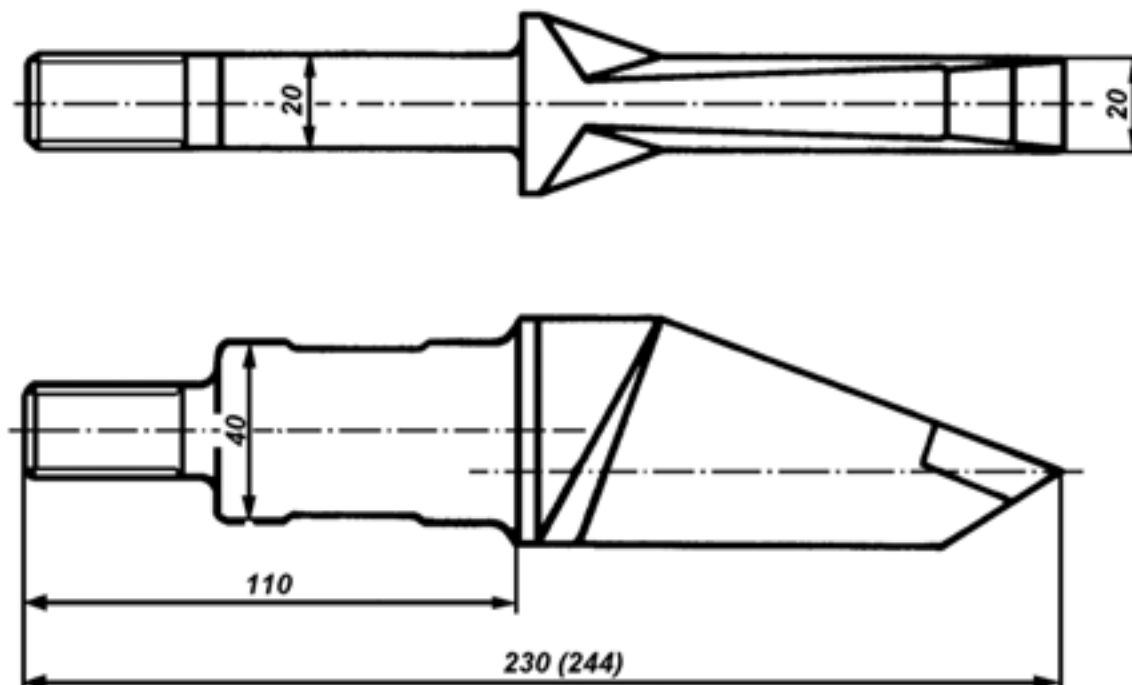
k – liczba warstw (wkładek) dla których określono wskaźnik A_i ,

h_i – miąższość danej warstwy (wkładki) pokładu.

Na podstawie wyników uzyskanych z badań dołowych [2, 3], przeprowadzonych za pomocą przyrządu POS-1 ustalono, że wyniki badań wskaźnika urabialności mogą być porównywalne, przy zachowaniu niezmienności takich parametrów jak:

- stała długość ramienia przyrządu,
- jednakowa geometria noża pomiarowego,
- niezmienna długość skrawu.

Doświadczalnie ustalono, że szerokość noża pomiarowego winna wynosić 20 mm (rys. 7.16). Szerokość ta jest zbliżona do szerokości noży stosowanych w ścianowych kombajnach bębnowych. Natomiast głębokość skrawu pomiarowego winna wynosić 10 lub 15 mm. Stosowanie większych głębokości skrawu nie gwarantuje stabilnej pracy przyrządu, zwłaszcza w węglach trudnourabialnych i może spowodować częściowe odsunięcie przyrządu. Z doświadczeń wynika, że warunkiem koniecznym do utrzymania stałej głębokości skrawu pomiarowego jest stabilna praca przyrządu.

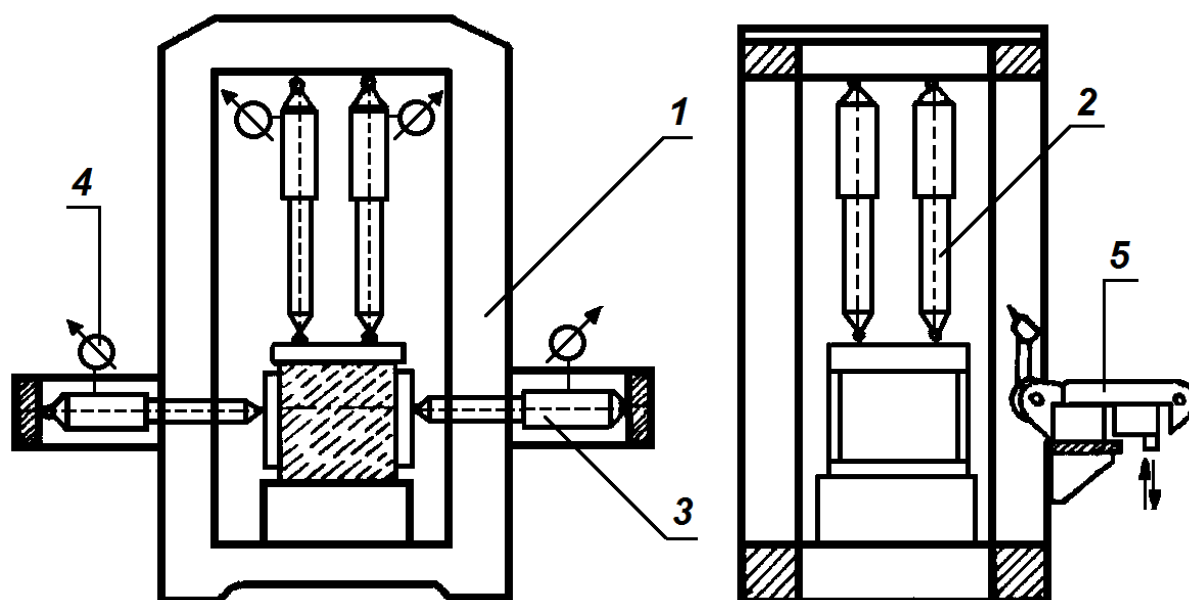


Rys. 7.16 Nóż pomiarowy przyrządu POS-1

Na podstawie wieloletnich badań prowadzonych tak przez autora, jak i ITG „KOMAG” można stwierdzić, że za pomocą przyrządu POS-1 istniała możliwość:

- wykonywania skrawów pomiarowych zarówno na stanowisku badawczym i w warunkach rzeczywistych,
- skrawania węgla będących pod wpływem wszystkich możliwych stanów naprężenia i odkształcenia,
- prowadzenia badań dla dowolnego kierunku i zwrotu urabiania,
- prowadzenia skrawów grubych,
- prowadzenia skrawów pomiarowych ostrzem o geometrii zbliżonej do geometrii ostrzy instalowanych w ścianowych kombajnach bębnowych (promieniowe, styczne),
- prowadzenia pomiarów na dowolnej wysokości i w dowolnym miejscu wyrobiska ścianowego,
- ciągłego pomiaru i rejestrowania oporów skrawania mierzonych na całej długości skrawu,
- łatwej obsługi i montażu.

Oprócz badań dołowych skrawalności węgla z wykorzystaniem przyrządu POS-1, prowadzone były również badania na stanowisku badawczym w laboratorium (rys. 7.17).



Rys. 7.17 Stanowisko badawcze ITG KOMAG

Stanowisko składało się z:

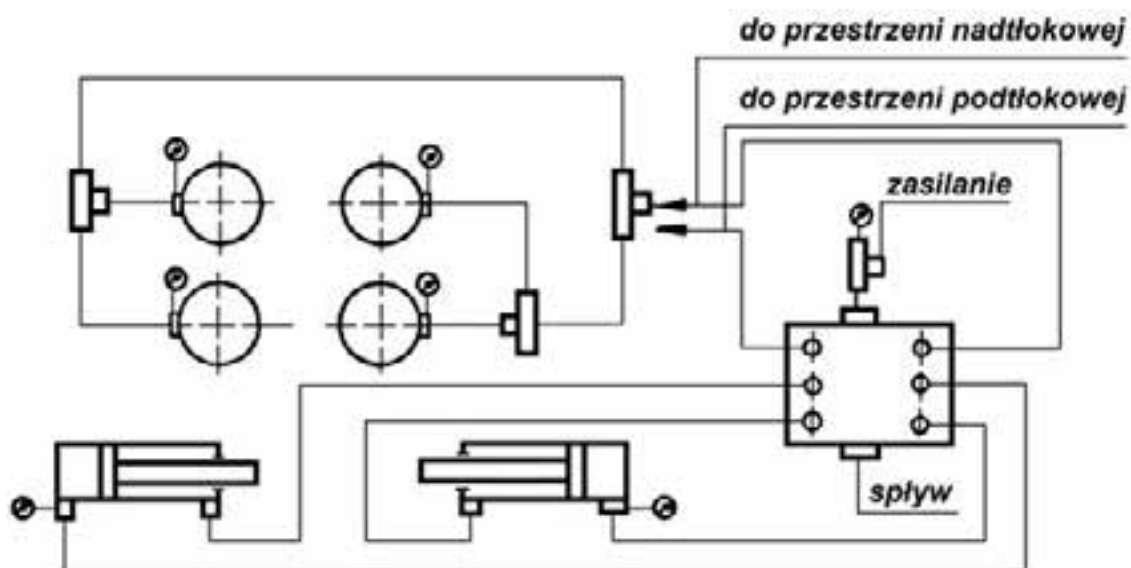
- sztywnej ramy 1,
- czterech siłowników pionowych 2,
- dwu siłowników poziomych 3,
- manometrów 4,
- przyrządu POS-1 przymocowanego do ramy stanowiska 5.

Układ zasilany był hydraulicznie za pomocą specjalnej pompy, przy czym każdy z zestawów siłowników (pionowych 2 oraz poziomych 3), zasilany był niezależnie. Stanowisko umożliwiało realizowanie dwukierunkowego stanu naprężenia o składowych: σ_z , σ_x , $\sigma_y = 0$ oraz dwukierunkowego stanu odkształcenia o składowych: ε_z , ε_y , $\varepsilon_x = 0$.

Stan taki odpowiadał rzeczywistemu stanowi naprężenia i odkształcenia występującemu w strefie zabioru ścianowych kombajnów bębnowych. Przedstawione na rys. 7.17 stanowisko badawcze charakteryzowało się następującymi właściwościami:

- istniała możliwość modelowania dwukierunkowego stanu naprężenia i dwukierunkowego stanu odkształcenia poprzez dwa niezależne układy obciążeń,
- przeprowadzenie skrawów pomiarowych na jednej zdeterminowanej płaszczyźnie dla dowolnych kierunków i zwrotów urabiania,
- przeprowadzenie badań urabialności na blokach węglowych w kształcie sześciianu przy długościach próbki od 300 do 900 mm,
- kontrolę zadanych wartości obciążeń,
- rejestrowanie sił skrawania mierzonych w funkcji drogi noża próbnego, poprzez tensometr sprzężony z urządzeniami rejestrującymi,
- łatwość obsługi.

Na rys. 7.18 przedstawiono schemat hydrauliczny zasilania stanowiska badawczego do wyznaczania wskaźnika urabialności w warunkach laboratoryjnych.



Rys. 7.18 Schemat ideowy zasilania stanowiska badawczego

8

INNOWACYJNE PRZYZRĄDY **DO WYZNACZANIA** **WSKAŹNIKA URABIALNOŚCI**

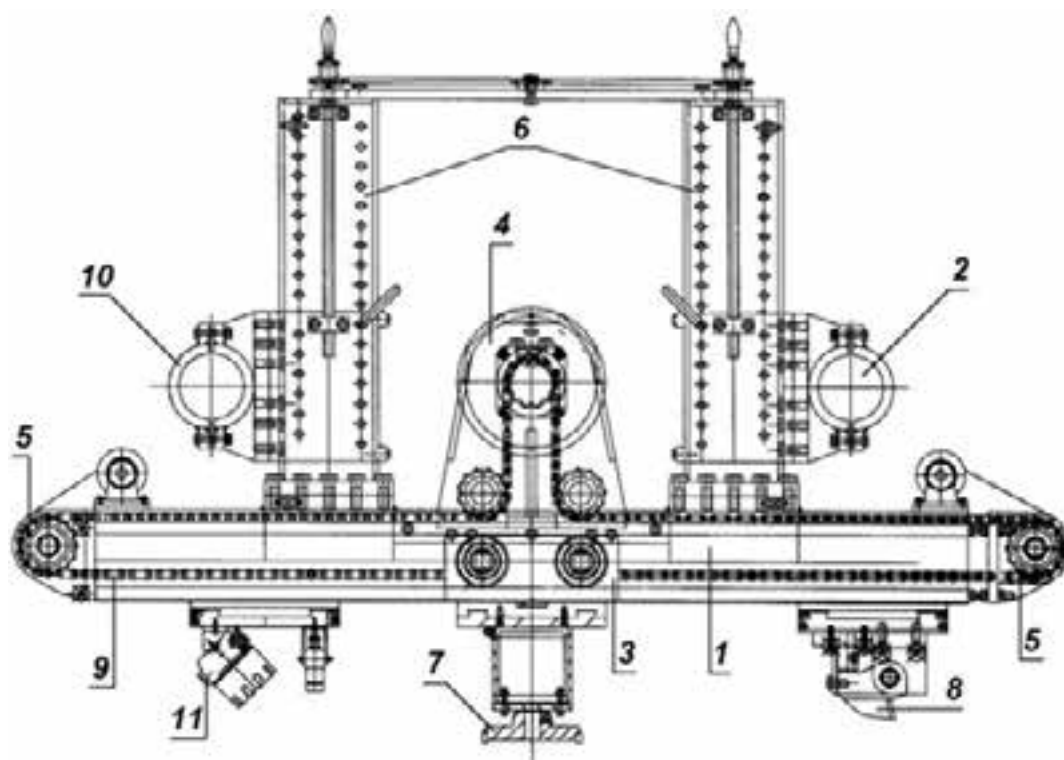
8.1 WPROWADZENIE

W ostatnich latach (2011, 2012), powstały w Polsce unikalne na skalę światową przyrządy do określania i oceny właściwości mechanicznych (urabialności) materiału węglowego. Przyrządy te, kolejno odwzorowują charakter pracy struga węglowego oraz kombajnu ścianowego. Pierwszy z tych przyrządów powstał w Głównym Instytucie Górnictwa w Katowicach, natomiast drugi na Politechnice Śląskiej w Instytucie Inżynierii Produkcji. Zastosowano w nich najnowocześniejsze rozwiązania, tak pod względem konstrukcji jak i pomiaru oraz rejestracji mierzonych wartości. Omawiane przyrządy posiadają certyfikat ATEX **Ex ib I Mb**, umożliwiające ich pracę w warunkach rzeczywistych, jako urządzenia przeznaczonego do użytku w przestrzeniach zagrożonych wybuchem – zgodnie z dyrektywą 94/9/EC.

8.2 PRZYZRĄD DO OKREŚLANIA URABIALNOŚCI ODWZOROWUJĄCY PRACĘ STRUGA. PRZYZRĄD GIG

Przyrząd do pomiaru sił skrawania, który odwzorowuje charakter pracy struga węglowego opracowano w GIG-u w Katowicach (rys. 8.1) [12, 14, 28, 29]. Przyrząd ten powstał w wyniku prac jedenastoosobowego zespołu, w którym uczestniczył autor niniejszej monografii.

Urządzenie to umożliwia wykonanie skrawów o dwu zwrotach – pomiar oporów skrawania w pokładach o grubości od 0,6 do 2,0 m, wykonanie minimum 10 skrawów pomiarowych z jednego zamocowania urządzenia na jednej wysokości bez konieczności jego przesuwania, co warunkuje dokładność pomiarów. Ponadto umożliwia równomierne i stabilne dosuwanie noża pomiarowego do calizny węglowej, zapewnia wysoką dokładność przygotowania calizny węglowej na długości maksimum 1 m oraz wysoką dokładność wykonania w niej skrawów pomiarowych i dokonania pomiarów parametrów, niezbędnych do wyznaczenia współczynnika urabialności (skrawalności) węgla. Urządzenie jest łatwe w montażu, proste w obsłudze co przekłada się na niskie koszty eksploatacji.



Rys. 8.1 Przyrząd GIG do pomiaru sił skrawania

Urządzenie do wyznaczania współczynnika urabialności (skrawalności) węgla, składa się z czterech głównych elementów (rys. 8.1):

1. Prowadnicy 1 zamocowanej do stojaków hydraulicznych 2,
2. Wózka 3 napędzanego silnikiem hydraulicznym 4,
3. Kół łańcuchowych 5 i łańcucha 9,
4. Zespołu dosuwu urządzenia 6 do calizny węglowej.

Do dwu stojaków hydraulicznych 2 (rys. 8.1) mocowana jest prowadnica 1 z wózkiem 3 napędzana silnikiem hydraulicznym 4, wyposażonym w uchwyt do mocowania wymiennie:

- noża wyrównującego (głowicy) 7,
- noża strugająco-pomiarowego 8,
- głowicy ze skanerem 11.

Napęd przenoszony jest poprzez łańcuch 9 osadzony na kołach łańcuchowych 5. Urządzenie posiada zespół dosuwu do calizny węglowej 6, które składa się z dwóch konsoli połączonych ze stojakami hydraulicznymi 2 za pomocą obejm 10.

Przyrząd GIG (rys. 8.2), do wyznaczania współczynnika skrawalności skał zawiera stojaki hydrauliczne i prowadnicę z wózkiem wyposażonym w uchwyt do mocowania wymiennie noża wyrównującego lub strugająco-pomiarowego, napędzany silnikiem hydraulicznym – poprzez łańcuch osadzony na kołach łańcuchowych, ma zespół dosuwu urządzenia do calizny skalnej. Zespół ten zawiera dwie konsole w obejmach, połączone ze stojakami hydraulicznymi. Konsole są połączone powierzchnią czołową z prowadnicą wózka i każda z nich posiada przesuwnik z napędem ręcznym. Przesuwniki te są ze sobą połączone ciągnem. Każdy przesuwnik jest osadzony w prowadnikach na konsoli i na jej obejmie.



Rys. 8.2 Przyrząd GIG

Wózek składa się z płaskownika zawierającego zespoły łożyskowe na przeciwległych płaszczyznach, z których każdy ma dwa łożyska usytuowane względem siebie pod kątem prostym. Dłuższy bok płaskownika ma występ z zamocowanym do niego uchwytem w postaci płyty z rowkami do mocowania głowicy:

- wyrównującej,
- strugającej,
- skanującej caliznę węglową.



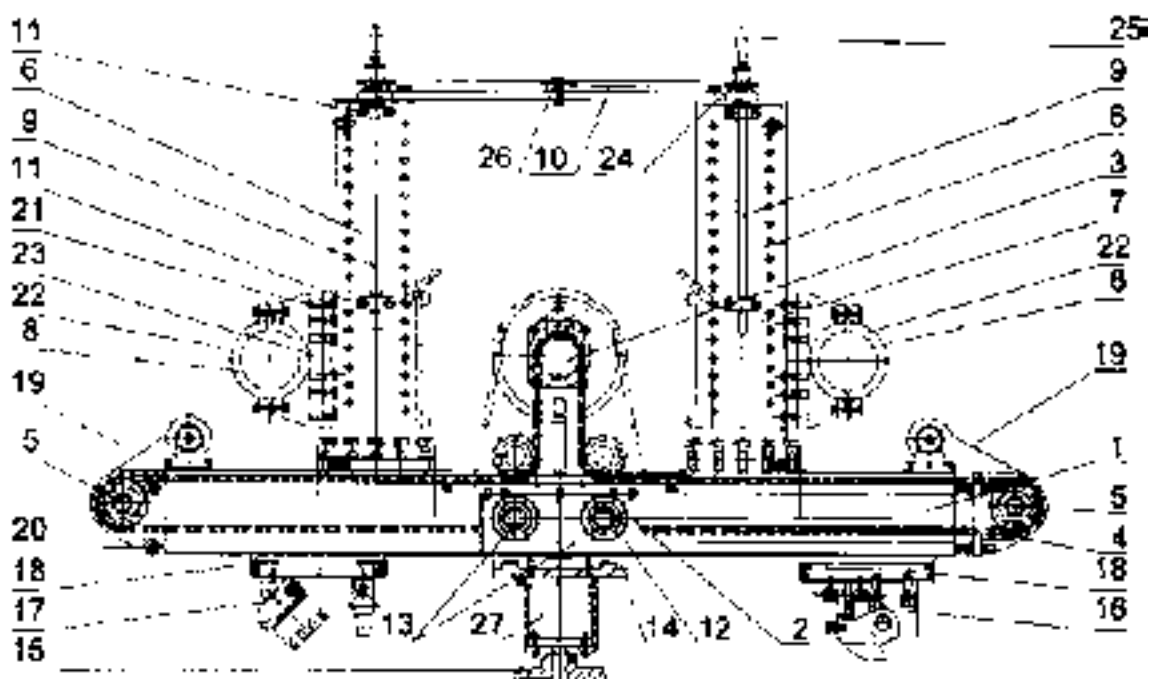
Rys. 8.3 Silnik hydrauliczny do napędu przyrządu

Krótsze boki tego płaskownika mają uchwyty łańcucha przesuwającego wózek. Do pionowych boków płyty z rowkami do mocowania głowic są przymocowane blachy osłaniające łańcuch, drugostronnie zamocowane w zwijaczach. Obejmy konsoli, od strony stojaków hydraulicznych mają natomiast płyty mocujące z rowkami, a każdy ze stojaków hydraulicznych ma dwuczęściową obejmę, której część od strony konsoli jest zakończona płytą z występami do osadzania w rowkach płyty mocującej konsolę. Ręczny napęd przesuwników zespołu dosuwu urządzenia do calizny węglowej ma koła łańcuchowe i korby, osadzone na każdym przesuwniku oraz posiada trzecie naciągowe koło łańcuchowe znajdujące się poza osią poziomą kół łańcuchowych przesuwników. Całość napędzana jest silnikiem (agregatem) hydraulicznym (rys. 8.3) ze zbiornika oleju (rys. 8.4).

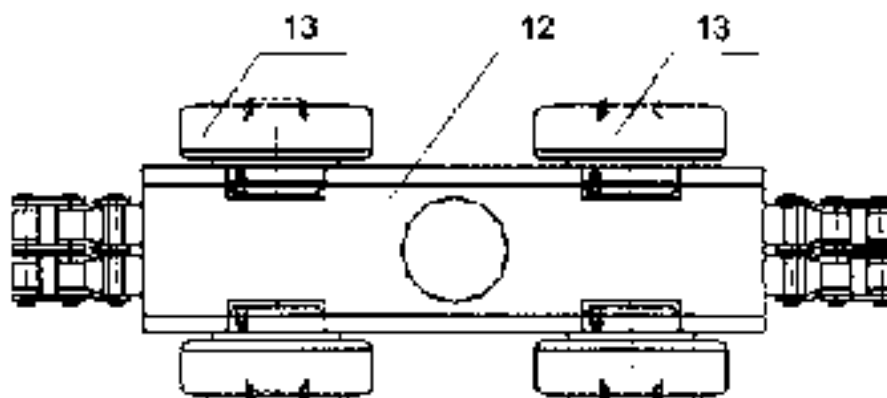


Rys. 8.4 Zbiornik oleju

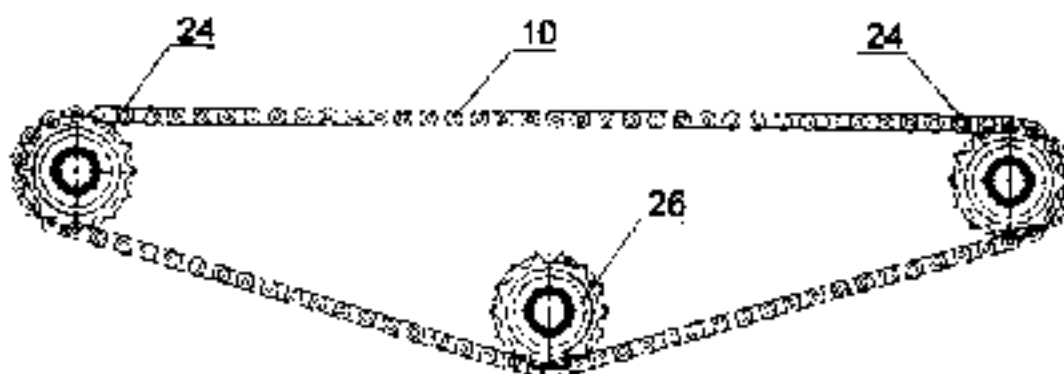
Przyrząd GIG (rys. 8.5), posiada prowadnicę 1 z wózkiem 2 (rys. 8.6), napędzanym silnikiem hydraulicznym 3 poprzez łańcuch 4 osadzony na kołach 5 łańcuchowych (rys. 8.7).



Rys. 8.5 Przyrząd GIG – elementy



Rys. 8.6 Wózek przyrządu GIG

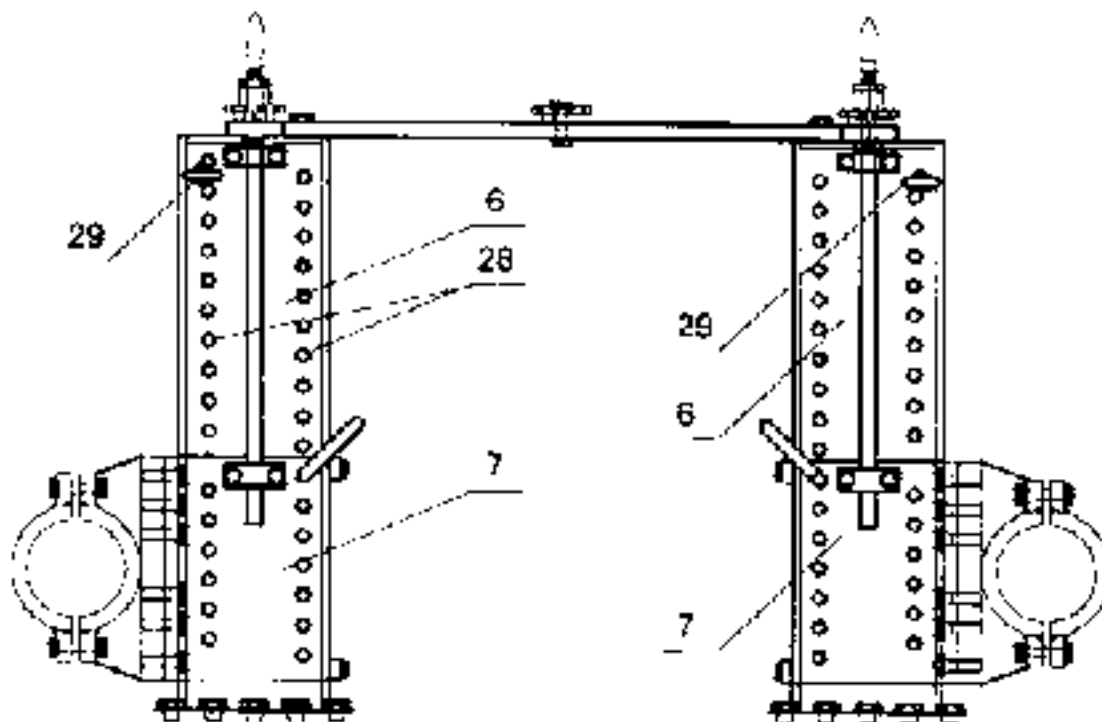


Rys. 8.7 Łańcuch z kołami zębatymi

Zespół dosuwu (rys. 8.8) urządzenia posiada dwie konsole prowadzące 6 w prowadnicach 7, z którymi są połączone stojaki hydrauliczne 8. Konsole 6 są przymocowane powierzchnią czołową do prowadnicy 1 wózka 2 i posiadają przesuwники 9 z ręcznym napędem korbowym oraz w górnej i dolnej płycie dwa rzędy otworów 28, w których mocuje się sworznie 29 mające na celu zablokowanie konsoli w położeniu roboczym w prowadnicach 7. Przesuwники 9 są połączone ze sobą łańcuchem 10. Każdy z przesuwników 9 jest osadzony w dwóch prowadnicach 11, z których jeden znajduje się na konsoli 6, a drugi na prowadnicy 7 konsoli 6. Wózek 2 składa się z korpusu 12, oraz dwóch zespołów łożyskowych 13 na przeciwnych płaszczyznach.

Każdy zespół łożyskowy 13 stanowią dwa łożyska usytuowane względem siebie pod kątem prostym. Korpus wózka 12 ma występ z zamocowanym do niego uchwytem w postaci płyty 14 z trapezowymi rowkami do mocowania wymiennie głowic: wyrównującej 15, strugającej 16 i skanującej 17 caliznę węglową, wyposażony w płytę 18 z trapezowymi występami. Głowica wyrównująca ma własny niezależny napęd w postaci silnika hydraulicznego 27. Korpus wózka 12 ma uchwyty do zamocowania łańcucha 4 przesuwającego wózek 2, natomiast do pionowych boków płyty 14 z trapezowymi rowkami są przymocowane blachy 19 osłaniające łańcuch 4, drugostronnie zamocowane do zwijaczy 20. Obejma konsoli 6, od strony stojaka hydraulicznego 8 ma płytę mocującą 21 z trapezowymi rowkami, natomiast każdy ze stojaków hydraulicznych 8 ma dzieloną obejmę 22. Część tej obejmy 22, od strony konsoli 6 jest zakończona płytą 23 z trapezowymi występami do osadzania w trapezowych rowkach płyty mocującej 21 konsoli 6. Ręczny napęd przesuwników 9 zespołu dosuwu urządzenia do calizny węglowej ma koła łańcuchowe 24

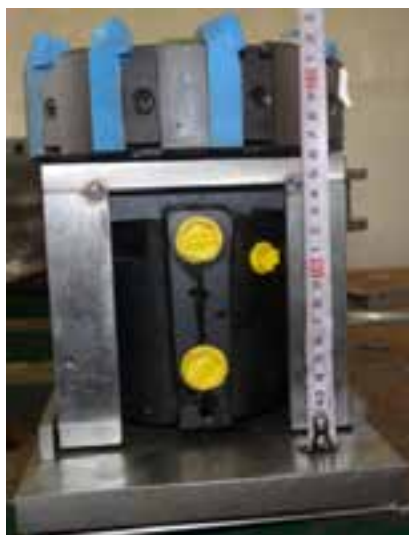
i korby 25, osadzone na każdym przesuwniku 9 oraz ma trzecie, naciągowe koło łańcuchowe 26 usytuowane poza osią poziomą kół łańcuchowych 24 przesuwników 9.



Rys. 8.8 Prowadnica przyrządu GIG

Tok postępowania przy badaniu polega na montowaniu urządzenia na stojakach 8 hydraulicznych, zabudowaniu głowicy wyrównującej 15 z frezem na płycie 14 z trapezowymi rowkami wózka 2, uruchomieniu silnika hydraulicznego 3, a następnie, przesuwając głowicę wyrównującą 15, za pomocą zespołu dosuwu urządzenia do calizny węglowej, wyrównaniu powierzchni węglowej, odsunięciu głowicy wyrównującej 15 od wyrównanej powierzchni, wyłączeniu silnika hydraulicznego 3 i wybudowaniu tej głowicy 15. W drugim etapie należy zabudować głowicę skanującą 17 na płycie 14 wózka 2, dosunąć głowicę 17 do calizny, uruchomić silnik hydrauliczny 3 i przesuwając tą głowicę 17 skanować wyrównaną powierzchnię węglową, a potem wyłączyć silnik hydrauliczny 3 i wybudować głowicę skanującą 17. W trzecim etapie zabudowuje się głowicę strugającą 16, z nożem pomiarowym, na płycie 14 wózka 2, uruchamia się silnik hydrauliczny 3 i dosuwając głowicę strugającą 16 wykonuje się bruzdę pomiarową jednocześnie rejestrując siłę oporów skrawania, po czym od calizny węglowej, odsuwa się głowicę strugającą 16, wyłącza się silnik hydrauliczny 3 i wybudowuje się głowicę 16. W czwartym etapie ponownie zabudowuje się głowicę skanującą 17, przesuwa się ją po uruchomieniu silnika hydraulicznego 3, skanuje się powierzchnię węglową z wykonaną bruzdą. Następnie wyłącza się silnik hydrauliczny i wybudowuje głowicę skanującą 17.

Jak już wspomniano wyżej, pomiar sił skrawania odbywa się w czterech etapach. Przed przystąpieniem do pomiarów sił skrawania należy wyrównać powierzchnię calizny węglowej – *etap I*. Wyrównanie odbywa się za pomocą głowicy wyrównującej (rys. 8.9), z zabudowanym silnikiem hydraulicznym.



Rys. 8.9 Głowica przyrządu GIG do wyrównania ociosu

W *etapie II* następuje wybudowanie głowicy wyrównującej i zabudowanie głowicy ze skanerem w celu zeskanowania wyrównanej powierzchni. Głowica skanująca (rys. 8.10), składa się z dwu elementów: laseru oświetlającego bruzdę oraz skanera.



Rys. 8.10 Głowica skanująca przyrządu

Następnym etapem (*III*), jest zabudowanie głowicy (rys. 8.11), z nożem strugająco-pomiarowym w celu wykonania pomiaru poprzez rejestrację oporów skrawania. Głowica składa się z noża pomiarowego i tensometrycznego czujnika siły



Rys. 8.11 Głowica strugająco-pomiarowa

Po wykonaniu pomiarów wymontowuje się głowicę strugająco-pomiarową i ponownie montuje głowicę skanującą (rys. 8.10), aby zeskanować uzyskaną bruzdę (*etap IV*).

W celu wykonania kolejnych bruzd pomiarowych na tej samej wysokości przedstawiony tok postępowania należy powtórzyć. Przyjęta metodyka pomiarów przewiduje wykonywanie minimum trzech bruzd pomiarowych na jednym poziomie w pokładzie.

Za pomocą głowicy skanującej, istnieje możliwość precyzyjnego pomiaru bruzdy powstałej po przeprowadzeniu skrawu pomiarowego. Tym samym, możemy porównać zarejestrowane kształty powierzchni calizny przed, jak i po wykonaniu w niej skrawu (bruzdy) i wyznaczyć objętość urobionego węgla (skały). Na podstawie zarejestrowanych wartości oporów skrawania (sił) oraz obliczonej objętości urobionego węgla oblicza się jego wskaźnik urabialności (skrawalności), z następującej zależności [9]:

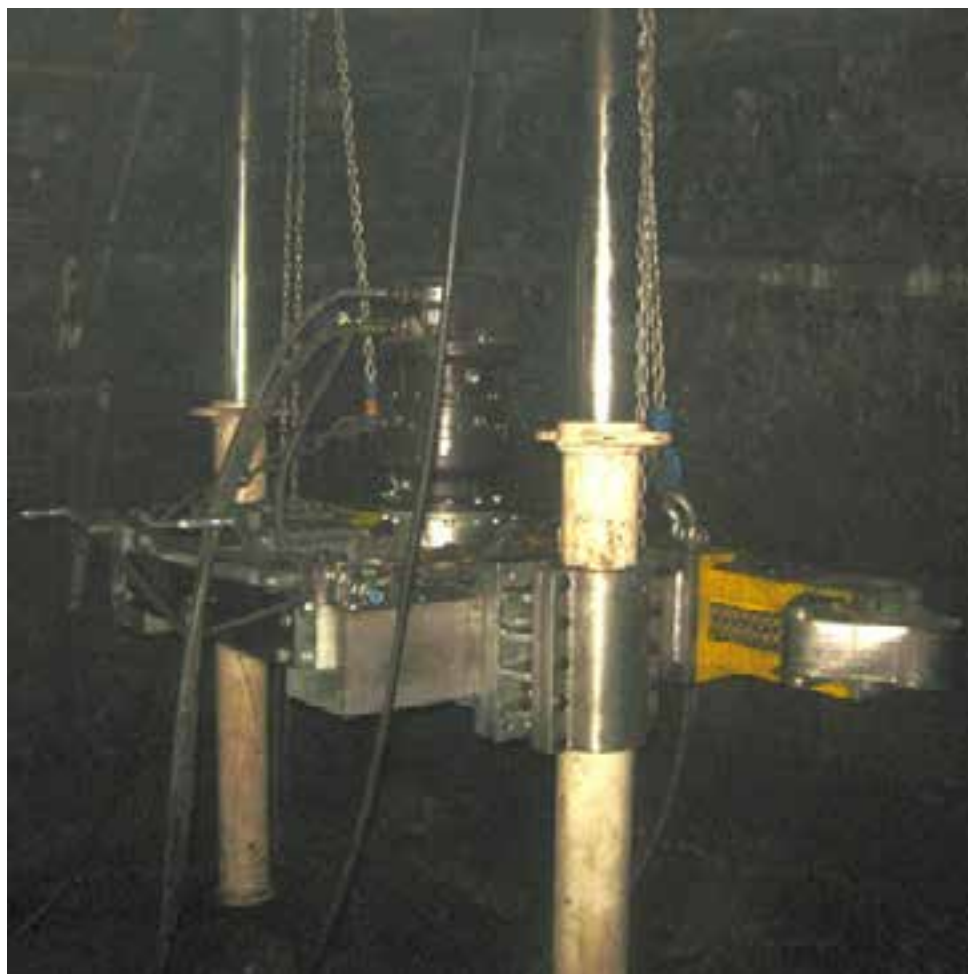
$$A_{Bi} = \frac{F_B}{V_B} \left[\frac{kN}{cm^3} \right] \quad (8.1)$$

gdzie:

F_B – średnia wartość siły zarejestrowanej na nożu pomiarowym podczas wykonywania skrawu pomiarowego,

V_B – objętość urobionego węgla (skały).

Widok urządzenia do pomiaru sił skrawania zmontowany i gotowy do przeprowadzenia pomiarów przedstawiono na rys. 8.12.



Rys. 8.12 Urządzenie GIG na dole kopalni

Oryginalność zastosowanych rozwiązań w przyrządzie GIG to:

- możliwość montowania na jednym wózku trzech różnych urządzeń,
- wykorzystanie nowatorskiej techniki skanowania laserowego tak przed, jak i po wykonaniu skrawu pomiarowego, która pozwala na szczegółowe odwzorowanie parametrów geometrycznych bruzdy,
- łatwość obsługi.

8.3 PRZYRZĄD DO OKREŚLANIA URABIALNOŚCI ODWZOROWUJĄCY PRACĘ KOMBAJNU. POU-BW/01-WAP

8.3.1 ZAŁOŻENIA PROJEKTOWE DO BUDOWY PRZYRZĄDU POU-BW/01-WAP

Szczegółowa analiza dotychczasowych rozwiązań oraz doświadczenie autora w badaniach na urabialnością pokładów węglowych, były podstawą do opracowania założeń konstrukcyjnych do budowy nowego przyrządu.

Najważniejsze kwestie dotyczące budowy nowego przyrządu oraz technologii prowadzenia badań urabialności węgla w warunkach rzeczywistych, przedstawiono na schemacie (rys. 8.13).



Rys. 8.13 Elementy przyrządu oraz technologii prowadzenia badań

Jednym z podstawowych problemów który warunkował dalsze postępowania był wybór medium zasilającego urządzenie. Jako, że głównym założeniem była praca przyrządu w warunkach dołowych, a także ze względu na wartość sił jakie mogą wystąpić na głowicy skrawającej, wybrane zostało zasilanie hydrauliczne – w tym przypadku zastosowano emulsje wodno-olejową. Zaletą tego rozwiązania jest powszechność występowania w warunkach dołowych dla górnictwa węglowego.

Następnym problemem był sposób mocowania urządzenia w wyrobisku, tak aby można było prowadzić badania w sposób stabilny. Przyjęto rozwiązanie mocowania ramy głównej urządzenia do dwu stojaków. Przyjęto typowe stojaki występujące na kopalni, mianowicie stojaki SHC/SHI. Wadą tego rozwiązania może się okazać trudność ze stabilizacją urządzenia w wysokich wyrobiskach. Jako wariantowe rozwiązanie przyjęto dodatkowe mocowanie za pomocą kotwi do ociosu wyrobiska.

Istotnym problemem było przeniesienie napędu na ramię, na którym zamocowany jest nóż pomiarowy. Aby uniknąć dodatkowych przełożeń, do napędu ramienia zaproponowano zastosowanie aktuatora. Jest to urządzenie które zamienia ruch posuwisty na ruch obrotowy. Tym sposobem z siłownika hydraulicznego (aktuatora) uzyskujemy napęd ramienia, bez dodatkowych urządzeń.

Na końcu ramienia zamocowany będzie nóż (styczno-obrotowy), taki jaki jest instalowany na kombajnach bębnowych. Tym sposobem unikamy wpływu geometrii noża na wynik pomiarów.

Jako urządzenia mierzące siły na nożu wykorzystano tensometry, które zostały zamocowane na końcu ramienia w uchwycie o specjalnej konstrukcji. Uchwyt noża został tak zaprojektowany, aby istniała możliwość mierzenia dwu składowych sił, które biorą udział w procesie skrawania tzn. siły skrawania (F_s) oraz siły docisku do urabianej calizny (F_d).

Na samym końcu etapu projektowania jest określenie mierzonych wartości (oprócz sił), które powinny umożliwić ocenę trudności urabiania węgla. Przegląd literaturowy wskazał jakie wielkości mają istotny wpływ na parametry urabiania. Należą do nich:

- nóż pomiarowy,
- siły działające na nóż pomiarowy,
- głębokość skrawu,
- kąt bocznego rozkruszenia,
- objętość urobionego węgla.

Dla tak przyjętych założeń wykonana została dokumentacja, na podstawie której wykonano przyrząd do badania urabialności węgla i skał otaczających złoża, nazwany POU-BW/01-WAP. Przyrząd został wykonany w ramach grantu uzyskanego przez VSB-TU w Ostrawie-Porubie (Republika Czeska) przez Wellding Alloys Polska sp. z o.o. w Gliwicach.

8.3.2 OPIS PRZYRZĄDU POU-BW/01-WAP

Przyrząd POU-BW/01-WAP zmontowany łącznie z aparaturą pomiarowo-rejestrującą, gotowy do pracy, przedstawiony został na rysunku 8.14 [57].

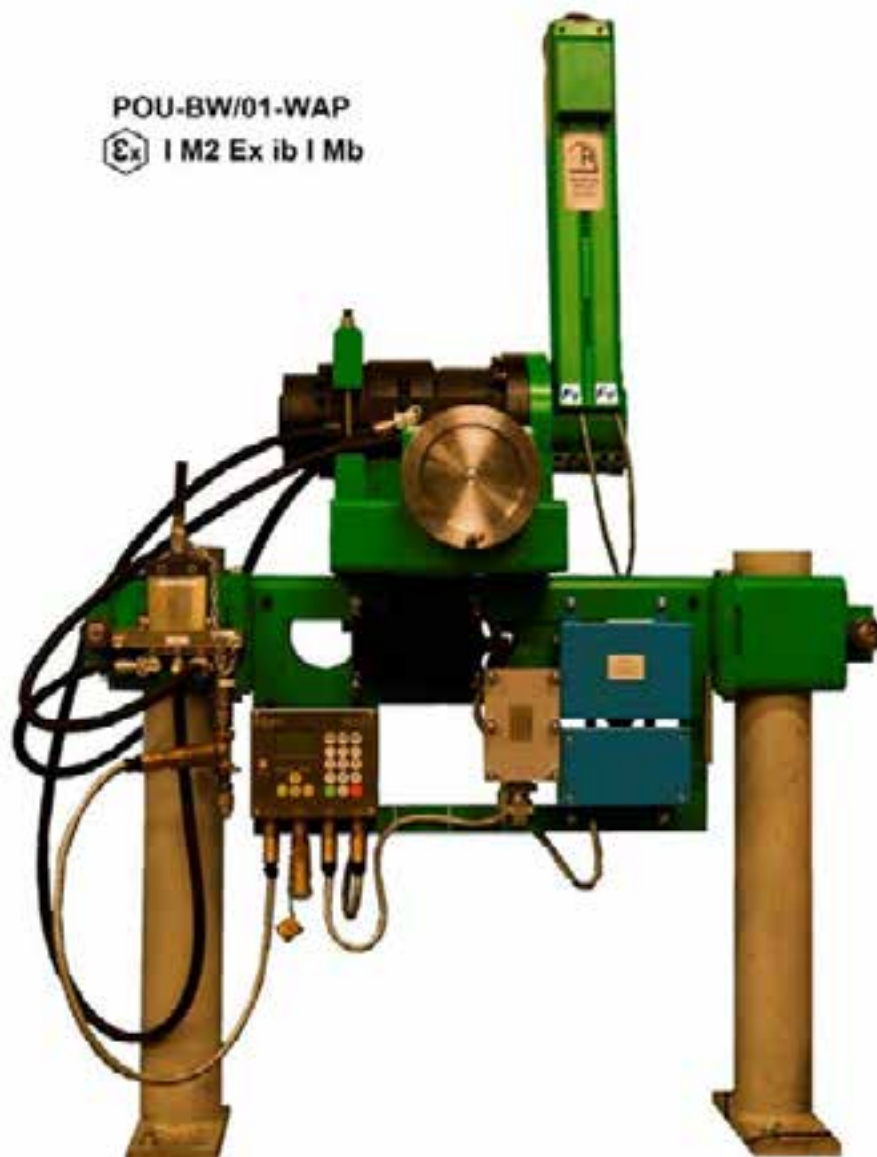
Podstawowe dane techniczne przyrządu:

- Aktuator hydrauliczny typ: DA-H 140 180° D, WV, S5081 (Art. nr 1051383),
- Moment obrotowy przy 180bar: 5200 Nm,
- Pojemność aktuatora: 1,44 dm³ ≥
- Kąt obrotu: 180° ± 4°,
- Zakres temperatur: -10°C do +60°C,
- Medium: Hydrokop Mineral (HFAE)
- Ciśnienie max pracy: 210 MPa,

Wymiary przyrządu POU-BW/01-WAP:

- Belka: 200 mm x 280 mm x 1470 mm,
- Suport: 400 mm x 900 mm x 450 mm,
- Aktuator: 250 mm x 606 mm,

- Ramię: 900 mm x 150 mm x 120 mm,
- Waga: ok. 250 kg.



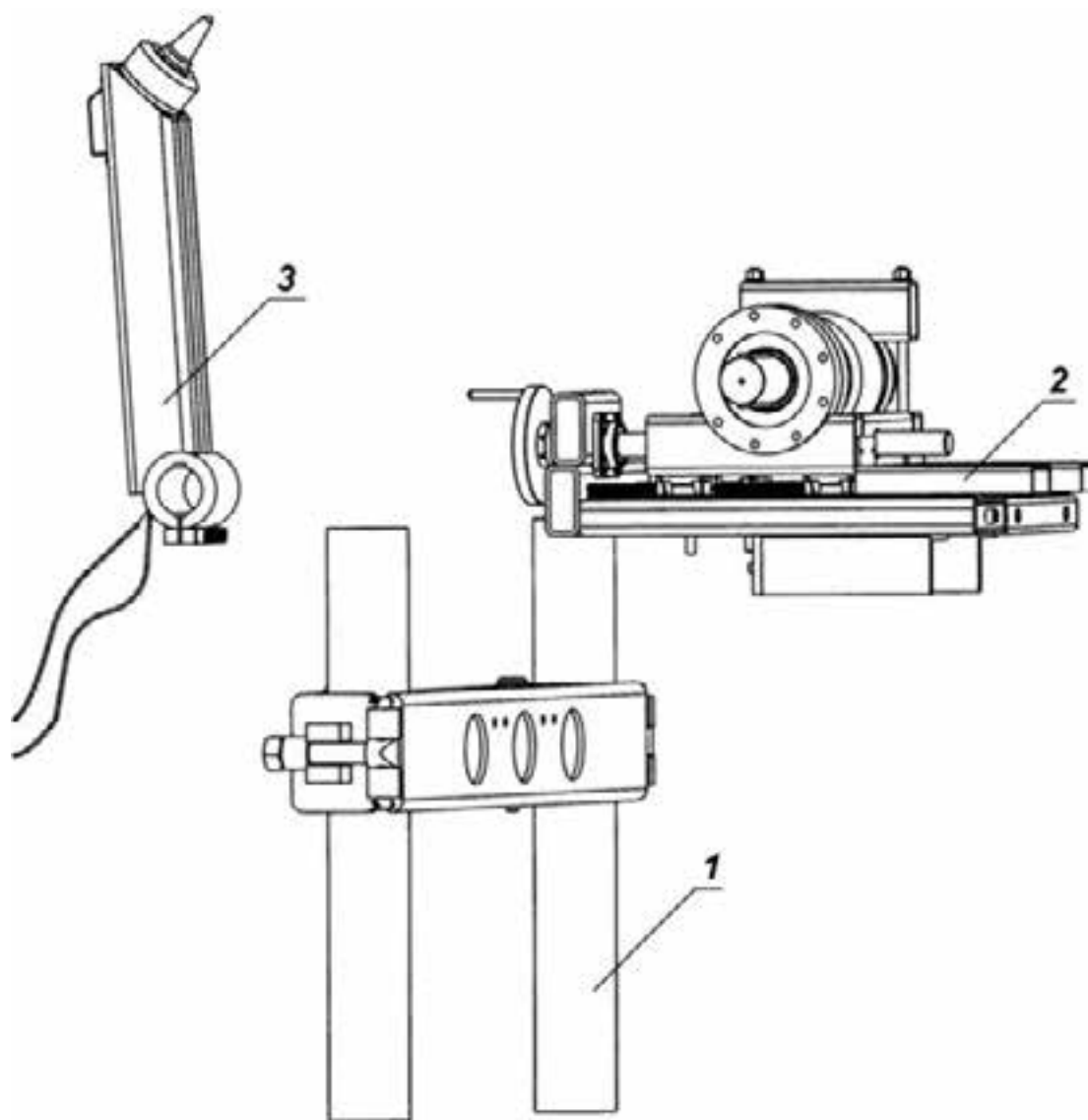
Rys. 8.14 Widok przyrządu zmontowanego i gotowego do pracy

Przyrząd jest urządzeniem mobilnym, umożliwiającym prowadzenie pomiarów tak w warunkach rzeczywistych jak i laboratoryjnych, odwzorowując rzeczywisty charakter pracy maszyny urabiającej – ścianowego kombajnu bębnowego. Składa się z następujących elementów:

- mechanicznych,
- hydraulicznych,
- elektrycznych.

Główne elementy mechaniczne przyrządu to (rys. 8.15):

- rama (belka nośna) do mocowania na stojakach SHC/SHI 1,
- suport z wózkiem i akuatorem 2,
- ramię z nożem pomiarowym 3.



Rys. 8.15 Główne elementy przyrządu

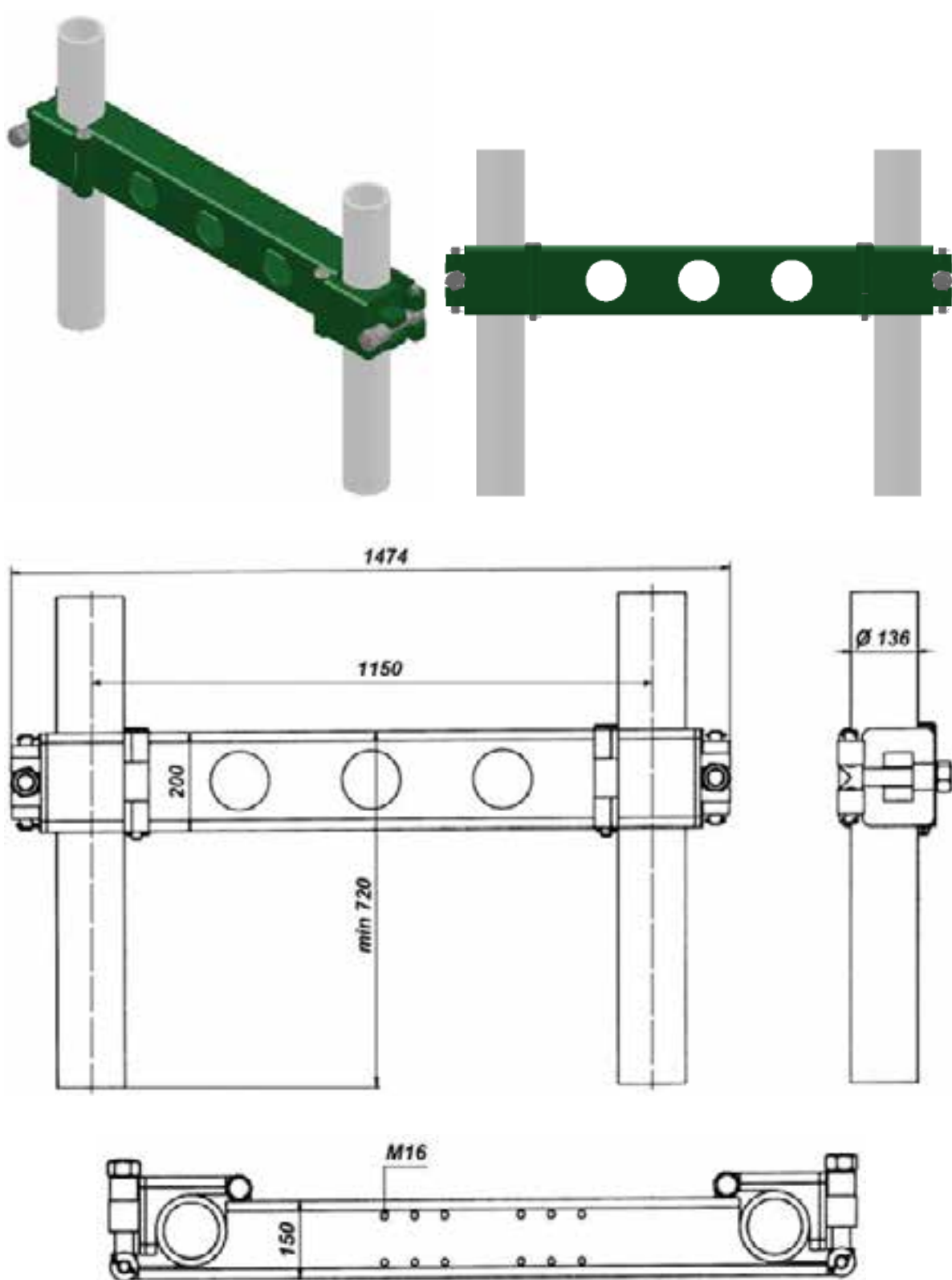
Przyrząd jest przystosowany do zamocowania na dwóch stojakach SHI/SHC. Po wstępnym ustawieniu stojaków SHI/SHC, należy przymocować belkę nośną (ramę główną), na wysokości min. 720 mm od podłoża do jej górnej powierzchni (rys. 8.16), powierzchnią czołową w kierunku złoza (ociosu), otworami do mocowania suportu do góry. Po wstępnym ustawieniu i wypoziomowaniu, belkę należy przykręcić dwiema śrubami M36.

Do górnej części belki należy przymocować suport z wózkiem aktuatora (rys. 8.17). Wał aktuatora ma znajdować się po prawej stronie. Suport należy przykręcić za pomocą śrub M16x40 w jednym z możliwych położań.

Wybór położenia jest dowolny i uzależniony od warunków zastanych w miejscu pracy przyrządu. Istnieje możliwość zamocowania w jednym z dwóch położań lewo/prawo i przód/tył wykorzystując odpowiednie otwory w belce i suportcie.

Po zamocowaniu suportu należy wkręcić rączkę do pokrętła regulatora, która jest zdemonstrowana ze względu na możliwość uszkodzenia – po wstępnym ustawieniu suportu dokładne regulacje odległości należy przeprowadzać za pomocą pokrętła ze skalą. Za pomocą tego pokrętła, możliwy jest zarówno ruch do przodu, jak też wycofanie całego wózka. Jeden

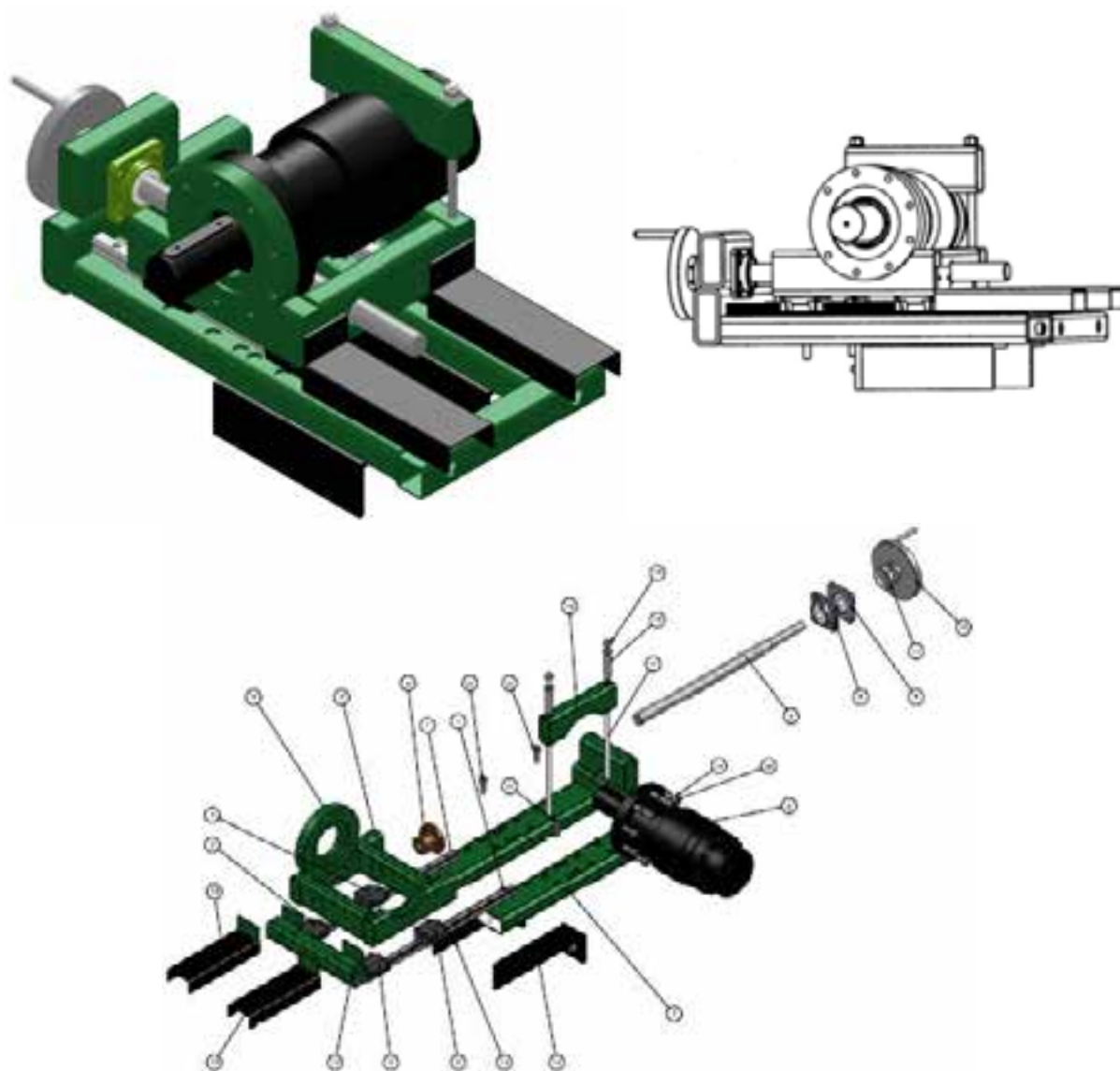
pełny obrót pokrętła powoduje przesunięcie suportu o 7 mm. Jedna działka na skali oznacza przesunięcie o 1mm (rys. 8.18).



Rys. 8.16 Rama główna (belka nośna) przyrządu

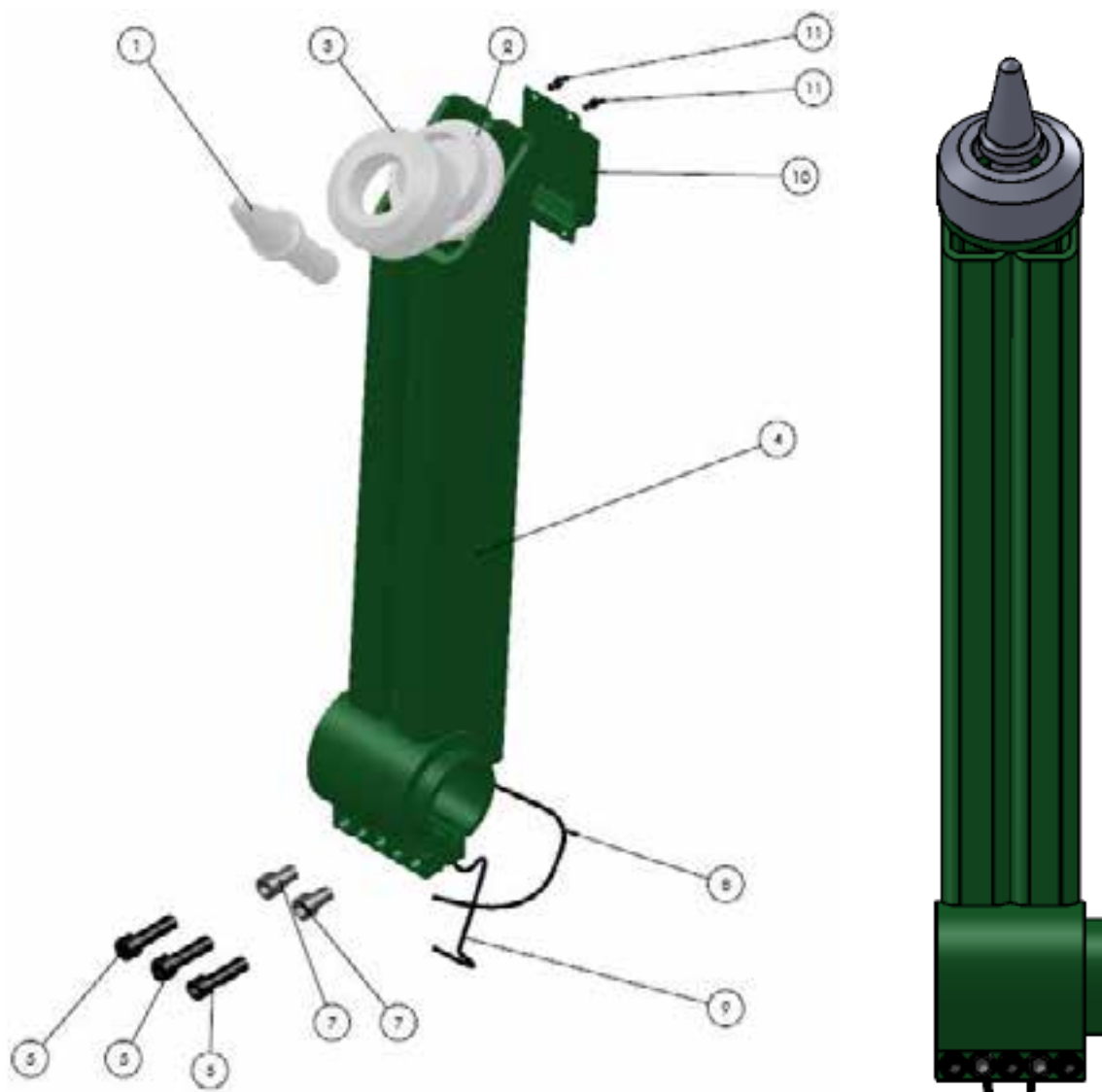


Rys. 8.17 Suport z wózkiem i akuatorem zamocowany do ramy



Rys. 8.18 Suport z wózkiem i akuatorem

Kolejnym etapem jest zamocowanie ramienia skrawającego na wale aktuatora (rys. 8.19). W celu łatwiejszego montażu ramienia na wale aktuatora, tuleja została wyposażona w dwie śruby imbusowe M16 (oznaczone jako poz. 7, na rys. 8.19). Przed montażem należy zupełnie poluzować śruby oznaczone jako poz. 5, następnie na przemian dokręcać śruby (poz. 7), co spowoduje rozprężenie tulei ramienia. Następnie należy skontrolować, czy w rowkach wpustowych wału osadzone są obydwa kliny, jeżeli tak, osadzamy ramię na wał. Ramię należy skierować nożem w stronę urabianego złoża (ociosu). Następnie naprzemiennie wykręcamy śruby (poz. 7) i dokręcamy 3 śruby (poz. 5) – moment dokręcenia śrub: 195-210 Nm.



Rys. 8.19 Ramię z nożem pomiarowym

Pomiar oporów skrawania można wykonać w pokładach o grubości od 0,75 do 6,0 m. Za pomocą przyrządu POU-BW/01-WAP, istnieje możliwość wykonania do 10 skrawów pomiarowych z jednego zamocowania przyrządu na jednej wysokości, bez konieczności przesuwania stojaków hydraulicznych, co gwarantuje dużą dokładność pomiarów. Współrzędne danych pomiarowych są rejestrowane przez urządzenia rejestrujące

z dokładnością co 1 mm. Przyrząd ten ze względu na małą ilość elementów (trzy), jest łatwy w montażu, prosty w obsłudze oraz tani w eksploatacji.

Na podstawie zarejestrowanych wartości wyznaczonych przyrządem POU-BW/01-WAP możemy wyznaczyć wskaźnik urabialności A, jako stosunek średniej siły skrawania (F_{sr}) do głębokości skrawu (g):

$$A = \frac{F_{sr}}{g} \left[\frac{kN}{m} \right] \quad (8.2)$$

lub energetyczny wskaźnik urabialności AE:

$$AE = \frac{F_{sr} \cdot l}{Q} \left[\frac{MJ}{m^3} \right] \quad (8.3)$$

gdzie:

F_{sr} – średnia siła skrawania na długości skrawu,

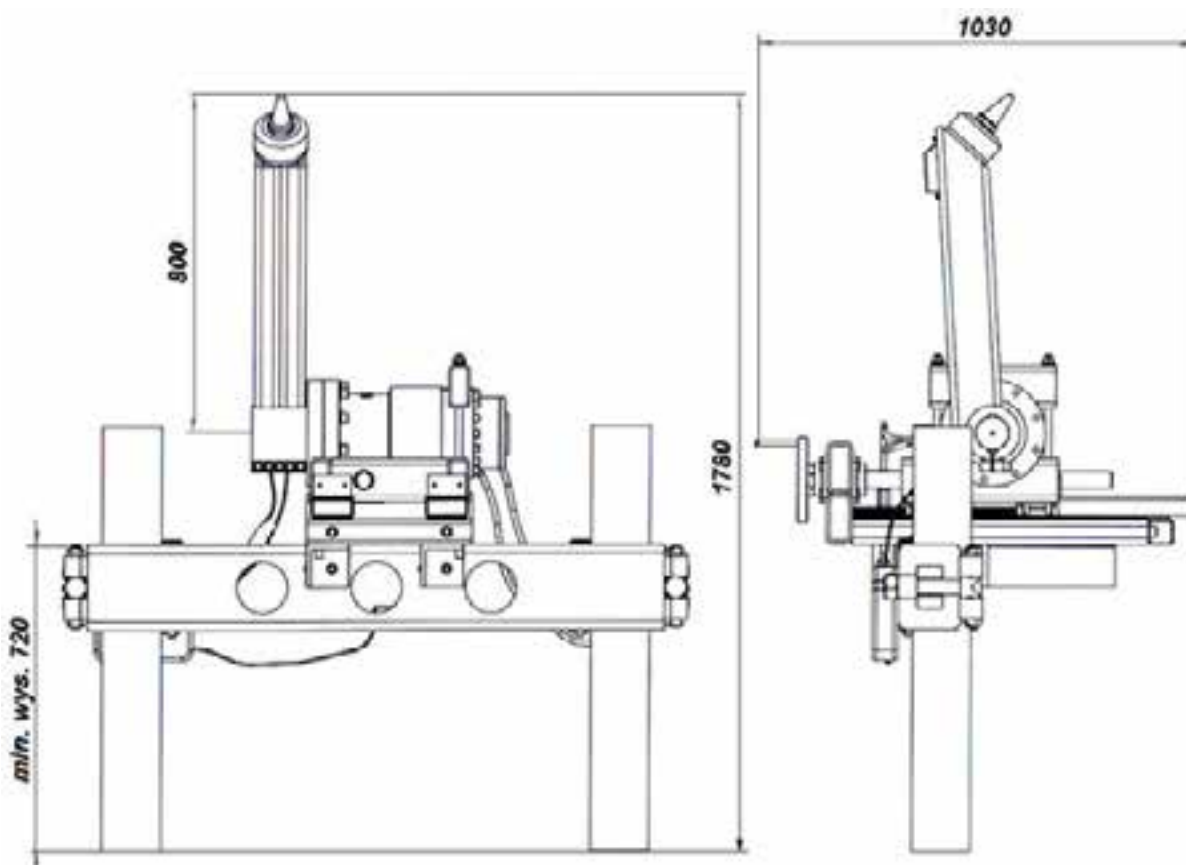
l – długość bruzdy skrawu,

Q – objętość urobionego węgla (skały).

Ogólny widok przyrządu przedstawiono na rys. 8.20, natomiast główne wymiary przyrządu zmontowanego i gotowego do pracy przedstawiono na rys. 8.21.



Rys. 8.20 Ogólny widok przyrządu POU-BW/01-WAP

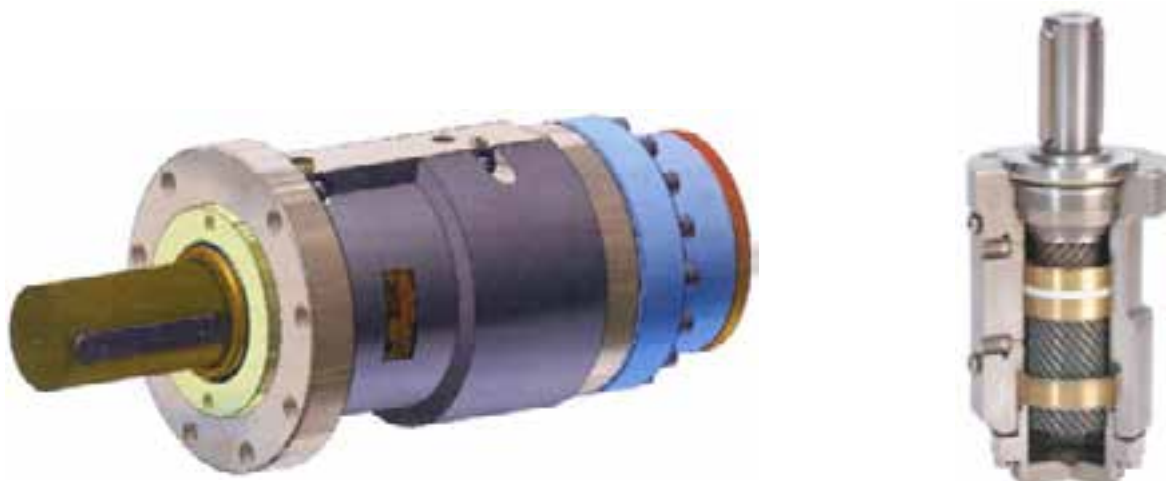


Rys. 8.21 Wymiary zmontowanego przyrządu POU-BW/01-WAP

Układ hydrauliczny przyrządu POU-BW/01-WAP, składa się z następujących elementów:

- aktuator,
- rozdzielacz – kasetę sterującą,
- manometr,
- komplet przewodów hydraulicznych.

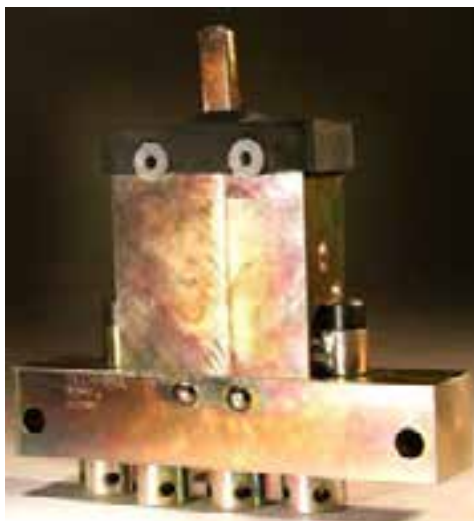
Oryginalnym rozwiązaniem zastosowanym w przyrządzie POU-BW/01-WAP, jest aktuator (rys. 8.22), służący do przeniesienia napędu z tłoka na ramię pomiarowe przyrządu.



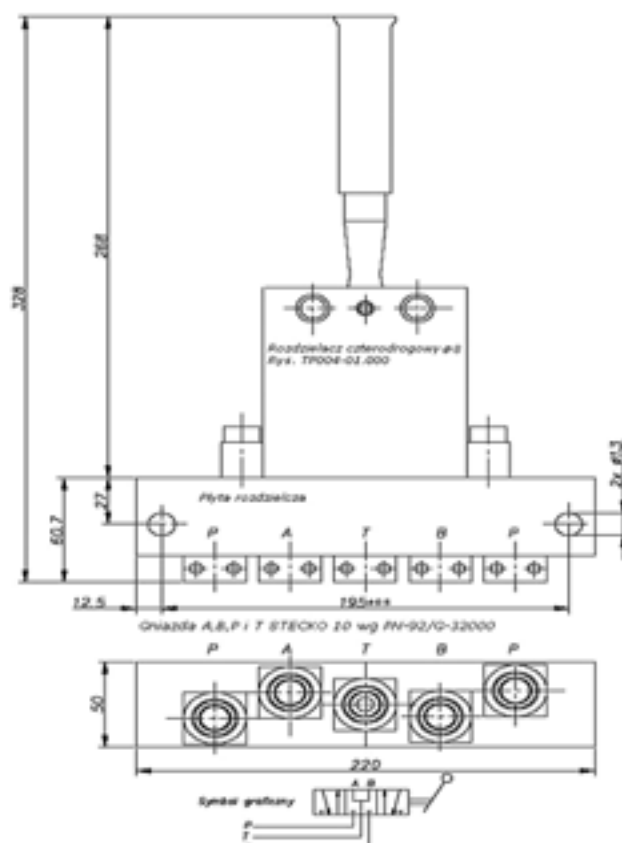
Rys. 8.22 Aktuator

Aktuator hydrauliczny jest elementem hydraulicznym napędzającym ramię skrawające. Ruch obrotowy ramienia jest uzyskany za pomocą ruchu liniowego tłoka spowodowanego działaniem ciśnienia na uzębienie śrubowe. W związku z tym, następuje bezpośrednia zamiana ruchu posuwistego tłoka na ruch obrotowy ramienia – doprowadzone do tłoka aktuatora medium, powoduje jego obrót.

Rozdzielacz (kaseta sterująca – rys. 8.23, 8.24) służy do przesyłania medium – emulsji wodno-olejowej (oleju) do aktuatora, w celu wykonania ruchu obrotowego ramienia z umieszczonym na końcu nożem skrawającym.



Rys. 8.23 Zawór sterujący



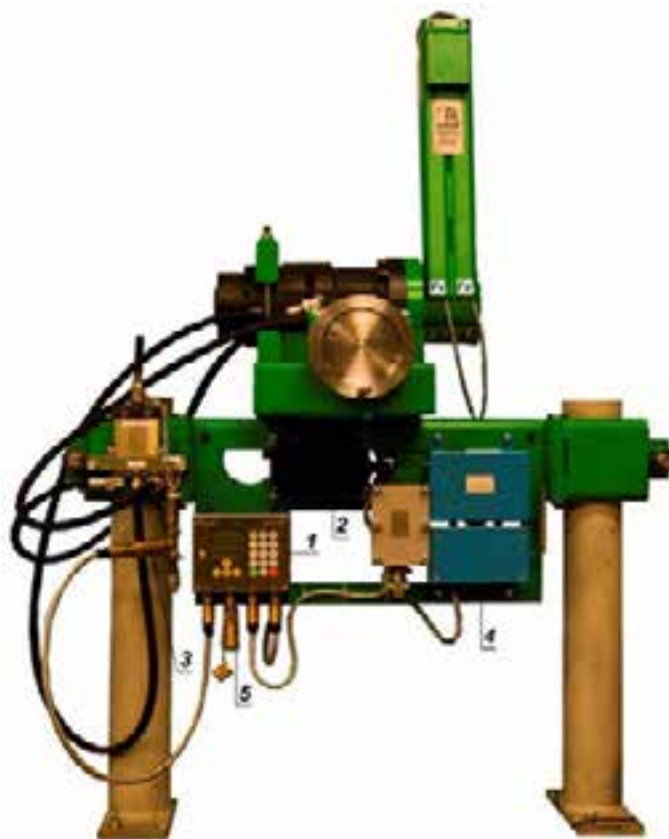
Rys. 8.24 Schemat zaworu sterującego

Po zmontowaniu elementów mechanicznych, łączy się przewodami układ hydrauliczny (rys. 8.25) i podłącza się zasilanie z centralnej magistrali wodno-olejowej w kopalni, do gniazd i kasety sterującej (przrząd może być również zasilany z pompy). W układzie jest zabudowany regulator ciśnienia, mający zapobiegać przekroczeniu wartości ciśnienia powyżej wartości dopuszczalnej (21 MPa dla przrządu), które może wystąpić w kopalnianej magistrali zasilającej. Aktualną wartość ciśnienia można sprawdzić za pomocą manometru dołączonego do przrządu.



Rys. 8.25 Przewód elastyczny z manometrem

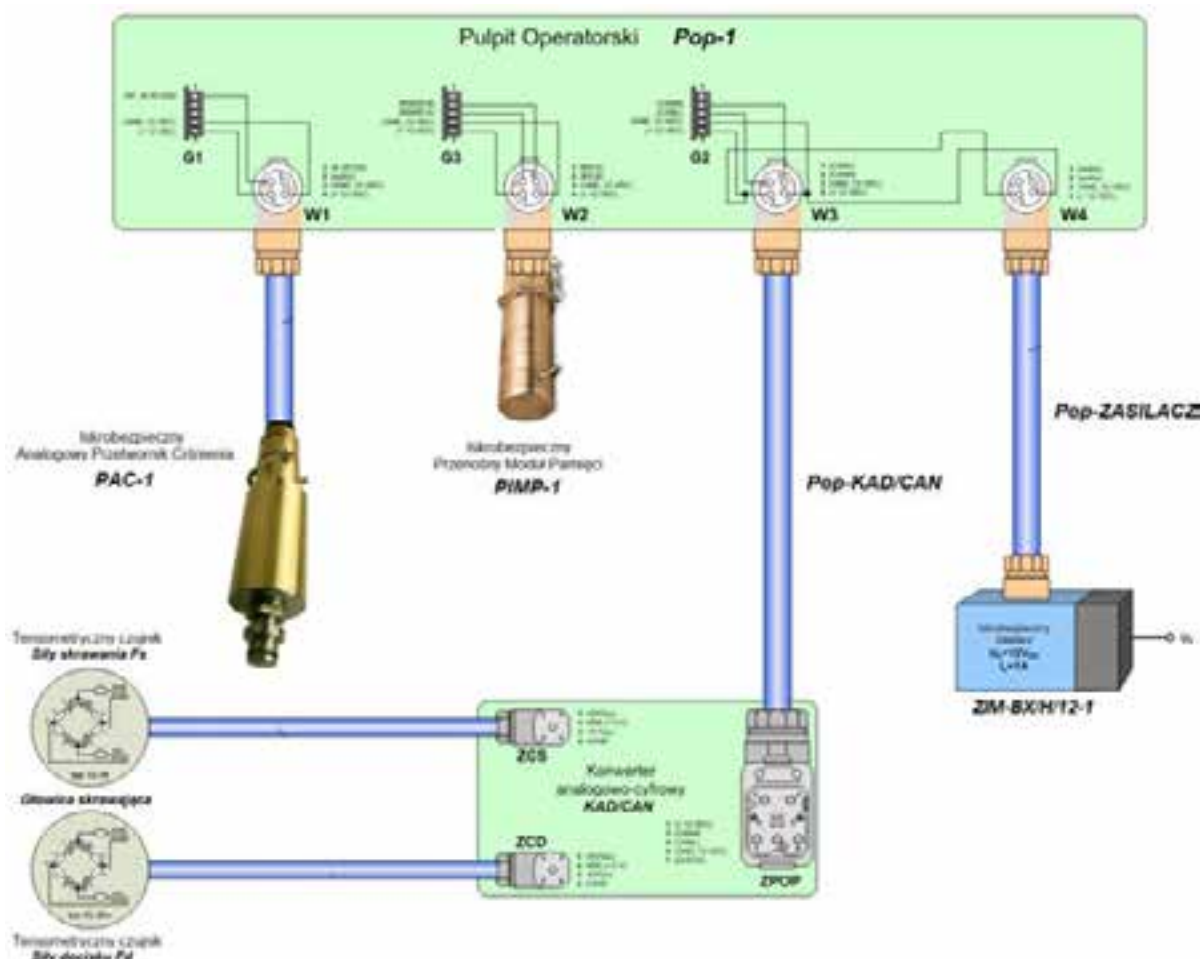
Urządzenia elektryczne przrządu POU-BW/01-WAP to zestaw elementów do *Pomiaru Siły Skrawania Węgla* (PSSW) [58]. Urządzenie PSSW składa się z następujących urządzeń elektrycznych (rys. 8.26):



Rys. 8.26 Widok przrządu POU-BW/01-WAP wraz z PSSW

- *Pulpit Operatorski (1)* – nadrzędny sterownik pełniący funkcję interfejsu operatora, umożliwiając monitorowanie wyników pomiaru na wyświetlaczu.
- *Konwerter Analogowo-Cyfrowy KAD-CAN (2)* – przetwarza sygnał analogowy z dwu tensometrycznych czujników mostkowych konwersji analogowo-cyfrowej oraz przesyła dane pomiarowe do pulpitu operatorskiego za pośrednictwem magistrali szeregowej CAN.
- *Analogowy Przetwornik Ciśnienia (3)* – umożliwia pomiar ciśnienia medium w instalacji hydraulicznej układu przeznaczonego do pomiaru siły skrawania węgla.
- *Zasilacz Iskrobezpieczny (4)* – przeznaczony do zasilania iskrobezpiecznym napięciem 12V DC, urządzeń elektrycznych zastosowanych w układzie do pomiaru sił skrawania węgla.
- *Przenośny Moduł Pamięci (5)* który ma za zadanie gromadzenie danych pomiarowych. Zarejestrowane dane zapisane w postaci plików służą do analizy oraz wizualizacji w formie tabel i wykresów – przenoszone są do komputera PC znajdującego się na powierzchni.

Struktura układu do pomiaru sił skrawania węgla (PSSW), przedstawiona została na rys. 8.27.



Rys. 8.27 Struktura układu PSSW

Urządzenia układu pomiarowego PSSW porozumiewają się ze sobą za pośrednictwem magistrali komunikacyjnej CAN. Układ zasilany jest z iskrobezpiecznego zasilacza napięciem 12VDC. Jednostką nadrzędną układu jest *Pulpit Operatorski* POP-1. W głowicy urządzenia

zamontowane są dwa tensometryczne czujniki mostkowe, których pomiar odkształceń sprężystych umożliwia pośredni pomiar wielkości pochodnych – w tym wypadku jest to siła. Zmiany sił działających na głowicę pomiarową powodują zmiany rezystancji w mostkach tensometrycznych czujników, co skutkuje wyjściem mostków ze stanu równowagi i pojawieniem się napięcia na mostkach. Sygnał (napięcie) z każdego czujnika siły przekazywany jest do konwertera analogowo cyfrowego KAD-CAN, gdzie jest wzmacniany i po konwersji w postaci cyfrowej wysyłany magistralą komunikacyjną CAN do pulpitu operatorskiego i dalej przetwarzany.

Pomiary wykonywane są w krótkich seriach pomiarowych, których wyniki są zapamiętywane na podłączonym do pulpitu, iskrobezpiecznym module pamięci PIMP-1. Poziom ciśnienia w instalacji pneumatycznej układu kontroluje czujnik PAC-1, który na bieżąco informuje jednostkę centralną o aktualnej wartości ciśnienia.

8.3.2.1 Konwerter analogowo-cyfrowy KAD-CAN

Konwerter KAD-CAN (rys. 8.28), jest urządzeniem przeznaczonym do pomiaru dwóch sygnałów analogowych i przetworzeniu ich na wartość cyfrową.

Wyniki konwersji przekazywane są do systemu nadrzędnego za pomocą magistrali CAN. Tor analogowy przystosowany jest do pomiaru sygnałów pochodzących z tensometrycznych czujników mostkowych. Maksymalne napięcie możliwe do pomiaru przez Konwerter KAD-CAN może zawierać się w przedziale od -80 mV do + 80 mV. Mierzone napięcie wejściowe może być bipolarne lub unipolarne – przetworzona wartość sygnału analogowego posiada rozdzielczość 10000 działek.

Do najważniejszych funkcji realizowanych przez Konwerter KAD-CAN należą:

- pomiary z zadaną częstotliwością wartości analogowych z każdego wejścia,
- sygnalizacja stanów alarmowych i awaryjnych w układzie pomiarowym,
- przekazywanie danych od/do podłączonych do niego urządzeń,
- konfiguracja parametrów analogowych torów pomiarowych przetwornika,
- automatyczne wyłączenie urządzenia w przypadku przekroczenia dopuszczalnych napięć wejściowych.

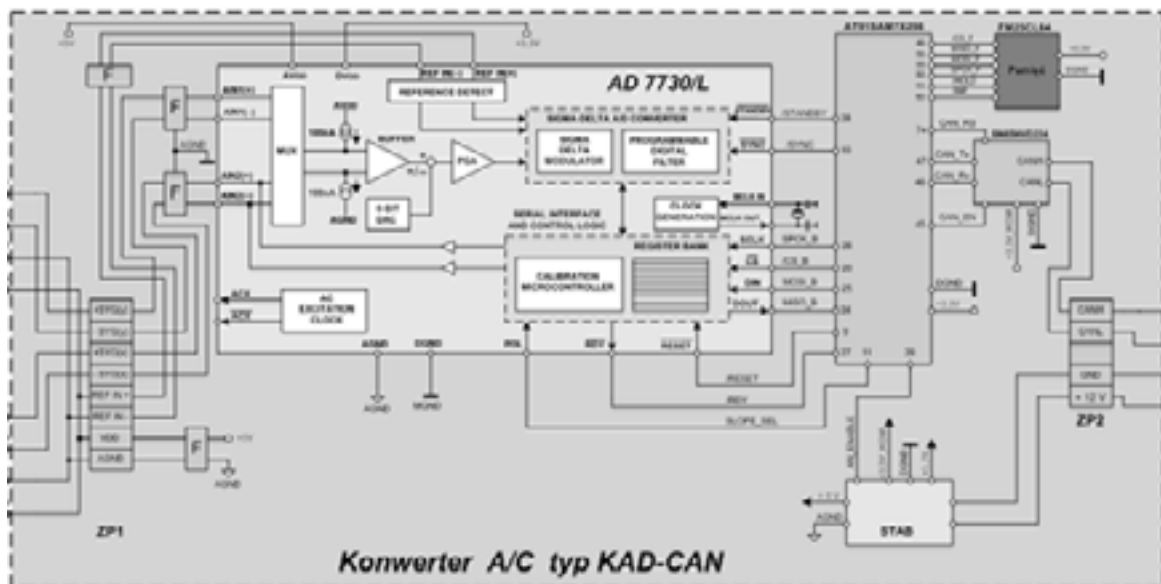
Pracą konwertera zarządza mikrokontroler AT91SAM7x256 firmy Atmel z rdzeniem ARM. Mikrokontroler realizuje zadany algorytm pracy urządzenia i zapewnia komunikację z częścią nadrzędną za pośrednictwem magistrali CAN. Część analogowa obsługiwana jest przez dedykowany do tego celu przetwornik analogowo-cyfrowy AD7730. Przetwornik wyposażony jest w rozbudowaną część analogową, którą można konfigurować z poziomu mikrokontrolera. Przesyłanie danych i instrukcji konfiguracyjnych odbywa się poprzez interfejs SPI.

Płytkę z układem elektronicznym zamontowano w obudowie, która składa się ze skrzynki i przykręconej do niej pokrywy za pomocą 4 śrub.

Podstawowymi własnościami konwertera KAD-CAN są:

- 2 kanały pomiarowe:
 - Siła docisku:
 - Zakres pomiarowy: 0-25 kN,
 - Kwant: 0,002 kN,

- Siła Skrawania:
 - Zakres pomiarowy: 0-75 kN,
 - Kwant: 0,002 kN,
- Rozdzielczość: 10000 działek,
- Czas pomiaru jednostkowy: 20 ms,
- Czas serii pomiarowej: 1500 ms.



Rys. 8.28 Konwerter analogowo-cyfrowy KAD-CAN

8.3.2.2 Pulpit Operatorski POp-1

Pulpit Operatorski POp-1 (rys. 8.29), w układzie PSSW pełni funkcję interfejsu operatora i jednostki centralnej mogącej pracować w podziemnych wyrobiskach zakładów górniczych w polach niemetalowych i metanowych.



Rys. 8.29 Pulpit operatorski POp-1

Dane przekazywane do pulpitu są przesyłane do modułu pamięci PIMP-1, w którym są przechowywane. Pulpit jest urządzeniem uniwersalnym, którego obwody wejścia/wyjścia mogą być konfigurowane w zależności od wymagań użytkownika. Urządzenie wyposażone jest w:

- uniwersalną klawiaturę numeryczną z 19 przyciskami funkcyjnymi,
- wyświetlacz graficzny o rozdzielczości 128 x 64 punkty,
- sygnalizator akustyczny i optyczny,
- rozbudowany interfejs komunikacyjny (CAN, RS-485),
- 3 wejścia pomiarowe (1 napięciowe, 2 prądowe) oraz 2 wyjścia stykowe (NO lub NZ),
- cztery szybkozłącza górnicze typu SGH-4.

Dostęp do poszczególnych funkcji pulpitu umożliwia menu wybierane odpowiednim przyciskiem.



Rys. 8.30 POp-1 ekran LCD – plansza główna w czasie pomiaru

Podstawowa plansza prezentowana na wyświetlaczu (rys. 8.30), zawiera informujące o wartościach najważniejszych wielkości określających stan nadzorowanego procesu, czyli przeliczone wartości sił mierzonych przez czujniki tensometryczne oraz wartość ciśnienia wskazywana przez czujnik PAC-1. Pozostałe plansze programu dzielą się na pola do edycji, umożliwiające sparametryzowanie układu, oraz pola do odczytu, pozwalające odczytać parametry układu, takie jak ilość wolnego miejsca na pamięci zewnętrznej i określić jakość transmisji CAN.

Na wyświetlaczu POP-1 przedstawiane są wyniki pomiaru siły skrawania, siły docisku oraz ciśnienia powietrza w instalacji pneumatycznej. W pamięci wewnętrznej urządzenia zapisane są wyniki z dziesięciu ostatnich pomiarów tych wielkości. W przypadku wystąpienia stanów awaryjnych użytkownik informowany jest o zaistniałym fakcie odpowiednim komunikatem. Urządzenie posiada najwyższy priorytet w hierarchii urządzeń przyłączonych do magistrali wymiany danych CAN. Dodatkowym atutem urządzenia jest szybkość działania i prosty w obsłudze interfejs.

8.3.2.3 Iskrobezpieczny Analogowy Przetwornik Ciśnienia PAC-1

Analogowy Przetwornik Ciśnienia PAC-1 przeznaczony jest do pomiaru ciśnienia w instalacjach pneumatycznych i hydraulicznych, zwłaszcza tam gdzie istnieje niebezpieczeństwo wybuchu mieszanki metanowo-powietrznej. Urządzenie przeznaczone jest do montażu w strefie chronionej przed narażeniami mechanicznymi (rys. 8.31).



Rys. 8.31 Iskrobezpieczny analogowy przetwornik ciśnienia PAC-1

Przetwornik Ciśnienia PAC-1 przeznaczony jest do stosowania w rozproszonych systemach sterowania i monitorowania maszyn pracujących w podziemnych wyrobiskach, zgodnie z właściwościami określonymi cechą budowy przeciwwybuchowej Ex ia.

Czujnik ciśnienia PAC-1 jest podłączony do pulpitu operatorskiego POP-1 za pomocą złącz SGH-4. Jego zadaniem w układzie pomiarowym PSSW jest pomiar ciśnienia w układzie pneumatycznym powodującym ruch obrotowy głowicy pomiarowej. W układzie zastosowano wersję przetwornika z pętlą prądową 4-20 mA o zakresie do 40 MPa. Wartość mierzonego ciśnienia jest wyświetlana On-Line na planszy głównej pulpitu operatorskiego POP-1.

8.3.2.4 Zasilacz iskrobezpieczny

Do zasilania układu pomiarowego służy iskrobezpieczny zasilacz, przeznaczony do zasilania iskrobezpiecznym napięciem 12VDC, urządzeń elektrycznych w układzie do pomiaru sił skrawania węgla (rys. 8.32).



Rys. 8.32 Iskrobezpieczny zasilacz

8.3.2.5 Iskrobezpieczny Przenośny Moduł Pamięci PIMP-1

Moduł pamięci PIMP-1 (rys. 8.33), przeznaczony jest do gromadzenia danych z układu pomiarowego siły skrawania węgla i przenoszenia ich do innego urządzenia powierzchniowego, wyposażonego w port USB. Dane zorganizowane są w postaci plików w drzewie katalogów pogrupowanych według lat i miesięcy. Każdy plik ma indywidualną, niepowtarzalną nazwę, która pomaga w identyfikacji czasu w jakim pomiar został zarejestrowany. Informacje zgromadzone w plikach mogą posłużyć do analizy i wizualizacji w formie tabel, wykresów itp.



Rys. 8.33 Iskrobezpieczny Przenośny Moduł Pamięci PIMP-1

Do tego celu został opracowany program AW-PSSW – Analiza Wyników Pomiaru Siły Skrawania Węgla, który opisany jest w rozdziale 8.3.4.

Podstawowymi właściwościami funkcjonalnymi modułu pamięci PIMP-1 są:

- organizacja zapisywanych danych zgodnie z systemem plików FAT32,
- brak konieczności instalowania dodatkowego oprogramowania i sterowników do komunikacji z komputerem (w systemach operacyjnych obsługujących standard USB 2.0),
- komunikacja z komputerem poprzez port USB zgodny ze specyfikacją USB 2.0 full-speed (12 Mbit/s),

- maksymalna prędkość transmisji danych po magistrali USB 500 kbps/800 kbps (zapis/odczyt),
- pojemność karty pamięci 2 GB,
- szeroki zakres temperatur pracy,
- zegar czasu rzeczywistego z podtrzymaniem baterijnym,
- komunikacja z systemem na maszynie poprzez magistralę CAN lub RS-485 half-duplex w standardzie Modbus RTU w zależności od opcji wykonania,
- parametryzacja transmisji dla łączy CAN, RS-485,
- indykacja poprawności komunikacji z system nadrzędnym oraz komputerem za pomocą świecącej diody LED, umieszczonej na korpusie modułu pamięci.

8.3.3 Pomiar sił skrawania

Przyrząd POU-BW/01-WAP zapewnia możliwość dokonania pomiaru wartości sił skrawania, oddziaływujących na noże w trakcie procesu urabiania calizny węglowej. Metodą która zapewnia dokonanie takiego pomiaru z odpowiednią dokładnością jest metoda tensometrii oporowej, gdyż umożliwia dokładny pomiar odkształceń. W praktyce sprowadza się do mierzenia wydłużeń na powierzchni ciała pod wpływem oddziaływania znanych sił zewnętrznych [26].

Zasada pomiaru polega na ustaleniu odcinka pomiarowego o pierwotnej długości L , zwanego bazą pomiarową, mierzoną w żądanym kierunku, po czym dokonuje się pomiaru przyrostu jej długości λ pod wpływem oddziaływania zewnętrznego. W przypadku jednorodnego stanu odkształcenia iloraz $\frac{\lambda}{L}$ określa wydłużenie właściwe

$$\varepsilon = \frac{\lambda}{L} \quad (8.2)$$

Znając stałą sprężystości badanego materiału oraz wynik pomiaru wydłużenia właściwego można korzystając z prawa Hooke'a obliczyć wartości występujących w materiale naprężeń, a poprzez to inne wielkości mechaniczne, takie jak: siła, moment zginający, ciśnienie itp.

Jeżeli badania mają być prowadzone w warunkach normalnej eksploatacji, najlepiej zastosować metodę tensometrii oporowej, która wykorzystuje tensometry zaliczane do grupy tensometrów elektrycznych. Metoda ta zapewnia możliwość wykonywania wielopunktowych pomiarów przy zdalnej rejestracji wyników, lub z bezpośrednim ich przekazywaniem do urządzenia rejestrującego (pamięci, komputera). Taki układ pomiarowy ma bardzo małą bezwładność, co umożliwia wykonywanie pomiarów wielkości szybkozmiennych.

Metoda tensometrii elektrycznej opiera się na właściwości drutu metalowego polegającej na zmianie oporu elektrycznego, spowodowanej zmianą jego przekroju poprzecznego i długości, wymuszonych odkształcaniem się, na skutek oddziaływania siły zewnętrznej.

Tensometry oporowe posiadają postać szeregu drucików odpowiednio naklejonych na podłożu i przyklejanych na badaną powierzchnię z pomocą specjalnego kleju. Obecnie powszechnie stosowane są foliowe tensometry oporowe, których siatka rezystancyjna wykonana jest z cienkiej folii metalowej umieszczonej pomiędzy dwoma warstwami folii

z tworzywa sztucznego. Do zakończeń przewodów tensometru przyłącza się przewody elektryczne, łączące go z układem pomiarowym. Układ pomiarowy składa się ze źródła zasilania, mostka tensometrycznego z tensometrem pomiarowym i kompensacyjnym (którego zadaniem jest kompensowanie wpływu czynników ubocznych, głównie temperatury), wzmacniacza pomiarowego, zwiększającego sygnał do wartości odpowiedniej dla urządzenia rejestrującego. Tensometr pomiarowy stanowi jedną z gałęzi mostka, w którego pozostałych gałęziach znajdują się elementy (opory) wzorcowe. Stan gdy w gałęzi przekątnej mostka nie płynie prąd nosi nazwę stanu równowagi, a zależności pomiędzy parametrami poszczególnych gałęzi w stanie równowagi – warunkami równowagi.

Mostki pomiarowe dzieli się na zrównoważone i niezrównoważone. Dla mostka zrównoważonego pomiar sprowadza się do doprowadzeniu go do stanu równowagi poprzez zmianę wartości elementów wzorcowych i obliczeniu – z warunków równowagi – parametrów badanego elementu. Dla mostka niezrównoważonego będącego uprzednio w stanie równowagi wykonuje się pomiar (w gałęzi przekątnej mostka) napięcia, które powstaje na skutek zmian oporności tensometru naklejonego na badanym elemencie, będącego jednocześnie jedną z gałęzi tego mostka.

Podstawowym problemem przy wykonywaniu pomiarów za pomocą metody tensometrii oporowej jest znalezienie takiego miejsca do naklejenia tensometrów na badanym elemencie, by interpretacja otrzymanych wyników pomiarów była łatwa i jednoznaczna [26].

Ze względu na to, że we współczesnych ścianowych kombajnach bębnowych najpowszechniej stosowane są noże styczno-obrotowe (rys. 8.34), najpoważniejszym problemem było skonstruowanie elementu pomiarowego przyrządu w taki sposób, by pomiar był w ogóle możliwy. Noże styczno-obrotowe mają bowiem możliwość obracania się w uchwytach, co uniemożliwia naklejenie tensometrów bezpośrednio na nich w taki sposób, by odbierać sygnał. Zaproponowano rozwiązanie, które umożliwia dokonanie w prosty sposób pomiaru sił, a następnie, dzięki znanym parametrom geometrycznym urządzenia, umożliwia za pomocą elementarnych wzorów obliczenie parametrów obciążenia, np. w postaci sił. Nie bez znaczenia jest również możliwość obróbki statystycznej rezultatów dowolnej ilości pomiarów, z których każdy jest zapisem przebiegu obciążenia danego noża w czasie rzeczywistym.



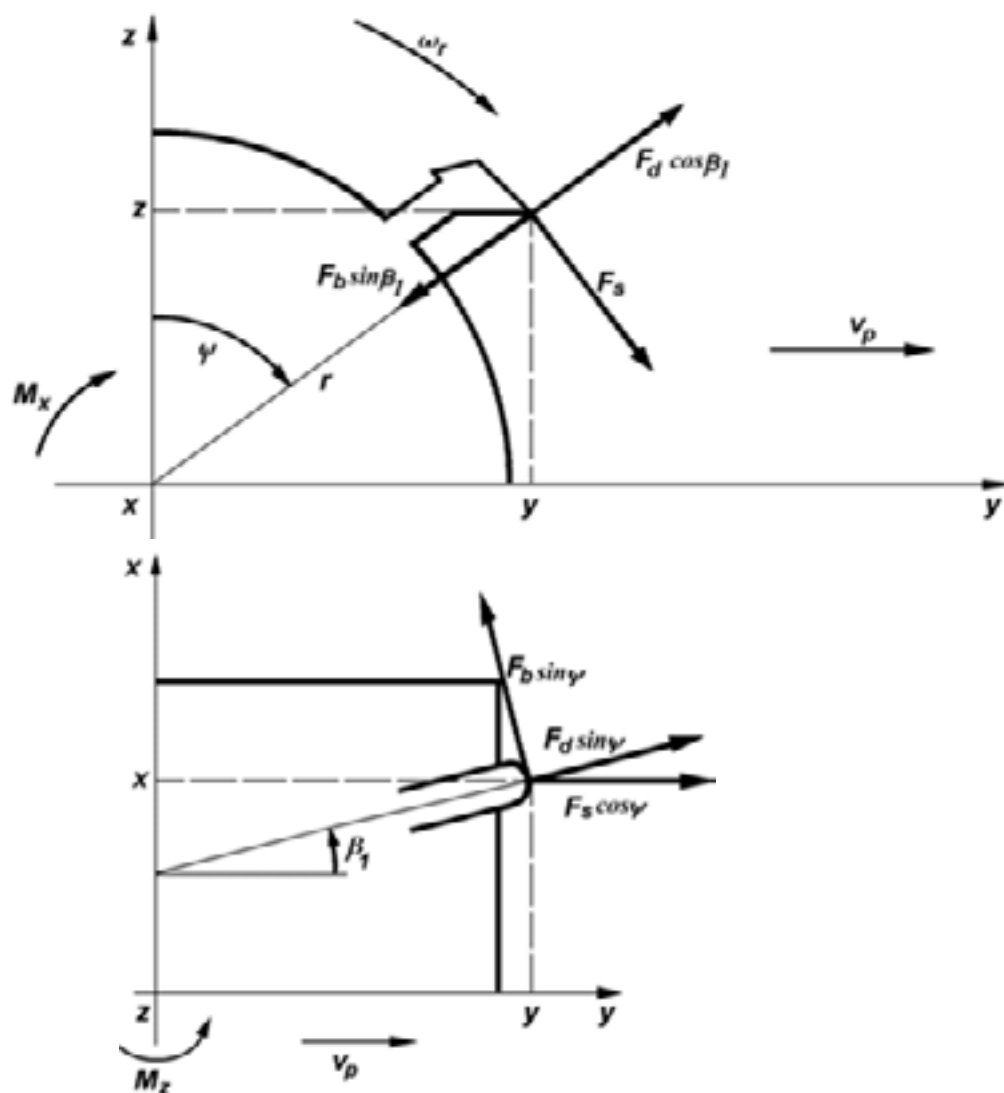
Rys. 8.34 Nóż styczno-obrotowy zastosowany w głowicy przyrządu POU-BW/01-WAP

Na nóż kombajnu (rys. 8.34) w trakcie urabiania działa rzeczywista siła, którą rozkładamy na następujące siły składowe (rys. 8.35) [2, 3]:

F_s – siła skrawająca;

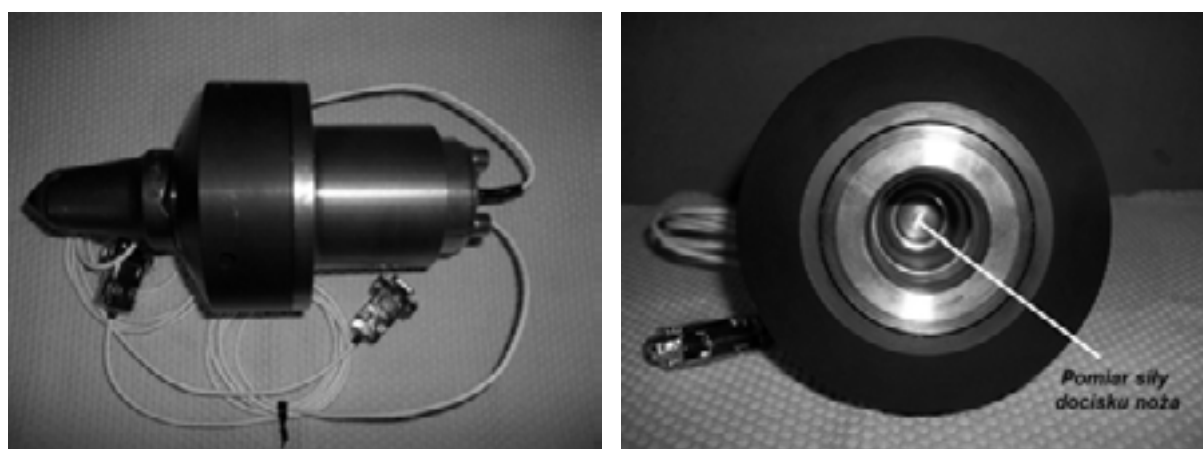
F_d – siła docisku do urabianej calizny;

F_b – siła boczna (oporu).



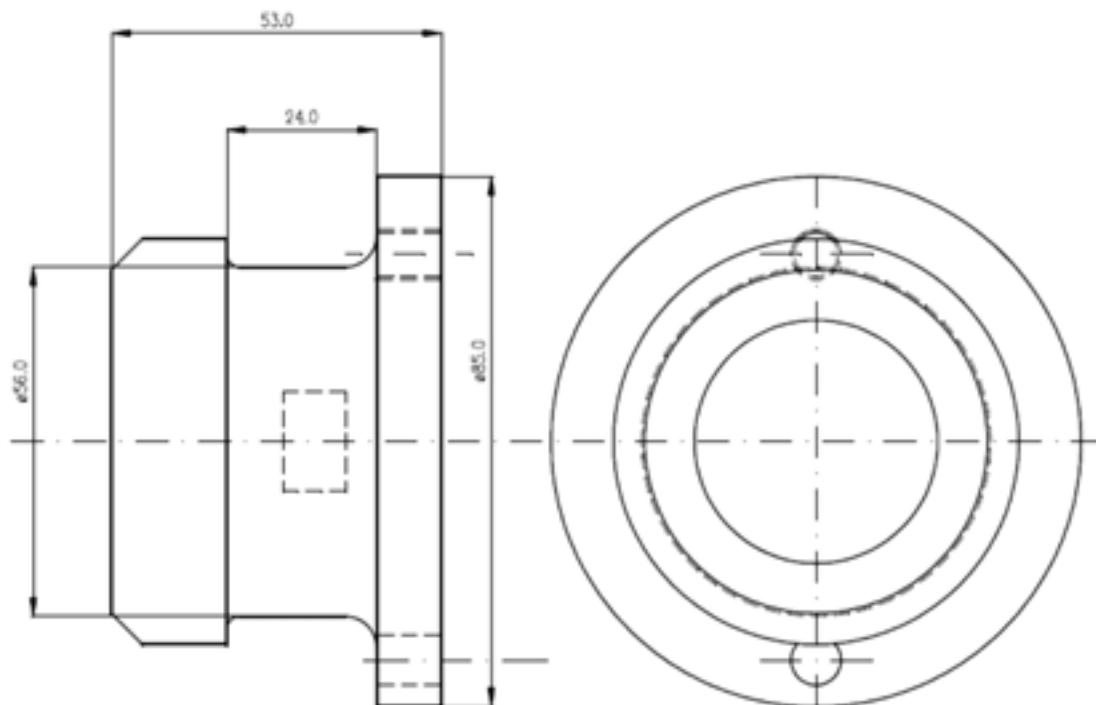
Rys. 8.35 Składowe sił w procesie urabiania

Tensometry powinny być rozmieszczone w taki sposób, aby umożliwić bezpośredni pomiar tych sił.

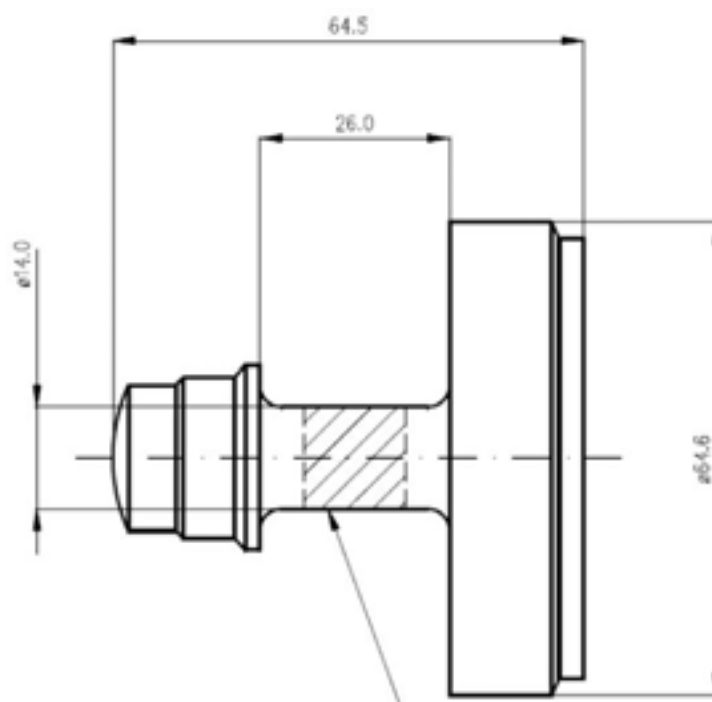


Rys. 8.36 Głowica przyrządu POU-BW/01-WAP

W przyrządzie POU-BW/01-WAP, głowica pomiarowa (rys. 8.36), została skonstruowana tak, że umożliwia jednocześnie mierzenie dwu z trzech sił występujących w procesie skrawania: – siłę skrawającą F_s (rys. 8.37) oraz siłę docisku noża do urabianej calizny F_d (rys. 8.38).



Rys. 8.37 Czujnik pomiaru siły skrawania F_s



Rys. 8.38 Czujnik siły docisku noża do calizny węglowej F_d

Tensometry pomiarowe zostały naklejane w ten sposób, aby ich baza była zgodna z kierunkiem największych naprężeń (rys. 8.37, 8.38), zarazem największej zmiany długości

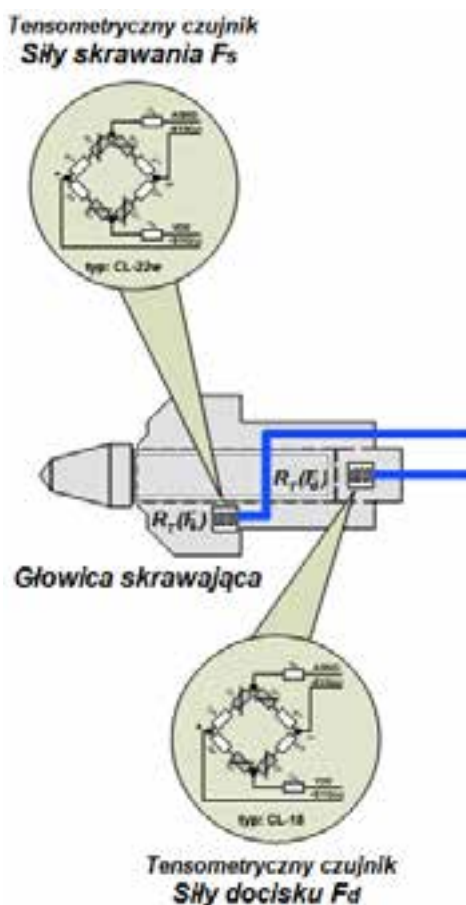
elementu pomiarowego (zginania). Tensometry kompensacyjne naklejane są w poprzek w stosunku do aktywnych, tj. w kierunku minimalnych naprężeń. Taka konfiguracja zapewnia największe odstrojenie mostka od stanu równowagi w miarę zmian naprężenia w elemencie pomiarowym. Jednocześnie naklejenie tensometru kompensacyjnego w tym samym miejscu co aktywny powoduje, że są w tej samej temperaturze i zmiany ich oporności wywołane temperaturą są takie same. W mostku zaś oddziałują przeciwnie, czyli kompensują się.

Wydzielenie składowej siły skrawania F_s uzyskuje się metodą kompensacyjną, poprzez odpowiednie sumowanie i odejmowanie wyników (każdorazowo) z mostka znajdującego się po zginanej stronie (rys. 8.37). Natomiast siłę docisku noża F_d uzyskuje się z mostka tensometrycznego znajdującego się w dolnej części głowicy w której występuje ściskanie (rys. 8.38).

Głowica urabiająca przyrządu POU-BW-01-WAP została skalibrowana dla znanych obciążeń na stanowisku badawczym. Tym samym mamy pewność, że uzyskane wyniki są wiarygodne.

Ponadto, ponieważ przyrząd jest wyposażony w czujniki siły oraz czujnik ciśnienia, stąd istnieje możliwość wyznaczenia sił skrawania z dwu niezależnych źródeł pomiarowych, a tym samym istnieje możliwość weryfikacji uzyskanych wyników pomiarów – siły skrawania (F_s) oraz siły docisku noża (F_d).

Głowica skrawająca z mostkami tensometrycznymi dla pomiaru dwu sił biorących udział w procesie skrawania węgla została przedstawiona na rysunku 8.39.

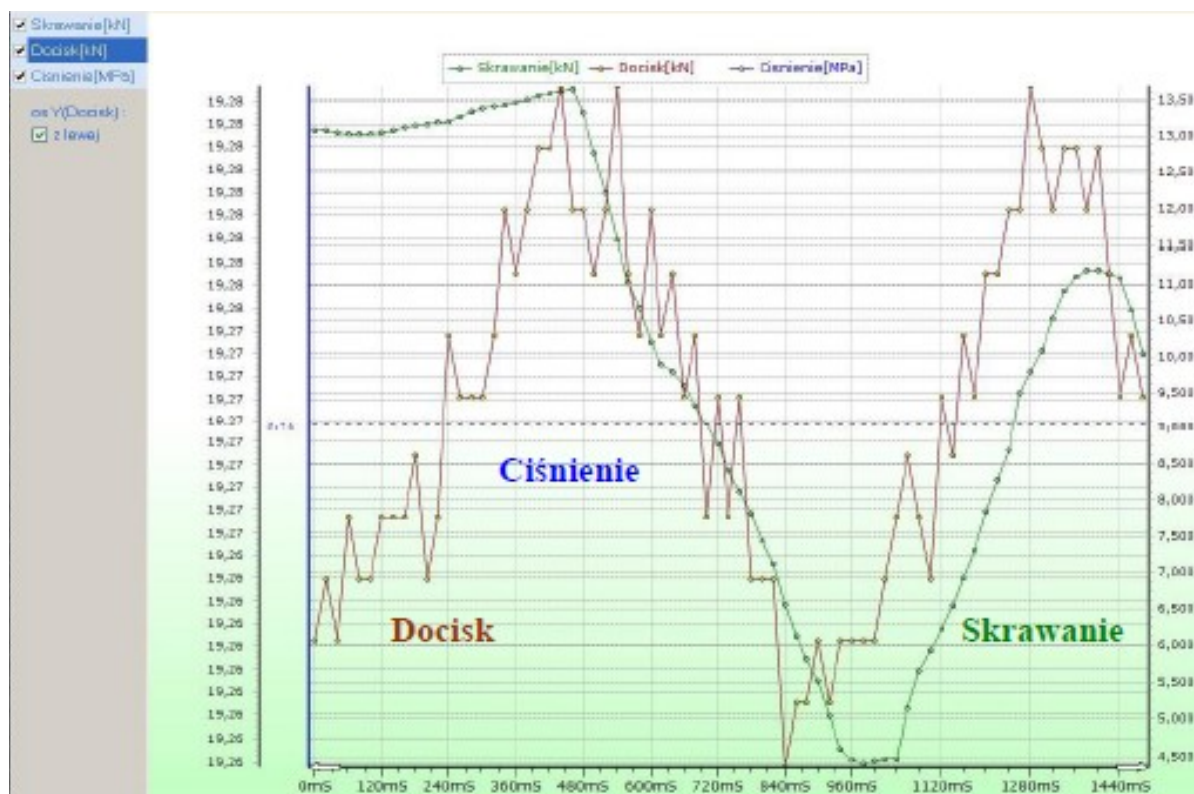


Rys. 8.39 Głowica skrawająca przyrządu POU-BW/01-WAP z mostkami tensometrycznymi

Nóż zastosowany w głowicy to nóż styczny-obrotowy. Nóż ten ma możliwość swobodnego obrotu w trakcie wykonywania prób.

8.3.4 Analiza Wyników Pomiaru Sił Skrawania Węgla AW-PSSW

Program AW-PSSW (rys. 8.40) umożliwia wizualizację i przeprowadzenie analizy zebranych informacji z układu Pomiaru Sił Skrawania Węgla [58].



Rys. 8.40 Plansza graficzna programu AW-PSSW

Do głównych możliwości programu należą:

- przegląd zebranych plików w postaci uporządkowanych tabelarycznie wpisów,
- konwersja plików DAT do arkusza kalkulacyjnego,
- wizualizacja danych w formie wykresów,
- analiza danych przy pomocy histogramu i statystyki wyników,
- wydruk pomiarów,
- eksport pomiarów do pliku tekstowego.

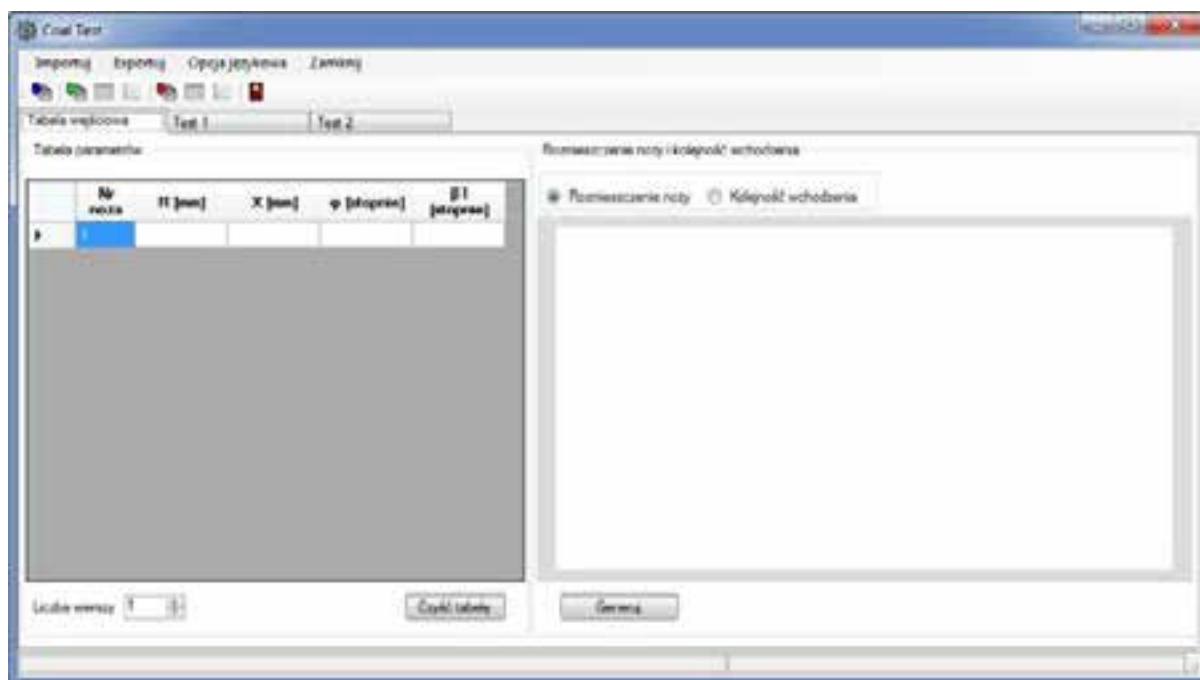
Do poprawnej pracy programu niezbędny jest komputer typu PC z zainstalowanym systemem Windows XP oraz środowiskiem Microsoft.NET Framework 3.5.

8.3.5 PROGRAM COAL TEST

Po wykonaniu pomiarów, wyniki zarejestrowane przez rejestratory i zapisane w module pamięci PIMP-1, podlegają dalszej obróbce, za pomocą specjalnego programu komputerowego (Coal Test), który jest integralną częścią przyrządu.

Uruchamiając program Coal Test, na ekranie monitora pokaże się okno przywitalne, a następnie główne okno programu.

W pierwszej kolejności wprowadzamy parametry geometryczne noży zainstalowanych na organie urabiającym (rys. 8.41). Przy opisie geometrii rozmieszczenia noży na organie urabiającym bierze się pod uwagę zespół: nóż – uchwyt noża.

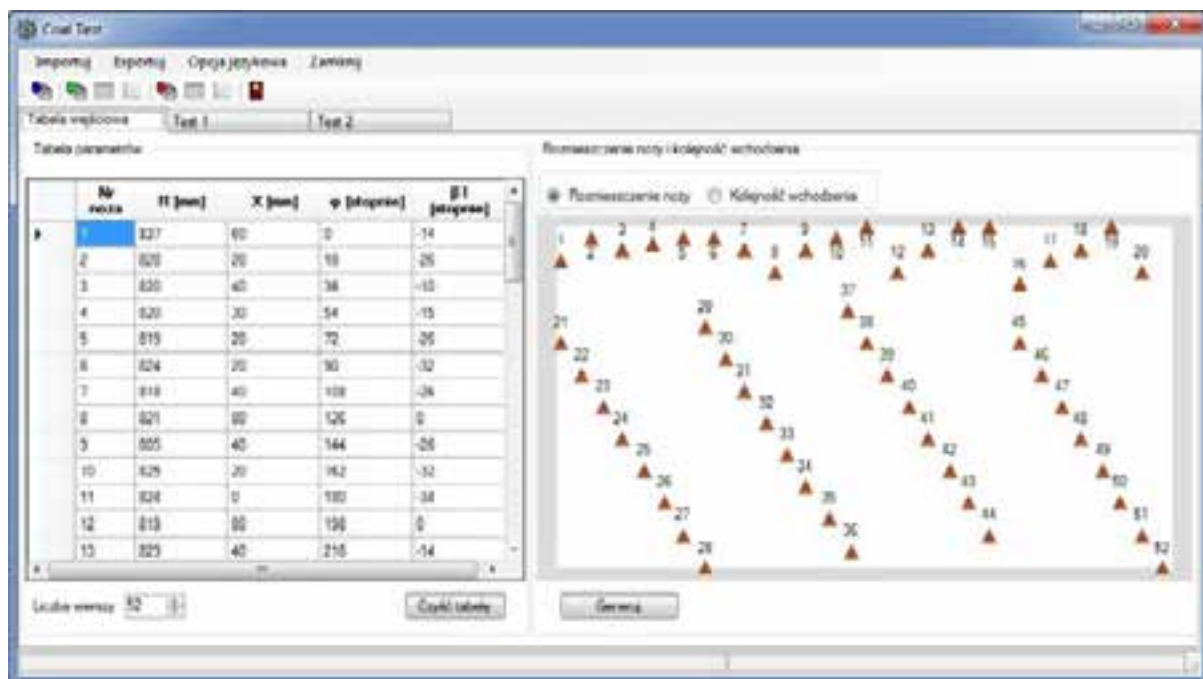


Rys. 8.41 Okno programu – parametry geometryczne

Geometria organu urabiającego ścianowego kombajnu bębnowego opisana została następującymi parametrami [2, 3]:

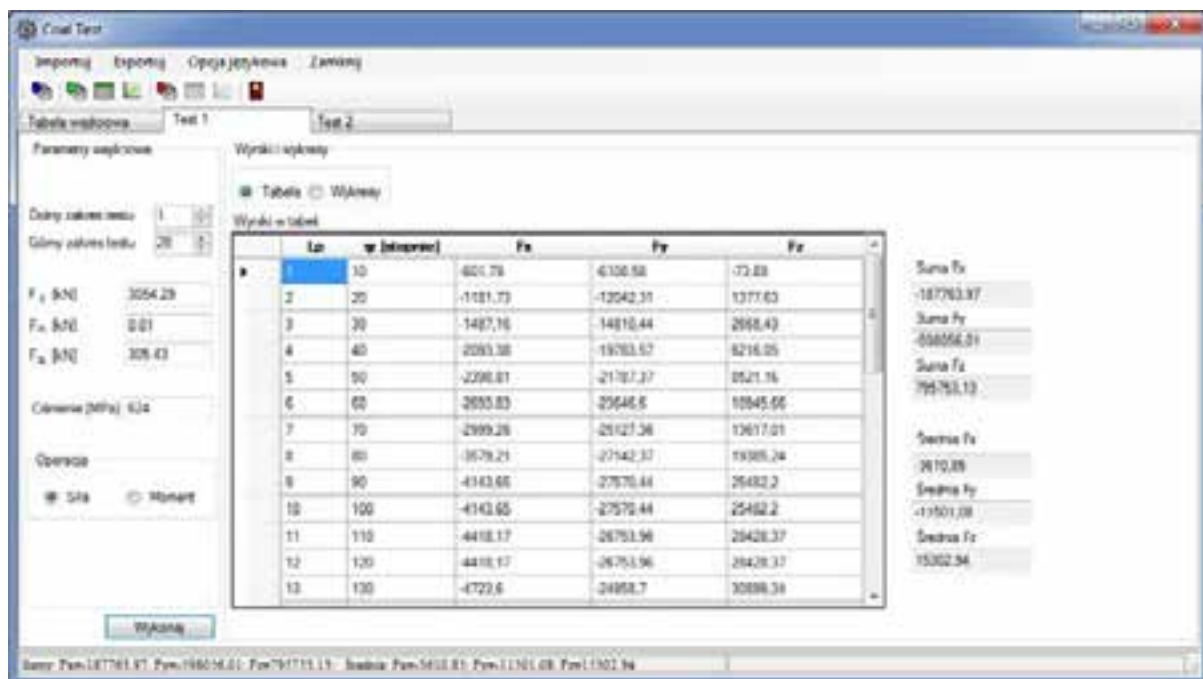
- | | |
|--|----------------------|
| - ilość noży na organie urabiającym (numer noża) | X szt, |
| - odległość wierzchołka ostrza noża od osi obrotu organu urabiającego | R mm, |
| - odległość wierzchołka ostrza noża od płaszczyzny yz | x mm, |
| - kąt obwodowy położenia noża | φ° , |
| - kąt obrotu noża w stosunku do osi obrotu bębna (organu urabiającego) | β_1° , |
| - kąt pochylenia noża | α_1° , |
| - kąt obrotu wierzchołka ostrza noża | γ_1° . |

W przypadku gdy plik zostanie poprawnie wprowadzony do aplikacji, na zakładce zostaną przedstawione parametry noży na organie urabiającym, jak również pokazane zostanie rozmieszczenie noży na głowicy urabiającej (rys. 8.42) oraz kolejność wchodzenia noży przy jednym pełnym (360°) obrocie organu urabiającego.



Rys. 8.42 Rozmieszczenie noży na organie urabiającym

Wprowadzając do programu wartości sił (F_s , F_d) zmierzone i zarejestrowane w trakcie wykonywania pomiarów, w tabeli wynikowej wyznaczone i zaprezentowane zostaną zarówno wartości sił (rys. 8.43) jak i momentów sił – należy określić operację którą chce się wykonać.



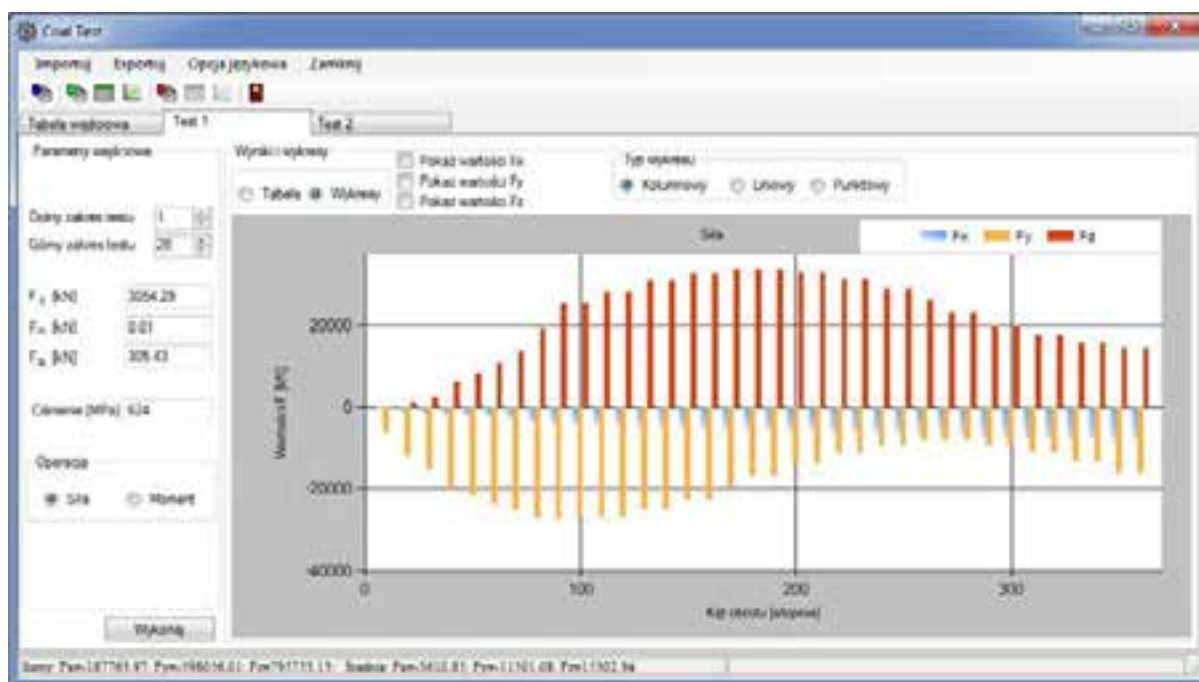
Rys. 8.43 Wartości sił na organie urabiającym

Na opcji wyboru wybieramy operację spośród:

- siły,
- momentu siły.

W celu wykonania algorytmu obliczeń oprócz wypełnienia tabeli na zakładce Tabela wejściowa, trzeba określić dolny i górny zakres obliczeń tzn. należy określić dolny i górny zakres numeru noża który ma zostać uwzględniony w algorytmie obliczeń (górna wartość nie może być większa od liczby noży w tabeli).

Po wykonaniu algorytmu, wyniki uzyskane dla każdego noża organu urabiającego zostają zaprezentowane w tabeli wynikowej (rys. 8.43), jak również na wykresach (rys. 8.44).



Rys. 8.44 Wykresy wartości sił (momentów sił)

Użytkownik ma możliwość obejrzenia wyników algorytmu na następujących wykresach:

- kolumnowy,
- liniowy,
- punktowy.

Dodatkowo algorytm wylicza sumy, jak i wartości średnie zarówno dla sił jak i momentów sił. Wartości sum jak i wartości średnie zaprezentowane są w polach edycyjnych.

8.3.6 Transport przyrządu POU-BW/01-WAP

Przyrząd POU-BW/01-WAP jest oryginalnie zapakowany w skrzynię drewnianą której celem jest zapobiec uszkodzeniom w czasie transportu i magazynowania. Materiał użyty do wykonania skrzyni – płyta OSB – jest odporny na wilgoć, jednak przy długotrwałym przechowywaniu w środowisku wilgotnym, może dojść do jego zniszczenia.

Poszczególne elementy urządzenia ze względu na ich dużą wagę są rozmontowane. Po rozmontowaniu są umieszczone w specjalnie wydzielonych sekcjach skrzyni, oddzielonych od siebie przegrodami drewnianymi. Drobne elementy są umieszczone w kartonach (lub luzem), zabezpieczone przed uszkodzeniem w trakcie transportu (rys. 8.45 do 8.51).



Rys. 8.45 Skrzynia transportowa przyrządu POU-BW/01-WAP



Rys. 8.46 Ułożenie elementów przyrządu w skrzyni transportowej – widok 1



Rys. 8.47 Ułożenie elementów przyrządu w skrzyni transportowej – widok 2



Rys. 8.48 Ułożenie elementów przyrządu w skrzyni transportowej – widok 3



Rys. 8.49 Ułożenie elementów przyrządu w skrzyni transportowej – widok 4



Rys. 8.50 Ułożenie elementów przyrządu w skrzyni transportowej – widok 5



Rys. 8.51 Ułożenie elementów przyrządu w skrzyni transportowej – widok 6

Ze względu na niemożliwość całkowitego wymontowania elementów elektronicznych, należy dbać o to, aby przewody nie zostały uszkodzone w trakcie montażu, pakowania, jak również, nie dostały się w miejsca w których mogłyby zostać przygniecione przez większe elementy.

Skrzynię wraz z rozmontowanym przyrządem i ułożeniem części, przedstawiono na rysunkach: 8.45, 8.46, 8.47, 8.48, 8.49, 8.50, 8.51.

PODSUMOWANIE

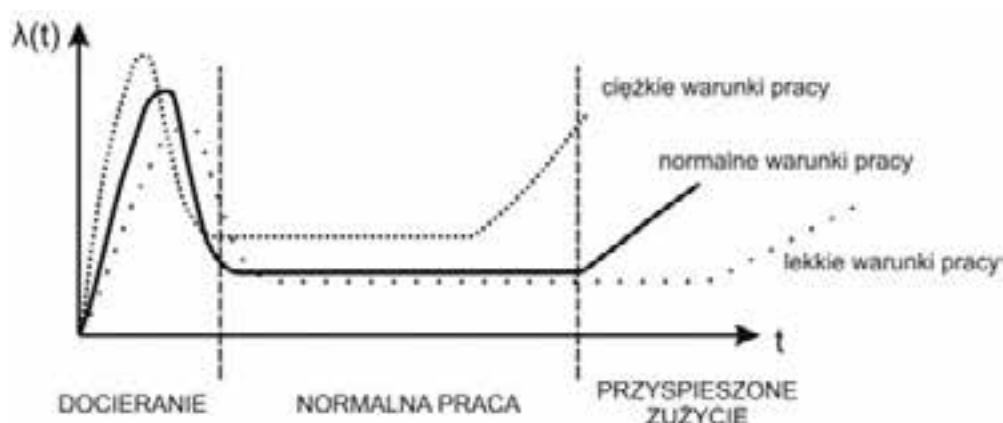
W specyficznych warunkach pracy panujących na dole kopalni w rejonie ściany wydobywczej, obok monitorowania stanu technicznego środków technicznych ważne jest jak najlepsze rozpoznanie warunków eksploatacji złoża, co przyczynia się do optymalnego doboru maszyn uczestniczących w procesie wydobywczym. Odpowiedni dobór maszyn i urządzeń powoduje wydłużenie ich czasu bezawaryjnej pracy, zwiększenie dostępności, a co za tym idzie wzrost efektywności procesu wydobywczego wyrażonego poprzez koncentrację wydobywania. Stąd pomiar urabialności węgla może być jednym z istotnych czynników dla oceny możliwości efektywnej eksploatacji, który pozwoli na optymalny dobór parametrów eksploatacyjnych maszyn urabiających.

Ważność zagadnienia, jakim jest pomiar i ocena urabialności węgla (skał), potwierdza ilość opracowanych metod jego pomiaru w różnych ośrodkach naukowych na świecie. Z dotychczas przeprowadzonych badań oraz analiz wynika, że wielkość wskaźnika urabialności (skrawalności), ma istotny wpływ na moc, wydajność oraz trwałość i niezawodność pracy urządzeń urabiających. Wynika stąd również, że parametr ten ma decydujący wpływ na energochłonność, instalowaną moc oraz gabaryty maszyny urabiającej, a tym samym wpływa na koszty zakupu i eksploatacji. Duże moce instalowane na maszynach urabiających zwiększają gabaryty maszyn, wpływają na wzrost zagrożenia klimatycznego,

zaburzenia w przepływie powietrza, zagrożenie metanowe, czy wreszcie konieczność wykonywania wyrobisk o większych przekrojach.

W przemyśle wydobywczym węgla kamiennego dodatkowym utrudnieniem dla sprawnego funkcjonowania procesu jest także zmienna wielkość produkcji charakteryzująca się fluktuacjami obciążenia maszyn oraz trudne (lub wręcz niemożliwe), do przewidzenia warunki geologiczno-górnice eksploatacji złoża [2, 3, 28, 29, 65]. Zmieniające się warunki eksploatacji maszyn biorących udział w procesie wydobywczym przyczyniają się do skrócenia czasu ich dostępności. Zjawisko to prezentuje teoretyczna funkcja intensywności uszkodzeń $\lambda(t)$ przedstawiona na rysunku 8.52.

Jednym z najważniejszych elementów uczestniczącym w procesie wydobywania jest organ urabiający kombajnu/struga.



Rys. 8.52 Funkcja intensywności uszkodzeń w zależności od warunków pracy

Źródło: opracowanie własne na podstawie [62, 64]

W odniesieniu do organu urabiającego będzie to znajomość wszystkich składowych sił działających na jego noże w procesie wydobywczym. Wyznaczenie tych sił znacząco wpłynie na zwiększenie dostępności maszyny i wydłuży jej żywotność. Zmniejszenie awarii pozwoli lepiej zorganizować pracę działu utrzymania ruchu, zwiększając udział działań o charakterze planowanym, takich jak: konserwacje, przeglądy okresowe czy bieżące remonty. W ostateczności wpłynie to na poprawę jakości pracy służb utrzymania ruchu [63].

Wykorzystując wyniki pomiarów można określić klasę węgla (sklasyfikować wg trudności urabiania), a tym samym przewidywaną moc ścianowego kombajnu bębnowego/struga, pracującego w konkretnych warunkach geologiczno-górnich.

Efektywność wyrobiska ścianowego zależy bezpośrednio od prawidłowo dobranych maszyn i urządzeń kompleksu ścianowego. Prawidłowo dobrany kompleks ścianowy musi uwzględniać warunki geologiczno-górnice eksploatowanej ściany.

Dlatego tak istotny jest pomiar urabialności węgla, który pozwoli na optymalny dobór parametrów eksploatacyjnych maszyn urabiających i może być jednym z decydujących czynników dla oceny możliwości efektywnej eksploatacji. Istotnym elementem przy projektowaniu i konstruowaniu maszyn górniczych jest prowadzenie badań eksperymentalnych odwzorowujących charakter pracy maszyn. Badania te mają na celu poznanie jak największej liczby parametrów i ich wpływu na pracę maszyn (jej elementów), które z kolei mają wpływ na trwałość i niezawodność w trudnych warunkach geologiczno-

górnictwych. Do tego mają służyć opisane w monografii nowe przyrządy, które powstały w Polsce. Zasadniczą nowością przyrządu POU-BW/01-WAP jest możliwość bezpośredniego pomiaru mocy urabiania – parametru, który nie był wyznaczany za pomocą znanych, istniejących przyrządów [26].

W przedstawionych przyrządach zostały zastosowane najnowocześniejsze rozwiązania, tak pod względem konstrukcji jak i pomiaru oraz rejestracji mierzonych wartości. Posiadają certyfikat ATEX  I M2 Ex ib I Mb, umożliwiający pracę w warunkach rzeczywistych (zakładach górniczych), jako urządzenia przeznaczone do użytku w przestrzeniach zagrożonych wybuchem – zgodnie z dyrektywą 94/9/EC.

Przyrządy które powstały w Polsce w ostatnich latach (2011, 2012 a których autor niniejszej monografii był współtwórcą – przyrząd GIG, lub głównym twórcą – przyrząd POU-BW/01-WAP), zostały dostrzeżone i nagrodzone za swe innowacyjne rozwiązania. Na odbywających się corocznie w Brukseli w listopadzie, Międzynarodowych Targach Innowacji Technologicznych, przyrząd GIG w 2011 roku zdobył ZŁOTY MEDAL oraz w roku 2012 otrzymał wyróżnienie w konkursie Górniczy Sukces Roku. Natomiast przyrząd POU-BW/01-WAP, został dostrzeżony i nagrodzony za swe innowacyjne rozwiązania na wielu Międzynarodowych Targach, Wystawach Innowacji Technologicznych:

1. Bruxelles Eureka. **Srebrny medal** w Brukseli na europejskich targach – *THE BELGIAN AND INTERNATIONAL TRADE FAIR FOR TECHNOLOGICAL INNOVATION*.

Instrument determining workability of coal or rock enclosing the coal deposit – POU-BW/01-WAP. Bruksela/Belgia, 17 listopad 2012.

2. Dyplom Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego za rozwiązanie – **Przyrząd określający urabialność węgla lub skał otaczających złoża węglowe – POU-BW/01-WAP.** – XX GIEŁDA WYNAŁAZKÓW WYRÓŻNIONYCH NA ŚWIATOWYCH WYSTAWACH w 2012r. Warszawa luty 2013.

3. Narodowa Wystawa Badań i Innowacji BACĂU 2013. **Diplomă de excelență. POU-BW/01-WAP.** Bacău/Rumunia, 19-21.09.2013.

4. Międzynarodowe Targi Wynalazków i Technologii INST 2013. **Dyplom INST – Excellent Idea Certificate. POU-BW/01-WAP.** Taipei/Tajwan, 26-29 września 2013.

5. Międzynarodowe Targi Wynalazków i Technologii INST 2013.

Nagroda specjalna: Medal i Dyplom od delegacji z Japonii – Leading Innovation Award POU-BW/01-WAP. Taipei/Tajwan, 26-29 września 2013.

6. Dyplom Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego za projekt pod nazwą: **Przyrząd określający urabialność węgla lub skał otaczających złoża węglowe – POU-BW/01-WAP.** Warszawa luty 2014.

Oryginalność zastosowanych rozwiązań w przyrządzie POU-BW/01-WAP to:

- pomiar dwu sił składowych biorących udział w procesie skrawania (F_s oraz F_d),
- dwa niezależne źródła pomiaru – możliwość weryfikacji uzyskanych wyników,
- zastosowanie aktuatora do napędu ramienia skrawającego,
- zasilanie z centralnej magistrali wodno-olejowej w kopalni – brak dodatkowego agregatu zasilającego,
- prostota budowy (trzy elementy), łatwość obsługi, mała waga (około 250 kg).

DIPLOMA

BRUSSELS
Eureka!

THE BELGIAN AND INTERNATIONAL TRADE FAIR
FOR TECHNOLOGICAL INNOVATION

Główny Instytut Górnictwa

Witold Biely, Jarosław Brodny, Władysław Konopko, Zbigniew
Lubosik, Marek Plonka, Stanisław Prusek, Sylwester Rajwa,
Włodzimierz Sikora, Marian Turek, Andrzej Walentek, Aleksander
Wrana

for the innovation

Instrument for determination of machinability of
coal and rock

Gold medal

THE PRESIDENT OF
THE INTERNATIONAL JURY



Brussels, 19th November 2011

THE PRESIDENT



82

DIPLOMA

BRUSSELS
Eureka!

THE BELGIAN AND INTERNATIONAL TRADE FAIR
FOR TECHNOLOGICAL INNOVATION



Politechnika Śląska, Wydział Organizacji i Zarządzania;
Instytut Inżynierii Produkcji

Witold Biały, Marek Marczak

for the innovation

Instrument determining workability of coal or rock
enclosing the coal deposit – POU-BW/01-WAP.

Silver medal

THE PRESIDENT OF
THE INTERNATIONAL JURY

Brussels, 17th November 2012

THE PRESIDENT

President

99



MINISTER
NAUKI I SZKOLNICTWA WYŻSZEGO

DYPLOM

dk

Instytutu Inżynierii Produkcji Wydziału Organizacji i Zarządzania
Politechniki Śląskiej

za projekt pod nazwą
Przyrząd określający urabialność węgla
lub skał otaczających złoża węglowe
- POU-BW/01-WAP

Twórcy:

dr hab. inż. Witold Biały, prof. inż. w Pol. SŁ Marek Marczak

Prof. Barbara Kudrycka
Minister Nauki i Szkolnictwa Wyższego

Warszawa, luty 2011



Salonul Național al Cercetării și Inovării

BACĂU 2013



DIPLOMĂ DE EXCELENȚĂ

Se acordă:

TECHNICAL UNIVERSITY OF SILESIA

POU-BW/01-WAP

pentru activitatea de cercetare și inventică.

19-21 SEPTEMBRIE 2013

O MINTE CREATIVĂ E MEREU TANĂRA!

Președinte Juriu

Prof.univ.dr.ing. Gheorghe STAN

Co - organizatori:



Camera de Comerț și Industrie BACĂU



Forumul Inventatorilor Români - Filiala BACĂU



2013年台北國際發明暨技術交易展
2013 TAIPEI INT'L INVENTION SHOW & TECHNOMART

發明人：SILESIA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY
Faculty of Organization and Management
Institute of Production Engineering

之

參展作品：POU-BW/01-WAP

榮獲「2013年台北國際發明暨技術交易展」—發明競賽

Excellent Idea

特頒此狀，以茲表揚

發明競賽評審委員主任委員

2013年9月28日於臺北市

This Excellent Idea Certificate is presented to

Product：POU-BW/01-WAP

In recognition for the invention of

Inventor：SILESIA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Faculty of Organization and Management

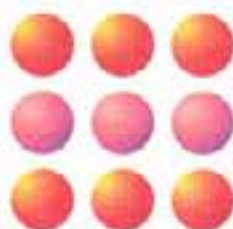
Institute of Production Engineering

2013 Taipei International Invention Show & Technomart
Invention Contest

Award Committee Chair

September 28, 2013, Taipei City

Series No: 201309-020



IIPNF

國際知識產權交流會

International Intellectual Property Network Forum

Leading Innovation Award

Presented to

*Silesian University of Technology
Faculty of Organization and Management
Institute of Production Engineering*
for excellent invention of

*Instrument determining workability of coal or rock
enclosing the coal deposit - POL-BW/01-WAP*

exhibited at



2013 TAIPEI INT'L
INVENTION SHOW & TECHNOMART

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Patrick', is written over a horizontal line.

Lok Kam Lam (dr.) Patrick
IIPNF - Founder / President
JPO/IPR 2010 (IPPE)
Japan Patent Office: IP FRIENDS 101P068



MINISTER
NAUKI I SZKOLNICTWA WYŻSZEGO

DYPLOM

z

Politechniki Śląskiej, Wydziału Organizacji i Zarządzania
Instytutu Inżynierii Produkcji

za projekt pol. nową

Przyrząd określający urabialność węgla
lub skał otaczających złoża węglowe – POU-BW/01-WAP

Tworcy

dr hab. inż. Witold Biały, prof. dr hab. St.
Marek Marczak

Skol - Bobinska

Prof. Lesław Kosiński-Bobinska
Mistrz Nauki i Szkolnictwa Wybitnego

Warszawa, lipiec 2010

Przyrząd POU-BW/01-WAP, został zgłoszony do Urzędu Patentowego Rzeczypospolitej Polskiej o udzielenie patentu. Wniosek został przyjęty dnia 20.04.2012 i zarejestrowany pod numerem P.398897 jako: „Przyrząd określający urabialność węgla lub skał otaczających złoża węglowe”.

Warszawa, 2012-04-20

**URZĄD PATENTOWY
RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ**
Kancelaria Ogólna
Al. Niepodległości 188/192
00-950 Warszawa
skr. poczta 203

BA-III/P.398897/Pow.1/iskow
POLITECHNIKA ŚLĄSKA BIURO
RZECZNIKA PATENTOWEGO
rzesz. pat. Urszula Ziółkowska
ul. Akademicka 2 A
44-100 Gliwice

Nasz znak: BA-III/P.398897/Pow.1/iskow
Wasz znak: RR.10.Tst.156/2012

POTWIERDZENIE

Urząd Patentowy RP stwierdza, że dnia 2012-04-20 przyjęto wniosek o udzielenie patentu na wynalazek pt.:

Przyrząd określający urabialność węgla lub skał otaczających złoża węglowe

Zgłoszenie oznaczono numerem P.398897

[WIPO ST 10/L PL398897]

Zgłaszający: **POLITECHNIKA ŚLĄSKA, Gliwice, Polska**

Powinno:

1. Strony oraz ich przedstawiciele i pełnomocnicy mają obowiązek zawiadomić Urząd o każdej zmianie swojego adresu. W razie zaniedbania tego obowiązku doręczenie pisma pod dotychczasowym adresem ma skuteczną moc (art. 41 k.p.a.).
2. W korespondencji należy powoływać się na nr P.398897
3. O zgłoszeniu wynalazku Urząd Patentowy dokonuje ogłoszenia niezwłocznie po upływie 18 miesięcy od daty pierwszeństwa do uzyskania patentu. Zgłaszający może w okresie 12 miesięcy od daty pierwszeństwa złożyć wniosek o dokonanie ogłoszenia w terminie wcześniejszym (art. 43 ustawy Prawo Własności Przemysłowej).

REFERENDARZ

Wojciech S. Szwed

LITERATURA

1. BARON, L. J., GŁAPMAN, L. B.: *Wznios instrumenta pri rjezani gornych porod.* Moskwa Hedba. 1969.
2. BIAŁY W.: *Empiryczne prognozowanie mocy ścianowych kombajnów bębnowych.* Wydawnictwo Politechniki Śląskiej. Seria: Górnictwo z. 262 Gliwice 2005.
3. BIAŁY W.: *Volba dobývacích kombajnů na základě výzkumů rozpojitelnosti uhlí.* VŠB-Technická univerzita Ostrava Fakulta strojí Ostrava 2009.
4. BIAŁY W.: *GÓRNICTWO WĘGLA KAMIENNEGO – wybrane problemy funkcjonowania.* Wydawnictwo PKJS, Gliwice 2011.
5. BIAŁY W.: *The selection of optimal method determining mechanical properties of coal layers.* Systemy Zarządzania w Inżynierii Produkcji – Management Systems in Production Engineering 2/2011.
6. BIAŁY W.: *Urabialność węgla i skał.* Rozdział 1. Górnictwo – perspektywy i zagrożenia. Monografia pod red. Badura H., Biały W. Wydawnictwo PKJS Gliwice 2012.
7. BIAŁY W.: *Przyrząd do badania urabialności węgla i skał otaczających złoża.* Rozdział 4. Problemy bezpieczeństwa w budowie i eksploatacji maszyn i urządzeń górnictwa podziemnego. Monografia red. Krauze K. Centrum Badań i Dozoru Górnictwa Podziemnego Sp. z o.o. Łędziny 2012.
8. BIAŁY W.: *Problémy rozpojitelnosti uhlí a hornin.* Technická Diagnostika z1 ročník XXII 2013. CZECHY.
9. BIAŁY W.: *Przyrząd POU-BW/01-WAP określający urabialność węgla i skał otaczających złoża.* XXII Szkoła Eksploatacji Podziemnej 18-22.02.2013 Kraków.
10. BIAŁY W., HALAMA A., LOSKA P., MOLENDĄ T., SZYMAŁA P.: *Wyznaczanie wartości sił w procesie skrawania węgla za pomocą przyrządu POU-BW/01-WAP.* EMTECH 2013. Konferencja: Zasilanie, informatyka techniczna i automatyka w przemyśle wydobywczym. Innowacyjność i bezpieczeństwo. Zakopane 20-22.05.2013. Hotel „Belvedere”.
11. BIAŁY W.: *New devices used in determining and assessing mechanical characteristics of coal.* 13th SGEM GeoConference on Science and Technologies In Geology, Exploration and Mining, SGEM2013 Conference Proceedings, June 16-22, 2013, Vol. 1, BULGARIA
12. BIAŁY W.: *Innowacyjne narzędzia do wyznaczania właściwości mechanicznych węgla.* Przegląd Górniczy nr 6/2013. Katowice.
13. BIAŁY W.: *Węgiel kamienny w Polsce – eksport, import, nowe możliwości.* Rozdział 2. Systemy Wspomagania w Inżynierii Produkcji. „Wspomaganie Zarządzania Systemami Produkcyjnymi”. Monografia red.: W. Biały, M. Zasadzień. Wydawnictwo PA NOVA SA. Gliwice 2013.
14. BIAŁY W., ZASADZIEN M., MIDOR K.: *Badania eksperymentalne i ich wpływ na jakość służb utrzymania ruchu, trwałość i niezawodność maszyn.* Rozdział 22. Nowoczesne metody eksploatacji węgla i skał zwięzłych. Monografia. Wydawnictwo AGH Kraków 2013.

15. BIAŁY W.: *The effect of experimental research on the durability and reliability of mining equipment*. Scientific Journals Maritime University of Szczecin 2013, 34(106).
16. BIAŁY W.: *Sposób pomiaru sił na głowicy urabiającej przyrządu POU-BW/01-WAP*. Rozdział 8. Problemy bezpieczeństwa w budowie i eksploatacji maszyn i urządzeń górnictwa podziemnego. Monografia red. Krauze K. Centrum Badań i Dozoru Górnictwa Podziemnego Sp. z o.o. Łędziny 2013.
17. BOLEWSKI A. red.: *Surowce mineralne świata – węgiel brunatny*. Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa 1981.
18. CHOJNACKI I.: *Apetyt na inwestycje*. Nowy Przemysł 09/2011.
19. FIERLI I.: *Geografia gospodarcza Polski*. Państwowe Wydawnictwa Ekonomiczne Warszawa 2004.
20. GÓRSKA L., NEY R.: *Nauka dla wszystkich*. nr 364 – Surowce energetyczne Polski. Zakład Narodowy im. Ossolińskich. Wydawnictwo PAN Kraków 1983.
21. JURECZKO J i inni: *Węgiel kamienny. Bilans perspektywicznych zasobów kopalin Polski wg stanu na 31.12.2009*. red. Wołkowicz S., Smakowski T., Speczik S. Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy. Warszawa 2010.
22. KORPUS T.: *Węgiel*. Krajowa Agencja Wydawnicza, Warszawa 1978.
23. KOTAS A.: *Ważniejsze cechy budowy geologicznej GZW na tle pozycji tektonicznej i budowy głębokiego podłoża utworów produktywnych*. Problemy Geodynamiki i tąpnięć. T.I. Kraków, Komitet Górnictwa PAN, 1972.
24. KONOPKO W.: *Raport roczny o stanie podstawowych zagrożeń naturalnych i technicznych w górnictwie węgla kamiennego 2010*. Główny Instytut Górnictwa. Katowice 2011.
25. MALON A., TYMIŃSKI M.: *Węgla kamienne*. Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy. Warszawa 2011.
26. MIZGAŁA J., BIAŁY W.: *Wyznaczanie wartości sił na głowicy urabiającej przyrządu POU-BM/I*. Przegląd Górniczy nr 9/2007.
27. OLKUSKI T.: *Zmiana trendu w handlu polskim węglem*. Polityka Energetyczna. Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN Tom 13, Zeszyt 2 Kraków 2010.
28. PRUSEK S., RAJWA S., WRANA A., WALENTEK A.: *Wykorzystanie nowoczesnych technik pomiarowych do oceny parametru skrawalności węgla i skał w warunkach in situ*. Prace Naukowe GIG „Górnictwo i Środowisko” Kwartalnik nr 1/1 Główny Instytut Górnictwa, Katowice. s. 302-307. 2011.
29. PRUSEK S., RAJWA S., WRANA A., WALENTEK A.: *Ocena skrawalności pokładów węgla i skał otaczających w warunkach dołowych z wykorzystaniem przyrządu opracowanego w GIG*. Nowe spojrzenie na technikę i technologię eksploatacji cienkich pokładów węgla kamiennego. 24-26.11.2011. LW Bogdanka SA, 2011.
30. ПОЗИН Е. З.: *Сопротивляемость углей разрушению режущими инструментами*. Издательство Наука. Москва, 1972. 240 с.
31. STALA-SZALUGAJ K.: *Import węgla kolejną zą wschodniej granicy – uwarunkowania logistyczne*. Przegląd Górniczy nr 3-4/2010 Katowice 2010.
32. TYMIŃSKI M.: *Eksport i import surowców mineralnych*. Państwowy Instytut Geologiczny. Państwowy Instytut Badawczy. Zakład Informacji o Złożach i Obszarach Górniczych. Warszawa 2011.

33. *Informacja o funkcjonowaniu górnictwa węgla kamiennego w 2009r.* Encyklopedia PWN. Wydawnictwo Naukowe PWN Warszawa 2010.
34. Wyższy Urząd Górniczy. *Stan Bezpieczeństwa i Higieny Pracy w Górnictwie w 2010r.* Wydawnictwo WUG. Katowice, 2011.
35. Ministerstwo Gospodarki. *Strategia działalności górnictwa węgla kamiennego w Polsce w latach 2007-2015.* Warszawa 2006.
36. www.pgi.gov.pl
37. *Sytuacja Energetyczna w Polsce. Krajowy Bilans Energii.* Biuletyny ARE 2005-2010.
38. Dziennik Gazeta Prawna z dnia: 01.08.2011.
39. *Ekonomia* 24. 01.12.2009.
40. <http://www.weglokoks.com.pl>
41. http://wiking.edu.pl/show_image.php?type=animation&f=geografia/animations/swiat_bo_gactwa.swf
42. <http://encyklopedia.pwn.pl>
43. <http://surowce-mineralne.pgi.gov.pl>
44. <http://www.kwsa.pl>
45. <http://www.khw.pl>
46. <http://jsw.pl>
47. <http://lw.com.pl>
48. Ministerstwo Gospodarki Warszawa 2009.
49. PAP 07.04.2011.
50. *Problemy Krajowej Gospodarki Paliwowo-Energetycznej.* Materiały pokonferencyjne Górniczego Forum Dyskusyjnego 27.11.2000, Zarząd Główny SITG Katowice.
51. Raport: *Analiza możliwości produkcyjnych polskich kopalń węgla kamiennego z uwzględnieniem ich bazy zasobowej oraz aspektów bezpieczeństwa pracy, środowiskowych, społecznych, technicznych i ekonomicznych.* Katowice-Kraków, kwiecień 2003.
52. Ustawa: *Prawo geologiczne i górnicze* (ustawa z dnia 4.02.1994 r. Dz. U. nr 273 z 2004r., poz. 2703).
53. www.oilprice.com
54. CHRZAN T., FRANKIEWICZ W.: *Instrukcja stosowania metody akustycznej do określania wytrzymałości na ściskanie.* Wrocław Wydawnictwo Politechnika Wrocławska, 1988.
55. CHRZAN T.: *Moduł akustyczny – względny wskaźnik energochłonności procesu niszczenia spistości ośrodka skalnego.* Zeszyt Górnictwo i Geologia. Wrocław 1992. Wrocław, Politechnika Wrocławska 1992.
56. MYSZKOWSKI M., PASCHEDAG U.: *Eksploatacja ścianowa w pokładach średniej miąższości.* Kompleksowe porównanie kombajnu ze strugiem. Bucyrus. www.bucyrus.com, 2010.
57. Dokumentacja Techniczno-Ruchowa Przyrządu POU-BW/01-WAP. Welding Alloys Polska sp. z o.o. Gliwice 2012.
58. Dokumentacja Techniczno-Ruchowa – Urządzenie do Pomiaru Siły Skrawania Węgla. ITI EMAG, Katowice 2012.
59. <http://www.wug.gov.pl/>

60. <http://inwestor.msp.gov.pl/si/polska-gospodarka/wiadomosci-gospodarcze/26271,Wydobycie-wegla-w-Polsce-kluczowy-dla-gospodarki-przemysl-w-kryzysie.html>
61. VOŠTOVA V., KŘEMEN T., FRIES J., SLÁDKOVÁ D., JURMAN J.: *Progresivní technika v technologiích zemních prací*. Wydawnictwo České Vysoké Učení Technické v Praze. Fakulta strojní Praha 2008.
62. LEGUTKO S.: *Eksploatacja maszyn*. Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań 2007.
63. MIDOR K., SZCZĘŚNIAK B., ZASADZIEN M.: *The methods of studying the satisfaction of production department with traffic maintenance department's work – the outline of research method*. Scientific Journals Maritime University of Szczecin nr 24, 2010. s. 53-58.
64. SŁOWIŃSKI B.: *Inżynieria eksploatacji maszyn*. Wydawnictwo Politechniki Koszalińskiej, Koszalin 2011.
65. SKOTNICKA-ZASADZIEN B.: *Reliability assessment of cutter-loader's components. Sborník mezinárodní odborné conference. Údržba 2012. Česká společnost pro údržbu*. Praha 2012.