

**ZESZYTY
NAUKOWE
POLITECHNIKI
ŚLĄSKIEJ**

GÓRNICTWO

**Z. 74
GLIWICE
1976**

POLITECHNIKA ŚLĄSKA

ZESZYTY NAUKOWE

Nr 473

JERZY NAWROCKI, TADEUSZ PIECUCH

**STUDIUM TECHNICZNO-EKONOMICZNE
BUDOWY ZAKŁADÓW PRZERÓBKI
MECHANICZNEJ WĘGLA POD ZIEMIĄ
NA DUŻYCH GŁĘBOKOŚCIACH**

GLIWICE 1976

REDAKTOR NACZELNY WYDAWNICTW UCZELNIANYCH
POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ

Jan Bandrowski

REDAKTOR DZIAŁU

Miroslaw Chudek

SEKRETARZ REDAKCJI

Jan Znamirowski

Wydano za zgodą
Rektora Politechniki Śląskiej

Dział Wydawnictw Politechniki Śląskiej
Gliwice, ul. Kujawska 2

Nakł. 150+110 Ark. wyd. 8,66 Ark. druk. 8 Papier offsetowy kl. III 70x100, 80 g
Oddano do druku 18.9.1975 Podpis. do druku 15 .05.1976 Druk ukończ. w maju 1976
Zam. 416 76 N-25 Cena zł 22,-

Skład, fotokopie, druk i oprawę
wykonano w Zakładzie Graficznym Politechniki Śląskiej w Gliwicach

SPIS TREŚCI

	Str.
1. WSTĘP	9
2. ZAKŁAD PRZERÓBKI MECHANICZNEJ WĘGLA KOPALNI "MAKOSZOWY"	13
2.1. Analiza techniczna pracy układu technologicznego płuczki podziemnej kopalni "Makoszowy"	13
2.2. Analiza ekonomiczna pracy układu technologicznego płuczki podziemnej kopalni "Makoszowy"	15
2.2.1. Metodyka analizy	15
2.2.2. Opis i analiza wyników	18
2.2.3. Wnioski	21
3. ANALIZA PRACY TRANSPORTU PIONOWEGO	22
3.1. Ogólna charakterystyka transportu pionowego i wynikających stąd problemów technicznych	22
3.2. Analiza prac związanych z głębieniem szybu na przykładzie kopalni "Śląsk II"	24
3.3. Metoda analizy techniczno-ekonomicznej pracy transportu pio- nowego	26
3.4. Analiza wyników	29
3.5. Nowa koncepcja rozwiązania transportu pionowego	33
3.6. Wnioski	35
4. MODELOWY ZAKŁAD PRZERÓBKI MECHANICZNEJ WĘGLA NA POWIERZCHNI I W PODZIEMIACH KOPALNI	37
4.1. Podstawowa metoda studium	37
4.2. Techniczno-ekonomiczna analiza pracy układu technologicz- nego klasyfikacji wstępnej	41
4.3. Techniczno-ekonomiczna analiza pracy układu technologicz- nego rozdrabniania	46
4.4. Techniczno-ekonomiczna analiza pracy układu technologiczne- go wzbogacania	48
4.5. Techniczno-ekonomiczna analiza pracy układu technologiczne- go obiegu wodno-mułowego	51
4.6. Techniczno-ekonomiczna analiza pracy układu technologiczne- go klasyfikacji końcowej łącznie z odwadnianiem produktów wzbogacania	54

	Str.
4.7. Pozostałe koszty inwestycyjne i ruchowe zakładu przeróbki mechanicznej węgla	58
4.8. Techniczno-ekonomiczna analiza pracy pomp na zakładzie przeróbki mechanicznej węgla	60
4.8.1. Metoda analizy	60
4.8.2. Opis i analiza wyników	65
4.9. Podsumowanie analizy techniczno-ekonomicznej zakładu przeróbki mechanicznej na powierzchni	67
4.10. Zakład przeróbki mechanicznej węgla pod ziemią	69
4.10.1. Przygotowanie wyrobisk pod ziemią	69
4.10.2. Rozdział technologii procesu przeróbki mechanicznej węgla na część podziemną i nadziemną	74
4.11. Opis i analiza wyników	83
4.12. Utylizacja kamienia pod ziemią	103
4.13. Lokacja zakładu przeróbki mechanicznej węgla pod ziemią ..	107
4.14. Montaż i praca maszyn przeróbczych pod ziemią	108
5. WNIOSKI KOŃCOWE	112
6. LITERATURA	114

PLANY 1A, 1B

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1. ВСТУПЛЕНИЕ	9
2. ЗАВОД МЕХАНИЧЕСКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ УГЛЯ ШАХТЫ "МАКОШОВЫ"	13
2.1. Технический анализ работы технологической системы подземного промывателя шахты "Макошovy"	13
2.2. Экономический анализ работы технологической системы промывателя подземной шахты "Макошovy"	15
2.2.1. Методика анализа	15
2.2.2. Описание и анализ результатов	18
2.2.3. Выводы	21
3. АНАЛИЗ РАБОТЫ ВЕРТИКАЛЬНОГО ТРАНСПОРТА	22
3.1. Общая характеристика вертикального транспорта и вытекающих отсюда технических проблем	22
3.2. Анализ работ, связанных с глублением шахты на примере шахты "Силизия 2"	24
3.3. Метод техничеcko-экономического анализа работы вертикального транспорта	26
3.4. Анализ результатов	29
3.5. Новач концепция решения вертикального транспорта	33
3.6. Выводы	35
4. МОДЕЛЬНЫЙ ЗАВОД МЕХАНИЧЕСКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ УГЛЯ НА ПОВЕРХНОСТИ И В ПОДЗЕМЕЛЬЯХ ШАХТЫ	37
4.1. Основной метод изучения	37
4.2. Техничеcko-экономический анализ работы технологической системы предварительной классификации	41
4.3. Техничеcko-экономический анализ работы технологической системы изиельчения	46
4.4. Техничеcko-экономический анализ работы технологической системы обогащения	48
4.5. Техничеcko-экономический анализ работы технологической системы водо-песчаного круга	51
4.6. Техничеcko-экономический анализ работы технологической системы окончательной классификации включительно с отводнением продуктов обогащения	54

	Стр.
4.7. Остальные наклады на капитальное строительство и эксплуатацию завода механической переработки угля	58
4.8. Техническо-экономический анализ работы насосов на заводе механической переработки угля	60
4.9. Итог техническо-механического анализа завода механической переработки на поверхности	67
4.10. Завод механической переработки угля под землёй	69
4.10.1. Приготовление выработки под землёй	69
4.10.2. Раздел технологии процесса механической переработки угля на поверхностных и подземных частях	74
4.11. Описание и анализ результатов	83
4.12. Утилизация камня под землёй	103
4.13. Размещение завода механической переработки угля под землёй ..	107
4.14. Монтаж и работа перерабатывающих машин под землёй	108
5. ОКОНЧАТЕЛЬНЫЕ ВЫВОДЫ	112
6. ЛИТЕРАТУРА	114
ПЛАНЫ 1А, 1Б	

CONTENTS

	Page
1. INTRODUCTION	9
2. THE MECHANICAL COAL PROCESSING PLANT IN THE "MAKOSZOWY" MINE ..	13
2.1. Technical analysis of working of the technological system of the underground washer in the "Makoszowy" mine	13
2.2. Economic analysis of working of the technological system of the underground washer in the "Makoszowy" mine	15
2.2.1. Methodology of analysis	15
2.2.2. Description and the results analysis	18
2.2.3. Conclusions	21
3. ANALYSIS OF THE VERTICAL TRANSPORT WORKING	22
3.1. General characteristics of the vertical transport and technical problems resulting from it	22
3.2. Analysis of works connected with the shaft digging based on the example of the "Śląsk II" mine	24
3.3. The method of technical-economic analysis of the vertical transport working	26
3.4. Analysis of the results	29
3.5. The new concept of the vertical transport solution	33
3.6. Conclusions	35
4. THE MODEL PLANT OF MECHANICAL COAL PROCESSING ON THE SURFACE AND UNDERGROUND OF THE MINE	37
4.1. The principal method of studies	37
4.2. Technical-economic analysis of working of the technological system in the primary classification	41
4.3. Technical-economic analysis of working of the technological system in crushing	46
4.4. Technical-economic analysis of working of the technological system in dressing	48
4.5. Technical-economic analysis of working of the technological system in water-slime circulation	51
4.6. Technical-economic analysis of working of the technological system in final classification with unwatering and dressing of the products included	54

	Page
4.7. The remaining investment costs and production series costs of the mechanical coal processing plant	58
4.8. Technical-economic analysis of working of the pumps in the mechanical coal processing plant	60
4.9. Summing-up of the technical-economic analysis of the mechanical coal processing plant on the ground surface	67
4.10. The mechanical coal processing plant underground	69
4.10.1. Preparing the underground excavations	69
4.10.2. Division of the technology of the mechanical coal processing into two parts: over and under the ground surface	74
4.11. Description and the results analysis	83
4.12. Utilization of stone underground	103
4.13. Location of the mechanical coal processing plant underground	107
4.14. Assembling and working of the processing machines underground	108
5. FINAL CONCLUSIONS	112
6. BIBLIOGRAPHY	114

PLANS 1A, 1B

1. WSTĘP

Pomysł budowy zakładów przeróbki mechanicznej pod ziemią nie jest nowy. Koncepcja ta, lansowana w latach 1967/1968 przez badaczy Głównego Instytutu Górniczego, Dionizego Korola i Jana Olszowskiego, mimo licznych trudności piętrzących się w stadium projektowym doczekała się realizacji w podziemiach kopalni "Makoszowy", a potem kopalni "Dębieńsko". Jednakże po dwuletniej eksploatacji nastąpił demontaż tych zakładów.

Obecnie w związku z koniecznością eksploatacji pokładów węglowych na dużych głębokościach warto ponownie rozważyć ten problem i zastanowić się nad ewentualną możliwością budowy zakładu przeróbki mechanicznej węgla w podziemiach kopalni. Dlatego też podjęto próbę przeanalizowania wszystkich argumentów przemawiających za takimi inwestycjami i przeciwskażeń, starając się w podsumowaniu pracy udzielić informacji na temat ich kalkulacyjności.

Należy podkreślić, że inwestycja taka była już poddana analizie w RPN [1] i ocena jej wypadła negatywnie. Rozpatrywano tam m.in. zabudowanie separatorów typu WEMCO ze względu na ich niskie gabaryty, co miało istotne znaczenie dla przygotowywania wyrobisk pod ziemią.

W Polsce zasadnicza dyskusja nad tym problemem toczona w kręgach specjalistów trwa nadal i trzeba zaznaczyć, że zdania co do celowości omawianej inwestycji bywają na ogół podzielone; niektórzy są przeciwnikami nie tylko takich inwestycji, lecz nawet prowadzenia wszelkich badań w tym zakresie, jako zbędnych i z góry skazanych na niepowodzenie, inni zaś, jak np. projektanci płuczki podziemnej w kopalniach "Makoszowy" i "Dębieńsko" uważają, że płuczki podziemne mogą w przyszłości być stosowane. W podobnym tonie wypowiediano się na ostatnim Światowym Kongresie Górniczym, odbywającym się w Limie w Peru [2].

Autorzy niniejszego opracowania dążyli do ustalenia - w miarę możliwości - wszystkich przesłanek, które muszą być spełnione, aby w ogóle dyskusja na temat opłacalności budowy zakładu przeróbki mechanicznej węgla pod ziemią miała sens.

W tym celu należało udzielić odpowiedzi na wiele pytań, m.in. na następujące:

- jakie doświadczenia wyniesiono z budowy u nas zakładów przeróbki mechanicznej w podziemiach kopalni "Dębieńsko" i "Makoszowy",

- w czym tkwią podstawowe zyski ekonomiczne z tytułu ewentualnego wybudowania zakładów przeróbki mechanicznej węgla pod ziemią,
- które operacje przeróbcze trzeba pozostawić na powierzchni, a które zlokalizować pod ziemią,
- jaka jest różnica między wysokością nakładów inwestycyjnych zakładu przeróbki mechanicznej pod ziemią a na powierzchni, jak kształtują się koszty produkcji,
- ile wynosi jednostkowy koszt eksploatacyjny zakładu przeróbki mechanicznej pod ziemią, a ile wybudowanego na powierzchni,
- w jakim stopniu wykorzystuje się kamień pod ziemią do podsadzki, jakiej podsadzki i jak przebiega w ogóle eksploatacja na podsadzkę w naszym górnictwie węglowym,
- wskazać, jakie mogą wystąpić trudności natury technicznej przy montażu i pracy urządzeń na dole kopalni, z którymi się dotąd nie zetknięto lub które pojawiły się w nieznacznym stopniu na powierzchni,
- wskazać, z jakimi problemami ekonomiczno-technicznymi można spotkać się przy budowie odpowiednio dużych wyrobisk podziemnych, stanowiących pomieszczenia zakładu przeróbczego oraz przy ich przewietrzaniu i utrzymaniu.

Jest sprawą oczywistą, że udzielenie wyczerpującej i w pełni obiektywnej odpowiedzi na te pytania jest możliwe dopiero po zrealizowaniu takiej inwestycji, a więc w wyniku zdobytych w praktyce doświadczeń.

Niemniej jednak każda, nawet szacunkowa ocena oparta na niniejszej pracy studialnej pozwala zainteresowanym stronom wyciągnąć pewne ogólne wnioski, a przede wszystkim może stanowić podstawę do ewentualnego szczegółowego rozwiązania tego problemu przez powołane specjalnie w tym celu samodzielne zespoły badawczo-projektowe biur projektów, skupiające kadre o wąskich specjalizacjach: inżynierów przeróbkarzy, eksploataatorów, mechaników, automatyków, budowniczych i ekonomistów.

Obszerny zakres tematu będącego przedmiotem tej pracy stworzył konieczność prowadzenia konsultacji i wywiadów z licznym gronem specjalistów różnych kierunków górniczych w celu umożliwienia czytelnikowi szerszego spojrzenia na ten problem. W kolejnych podrozdziałach opracowania przytaczano pewne, skądinąd znane, kryteria specjalistycznej wiedzy górniczej jednego kierunku (np. głębianie szybów), które niekoniecznie będą całkiem oczywiste dla specjalisty innej dziedziny górnictwa (np. przeróbki mechanicznej).

W przypadku bowiem podjęcia decyzji o budowie zakładu przeróbki mechanicznej węgla pod ziemią czynnikami kompetentne muszą mieć pewien obraz całości kształtu spraw z nią związanych. Natomiast poszczególnym specjalistom trzeba dostarczyć wyczerpujących informacji i przesłanek pozwalających na ewentualne dokładne rozwiązanie zagadnienia w ramach ich odcinka projektowego i ewentualne uchwycenie pewnych niedokładności, które mogą wystąpić w niniejszej analizie postawionego problemu.

Autorzy dziękują recenzentom pracy, Panu doc. dr hab. Alfredowi HORNI-GOWI z Akademii Ekonomicznej w Katowicach oraz Panu dr inż. Wiesławowi BLASCHKE z Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie za dyskusję i uwagi krytyczne, które uzupełniły i uściśliły omawianą tematykę.

2. ZAKŁAD PRZERÓBKI MECHANICZNEJ WĘGLA KOPALNI "MAKOSZOWY"

2.1. Analiza techniczna pracy układu technologicznego płuczki podziemnej kopalni "Makoszowy"

W 1969 roku w kopalni "Makoszowy" ukończono budowę podziemnej płuczki wzbogacalnika typu "Reo" [3, 4, 5].

Płuczka ta miała wydajność ponad 60 t/h i została umieszczona w istniejącym chłodniku przyscianowym. Surowy urobek ze ściany był rozdzielony na klasy ziarnowe ± 25 mm. Klasy -25 mm nie wzbogacano, natomiast klasy 25 - 80 mm (ziarna $+80$ mm były domielane) wprowadzano do wzbogacalnika typu "Reo". Udział węgla surowego w nadawie dostarczanej na płuczkę kształtował się w granicach około 50% w klasach ziarnowych poniżej i powyżej 25 mm co oznaczało, że do przeróbki (na przesiewacz klasyfikacji wstępnej) kierowano ponad 120 t/h urobku, czyli bardzo małą ilość.

Wzbogacalnik "Reo" zabudowano w wyrobisku poziomym - w przekopie o długości około 150 m, wysokości około 5,5 m i szerokości około 4,5 m. W końcowej części koryta zamontowano sito o oczkach 0,3 mm oraz dołączono przesiewacz odwadniający.

W całym obiegu znajdowało się tylko około 4,5-5 m³ wody, przy czym zawieszona po odwadnieniu (spod przesiewaczy odwadniających koncentratu oraz elewatorów odpadów) zbierała się w rząpiu ($v = 6$ m³ - objętość rząpiu), skąd w sposób ciągły była przetłaczana do płuczki "Reo" dwoma pompami, z których jedna dostarczała wodę tzw. transportową, a druga - wodę pod progi odbieralników odpadów.

Wraz z produktami procesu wzbogacania odprowadzano około 10% wody (ubytek), tzn. że po około 50 min. pracy następowała naturalna wymiana wody, a zatem obieg był prawie zamknięty. Badania koncentracji ziarn mułowych poniżej 0,5 mm w obiegu (rząpiu) wykazały, że zagęszczenie nie przekraczało 30 g/l. Znaczna część ziarn bardzo drobnych oblepiała bowiem grube sortymenty ziarnowe (odpady i koncentrat) i została wraz z nimi odprowadzana, przy czym nie stosowano natrysków.

Płuczka ta pracowała w zasadzie tylko około półtora roku w latach 1969-1970. Oficjalnie podano, że powodem jej zdemontowania było rzekome poważne zmniejszenie się ilości kamienia w nadawie ze ściany, a tym samym wzbogacanie okazało się niepotrzebne. Taka argumentacja nie przekonywała au-

torów, dlatego też podjęto próbę ustalenia innych przyczyn bardzo krótkiej żywotności tej inwestycji.

Przyczyny te można usystematyzować następująco:

- cały układ technologiczny był zasadniczo prowizoryczny;
- wzbogacalnik typu "Reo" jest urządzeniem prymitywnym, o dużym rozproszeniu, który musi mieć zachowaną ciągłość i dużą jednorodność nadawy, aby mógł w ogóle skutecznie pracować;
- brak zbiorników wyrównawczych dla nadawy uniemożliwiał zachowanie stałego natężenia nadawy w układzie przeróbczym;
- w związku z powyższym istniała konieczność ustawicznego dozoru układu, co wymagało zatrudnienia przy płuczce na zmianę aż 7 pracowników oraz 1 osoby dozoru;
- wzbogacanie tylko 60-65 t/h (tzn. około 10% całego wydobycia kopalni) urobku było o wiele niewystarczająco w stosunku do potrzeb zarówno ściany (200 t/h), przy której płuczkę usytuowano, jak i w stosunku do ogólnej wydajności kopalni, tzn. około 600 t/h (około 12 500 t/dobę);
- w nadawie znajdowało się około 4,5% ziarn mułowych poniżej 0,5 mm, przy czym około 10% tej ilości stanowiły muły ciężkiej konsystencji (piryty, syderyty, piasek kwarcowy), wywołujące ich szybką sedymentację na dnie rzepia, w konsekwencji czego tworzył się zbitý, twardy osad o gęstości 2,5-3,5 g/cm³; osad ten wytwarzał się również pod progiem wzbogacalnika "Reo", powodując przerwy w ciągłości ruchu układu płuczki i pociągając za sobą konieczność uciążliwego usuwania tych mułów (wynikało to z układu skał towarzyszących pokładom węglowym);
- duża zmienność nadawy, tzn. wychód odpadów w nadawie wahał się w granicach 15-65% (przed progami wzbogacalnika Reo próbowano dobudowywać krótkie przenośniki), wpływała na zrywanie się kubełków i łańcuchów elevatorów;
- ze względu na możliwość wzbogacania jedynie 10% całego wydobycia musiano otrzymany koncentrat ponownie mieszać z pozostałym nie wzbogaconym surowym urobkiem, gdyż nie było potrzeby oddzielnie transportować go skipem, skoro należało jednocześnie utrzymać ciągłą dostawę węgla surowego na powierzchnię;
- kruszarka dla ziarn +80 mm miała zbyt małą wydajność;
- wilgoć w koncentracie była tak duża, że koncentrat zalepiał naczynie skipowe;
- nie istniała możliwość zagospodarowania kamienia popłuczkowego na dole, ponieważ bardzo rzadko stosowano eksploatację na podsadzkę;
- duże kawałki materiału blokowały wlot do odbieralników kamienia wzbogacalnika "Reo" (kruszarka szczękowa nieskuteczna, wskutek czego ziarno podłużne przelatywało).

Podobny zakład przeróbczy pod ziemią wybudowano także w kopalni "Dębiesko". Należy zaznaczyć, że o zainstalowaniu pod ziemią tej kopalni

płuczki typu "Reo" zadecydowały znacznie poważniejsze względy. Wyłoniła się tam bowiem konieczność poprawy warunków hydrotransportu przez usunięcie z nadawy 0-80 mm grubej skały płonej o ziarnach 80-30 mm wchodzącej do rurociągu, dzięki czemu obniżono średni ciężar właściwy transportowanego materiału z $1,72 \text{ g/cm}^3$ na $1,62 \text{ g/cm}^3$, a równocześnie pozostawiono część skały płonej na dole kopalni, którą zużyto do podsadzki. Dało to w konsekwencji wyraźne zmniejszenie poboru mocy przez pompy transportujące.

Płuczka ta również została zdemontowana, z chwilą gdy przestał pracować hydrotransport (powody tego można by potraktować oddzielnie, omawiając problem całego hydrotransportu - jego zalety i wady). Do hydrotransportu zużywa się wprawdzie bardzo dużo wody i energii elektrycznej, ale za to wydawnie zapobiega on kruszeniu się urobku. Ogólnie można stwierdzić, że demontaż płuczki nastąpił z tych samych przyczyn co w kopalni "Makoszowy", a ponadto urobek surowy był trudno wzbogacalny.

Podsumowując zdobyte w tym zakresie doświadczenia i wyniki prowadzonej dyskusji, można zauważyć, że zakłady przerobcze budowane w podziemiach kopalni "Makoszowy" i kopalni "Dębieńsko" były raczej doświadczalnymi prototypami i nie powinno się na tej podstawie wyciągnąć jednoznacznych wniosków, przemawiających za budową zakładów przeróbki mechanicznej węgla pod ziemią lub przeciwko niej, szczególnie gdy dotyczy to będzie kopalń wydobywających węgiel z dużych głębokości.

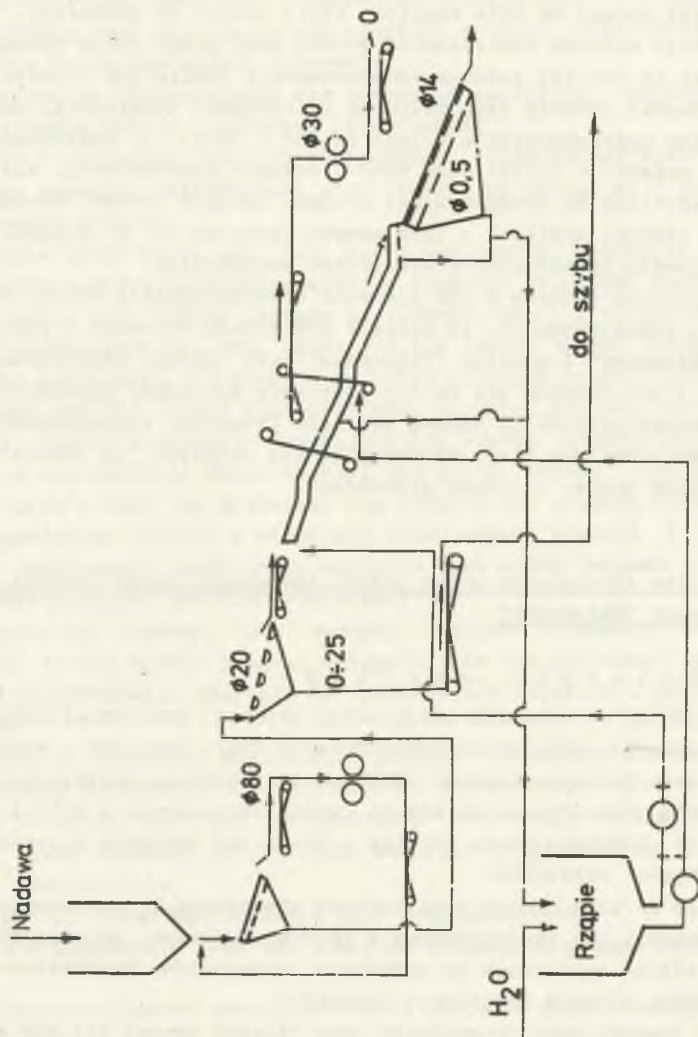
2.2. Analiza ekonomiczna pracy układu technologicznego płuczki podziemnej kopalni "Makoszowy"

2.2.1. Metodyka analizy

Korzystając ze schematu maszynowego płuczki podziemnej kopalni "Makoszowy" (rys. 1), zestawiono tabelarycznie typy urządzeń wchodzących w skład układu technologicznego (tablica 1). Każdemu urządzeniu przypisano odpowiednią cenę, opierając się na danych otrzymanych w Dziale Analiz Ekonomicznych Głównego Biura Studiów i Projektów Zakładów Przeróbki Mechanicznej Węgla SEPARATOR.

Z uwagi na brak danych o niektórych urządzeniach wykonanych systemem gospodarczym i nie produkowanych w fabrykach maszyn górniczych, przyjęto ceny określone szacunkowo na podstawie wskaźników techniczno-ekonomicznych, według których projektuje SEPARATOR.

I tak obecnie cena przenośnika typu "Śląsk" wynosi 412 000 zł za 100m. Po dokładnym zapoznaniu się z projektem [5] zakładu w kopalni "Makoszowy" do analizy przyjęto długość przenośnika wynoszącą 200 m. Cenę przesiewacza rolkowego ustalono na 150 000 zł, a takie urządzenia, jak ruszt stały, rzapie czy lej nadawy (wykonane systemem gospodarczym) zostały wycenione na podstawie kosztów materiałów potrzebnych do ich produkcji.



Rys. 1. Uproszczony schemat maszynowy zakładu przeróbki mechanicznej w podziemiach kopalni "Makoszowy"

Tablica 1

Zestawienie kosztów inwestycyjnych i transportu
dla zakładu przeróbki mechanicznej węgla kopalni "Makoszowy"

Lp.	Urządzenia	Zakup w zł	Montaż w zł	Razem w zł	Tonaż w t
1	2	3	4	5	6
1	Lej nadawy	20.000	3.000	23.000	1,0
2	Ruszt stal. 1 m długości	25.000	3.750	28.750	0,6
3	(6) przenośników typu "Śląsk"	824.000	123.000	947.600	30,0
4	Kruszarka walcowo-koł.	280.000	42.000	322.000	9,3
5	Przesiewacz rolkowy	150.000	22.500	172.500	3,5
6	Wzbogacalnik strumienio- wy typu "Reo"	250.000	37.500	287.500	10,0
7	Przesiewacz wibracyjny dwupokładowy WP	253.000	37.950	290.950	4,6
8	Przenośnik kubełkowy	120.000	18.000	138.000	5,2
9	Kruszarka udarowa Ø 1000 x 600	192.000	28.800	220.800	10,0
10	Rzapie 6 m ³ poj.	-	-	16.100	1,5
11	(2) Pompy KA-150	63.000	9.450	72.450	1,5
12	Rurociągi	32.000	4.875	37.375	1,6
13	Transport pionowy urzą- dzeń	-	-	1.050	-
R a z e m:		-	-	2.372.825	77,8

Pozostałe maszyny i urządzenia wycenione według obowiązującego katalogu, a zatem w obliczeniach uwzględniono ceny fabryczne (katalogi GBS i PZPMW SEPARATOR).

Wysokość kosztów eksploatacyjnych, w których uwzględniono: koszty robocizny, energii, koszty materiałowe, remontów bieżących i średnich oraz amortyzacji przedstawia tablica 2.

Tablica 2

Zestawienie kosztów ruchowych dla zakładu przeróbki mechanicznej
kopalni "Makoszowy"

Lp.	Rodzaj kosztów	Wyszczególnienie	Wielkość kosztów w zł/rok
1	2	3	4
1	Robocizna	2 osoby dozoru, 8 prac. fizycznych	761.160
2	Energia	Moc 61 kW	174.216
3	Materiały	Oleje, smary	100.000
4	Remonty bieżące i średnie	I . 0,3	711.848
5	Amortyzacja	$\frac{I}{5}$	395.471
R a z e m:		koszty ruchowe	2.142.794

Koszty r o b o c i z n y ustalono na podstawie faktycznych danych dotyczących obsługi i wysokości zarobków. Uwzględniono tu oddzielnie pracowników fizycznych i dozór.

Koszty e n e r g i i wyliczono na podstawie analizy mocy zainstalowanych silników.

Koszty m a t e r i a ł o w e przyjęto szacunkowo na około 100 000 zł/rok, na co składają się głównie zużycie smarów i olej.

Koszty r e m o n t ó w bieżących i średnich przyjęto po doliczeniu 30% wielkości kosztów inwestycyjnych.

Koszty a m o r t y z a c j i określono szacunkowo, zakładając, że stanowią one 1/6 wielkości nakładów inwestycyjnych. Takie obliczenie jest tylko dużym przybliżeniem, gdyż - jak wiadomo - stopa amortyzacji kształtuje się różnie dla poszczególnych urządzeń, a także różnie dla części maszynowej i budowlanej. Jednakże takie przyjęcie obliczeń amortyzacji - zdaniem autorów - jest wystarczająco dokładne dla prowadzonej w niniejszej pracy szacunkowej analizy ekonomicznej, ponieważ w Polsce graniczny czas zwrotu nakładów inwestycyjnych wynosi około 6 lat [6].

Końcowym celem analizy było obliczenie tzw. wskaźnika jednostkowego kosztu eksploatacji według relacji:

$$E_j = \frac{K}{P}$$

gdzie:

K - roczny koszt eksploatacji,

P - produkcja na danym obiekcie w t/rok.

2.2.2. O p i s i a n a l i z a w y n i k ó w

Spośród wszystkich kosztów inwestycyjnych na największą kwotę opiewają koszty przesiewacza wibracyjnego i samego wzbogacalnika korytowego (tablica 1), przy czym trzeba zaznaczyć, że cena przesiewacza jest zgodna z ceną katalogową, zaś cena wzbogacalnika "Reo" została określona szacunkowo na podstawie tzw. gabarytów urządzenia i wynikającego stąd zużycia materiałów, wykonawstwa i montażu pod ziemią, łącznie z podnośnikami kubełkowymi.

Całkowita suma nakładów inwestycyjnych przytoczona w tablicy 1 wynosi 2 372 825 zł, a więc około 2,4 mln zł. Należy podkreślić, że kwota ta jest mniejsza od nakładów inwestycyjnych podanych przez GIG o około 0,6 mln zł [5].

Według projektów GIG koszty inwestycyjne wynoszą 3 mln zł. Zarówno w analizie ekonomicznej dokonanej w prezentowanej pracy, jak i w analizie efektywności tej inwestycji wykonanej przez GIG, w projekcie nie uwzględniono cen przygotowania wyrobiska komorowego przeznaczonego dla zespołu maszyn tworzących tego typu mini-zakład przerobczy.

Zestawienie kosztów ruchowych przedstawiono w tabelicy 2, przy czym największą grupę kosztów ruchowych stanowi koszt robocizny.

Otrzymane wielkości nakładów inwestycyjnych oraz całkowitych kosztów eksploatacyjnych umożliwiają obliczenie wskaźnika jednostkowych kosztów ruchowych

$$E_j = \frac{2\ 142\ 794}{644\ 700} = 3,32 \text{ zł/t}$$

gdzie:

k - 2 142 794 zł/rok,

p - 644 700 t/rok.

Przeciętny koszt wzbogacania klasy ziarnowej stosowanej w płuczce podziemnej zakładu przerobczego kopalni "Makoszowy" wynosi na powierzchni około 10 zł/t (zgodnie z danymi GIG), czyli jest o około 6,7 zł wyższy. Natomiast niski koszt jednostkowy wzbogacania pod ziemią (około 3,3 zł/t) wynika głównie z faktu, że zakład przerobczy w podziemiach kopalni "Makoszowy" został ustawiony w starych zrobach, a więc nie zachodziła potrzeba wydatkowania znacznych funduszy inwestycyjnych na przygotowanie komór niezbędnych dla zakładu.

Gdyby uwzględnić również te koszty, wskaźniki z pewnością przekroczyłyby w dużym stopniu wartość 3,3 zł/t i byłyby wyższe od tegoż kosztu wzbogacania na powierzchni, a zatem od 10 zł/t. Czynniki te sprawiły, że w rachunku ekonomicznym niewspółmiernie wzrosła kalkulatywność inwestycji typu płuczki podziemnej w kopalni "Makoszowy". Według danych GIG wzbogacanie 1 t urobku na powierzchni kosztuje 10 zł, co jest wartością zaniżoną, odpowiadającą prawdopodobnie wzbogacaniu na powierzchni w płuczce "Reo".

Ponieważ żłoby "Reo" nie są stosowane w zakładach przerobczych na powierzchni w przeprowadzanej analizie przyjęto, że koszt przeróbki przy wzbogacaniu klas ziarnowych średnich i grubych w separatorach wynosi 15 zł/t, ze względu na to, że na powierzchni zamiast płuczki "Reo" używa się separatorów, które są o wiele droższe na etapie inwestycji i podczas ruchu, mimo iż wzbogacają tę samą klasę ziarnową. W tym przypadku wzbogacanie pod ziemią - zgodnie z rachunkiem ekonomicznym wprowadzonym w tej pracy - będzie tańsze o:

$$(15 - 3,3) \times 153,5 = 1\ 795,95 \text{ zł/h,}$$

a więc w stosunku dobowym:

$$1\ 795,95 \times 14 = 25\ 143,30 \text{ zł/dobę,}$$

natomiast w ciągu roku

$$25\ 143,30 \times 300 = 7\ 542\ 990 \text{ zł/rok.}$$

W ten sposób obliczona suma oznacza dużą oszczędność, lecz należy podkreślić, że odnosi się do całej przeróbki (153,5 t/h), a nie tylko i wyłącznie do procesu wzbogacania (65,0 t/h), jak ustalono w wyniku rachunku ekonomicznego dokonanego przez GIG.

Analiza sporządzona w GIG uwzględniała wiele czynników przyjmowanych najczęściej szacunkowo, w tym m.in.: odległość płuczki od szybu, transport itp., czego autorzy pracy nie brali pod uwagę w swoich obliczeniach, traktując tu zakład jako model.

Z analizy ekonomicznej dokonanej przez zespół GIG, w której przyjęto powyższe założenia, wynikało, że łączny efekt ekonomiczny - oszczędność wyniósł około 130,0 zł/h, a więc był wielokrotnie mniejszy od oszczędności wyliczonej w tej analizie i osiągającej około 1 796 zł/h.

Chcąc ustalić wydajność zakładu przerobczego, trzeba - zdaniem autorów - wziąć pod uwagę wszystkie jego urządzenia. Oczywiście spostrzeżenie to jest dyskusyjne i powoduje istotne rozbieżności w końcowych wynikach obliczeń.

Ponadto w analizie GIG założono, że koszty wzbogacania pod ziemią sortymentów średnich (orzechy) wynoszą 8 zł/t, nie podając źródła ani sposobu określania tych kosztów.

Wydaje się, że koszty inwestycyjne tego konkretnego zakładu muszą być znacznie niższe pomimo konieczności transportu maszyn i urządzeń pod ziemię i ich montażu, ponieważ w tym przypadku nie występują tak drogie inwestycje, jak część budowlana (cegły, beton, żelbeton, konstrukcje stalowe), która składa się na budynek płuczki.

W celu zwartego uchwycenia rozbieżności, będących rezultatem przyjęcia odmiennych założeń analizy ekonomicznej, ważniejsze z nich przedstawiono w tablicy 3.

Tablica 3

Porównanie analiz ekonomicznych
dla zakładu przeróbki mechanicznej pod ziemią
w kopalni "Makoszowy"

Lp.	Analiza własna	Analiza wg danych GIG-u
1	2	3
1	Wydajność brutto nadawy do zakładu	Wydajność brutto nadawy do wzbogacalnika Reo
2	Oszczędność wynikająca z różnicy kosztów jednostk. przeróbki pod ziemią i na powierzchni $(15-3,3) \cdot 153,5 = 1.795 \text{ zł/h}$	Oszczędność wynikająca z różnicy kosztów jedn. przeróbki pod ziemią i na powierzchni $(10-8) \cdot 65,0 = 130 \text{ zł/h}$
3	Koszty jednostkowe przeróbki wynoszą ok. 3,3 zł/t na dole a około 15,0 zł/t na powierzchni	Koszty jedn. przeróbki na dole 8 zł/t a na powierzchni 10 zł/t
Resume: Oszczędność		
	1.795 zł/h	130,0 zł/h
	25.143 zł/db	1.820,- zł/db
	7.542.990 zł/rok	546.000,- zł/rok

Dochodzimy więc do wniosku, że w zależności od sposobu i przyjętych kryteriów analizy ekonomicznej można uzyskiwać bardzo różne wyniki obliczeń końcowych efektów inwestycji, a równocześnie wykazać, że ta sama inwestycja jest opłacalna lub nie jest opłacalna. Dlatego też do każdego rachunku ekonomicznego należy podchodzić krytycznie, a więc zarówno do analizy tej inwestycji opracowanej przez GIG, jak i dokonanej w niniejszym opracowaniu.

Bardzo istotny problem stanowi niezawodność urządzeń układu [7], która w tym przypadku - jak wykazano powyżej - pozostawiała wiele do życzenia, a czego z kolei nie ujmuje ta analiza, mająca przecież zachęcające wskaźniki końcowe.

2.2.3. W n i o s k i

Na podstawie analizy pracy zakładu, rachunku ekonomicznego i dyskusji nad nim oraz porównania go z analizą ekonomiczną wykonaną przez GIG można sformułować pewne wnioski ogólne, a mianowicie:

1. Nakłady inwestycyjne na płuczkę "Reo" instalowaną wraz z urządzeniami towarzyszącymi w podziemiach kopalni kształtują się w przybliżeniu w granicach około 2,3-3,0 mln zł.

2. Nakłady inwestycyjne ustalone w niniejszej analizie wynoszą około 2,37 mln zł.

3. Jednostkowy koszt eksploatacyjny został obliczony na około 3,32 zł/t, co jest wartością niską w stosunku do przeciętnego wskaźnika jednostkowego kosztu przeróbki przy wzbogacaniu tej klasy ziarnowej w separatorach (około 15 zł/t).

4. Zastosowanie układu technologicznego przeróbki mechanicznej w podziemiach kopalni "Makoszowy", a nie na powierzchni daje oszczędność około 7,5 mln zł/rok przy uwzględnieniu wskaźnika wymienionego w punkcie 3.

3. ANALIZA PRACY TRANSPORTU PIONOWEGO

3.1. Ogólna charakterystyka transportu pionowego i wynikających stąd problemów technicznych

W przypadku budowy zakładu przeróbki mechanicznej pod ziemią część urobku surowego, który stanowi wychód odpadów, nie musi być transportowana na powierzchnię kopalni, ponieważ po oddzieleniu jej od koncentratu można zagospodarowywać ją pod ziemią. Nasuwa się zatem konieczność wyznaczenia wskaźnika kosztów jednostkowych dla tony urobku transportowanego w pionie do zakładu przeróbki mechanicznej węgla położonego na powierzchni i ustalenia oszczędności wynikających z ewentualnego nietransportowania odpadów na powierzchnię, gdy zakład przeróbki mechanicznej znajduje się pod ziemią. Oszczędności te mogą zrównoważyć w pewnym stopniu większe koszty inwestycyjne budowy zakładów przerobczych w podziemiu kopalni.

Celem tej analizy jest więc określenie wielkości tych oszczędności na podstawie analizy pracy wybranego układu transportu pionowego urobku, traktowanego jako układ typowy. Aby zasugerować bardzo istotną różnorodność problemów technicznych związanych z budową szybów, a tym samym możliwość płynności kosztów, przedstawiono na wstępie bardzo ogólną charakterystykę transportu pionowego.

Ze względu na wielkość poprzecznego przekroju (okrągłego) oraz średnicę szybu w świetle obudowy, szyby można podzielić na cztery grupy:

- szybiki do 3,0 m,
- szyby małe od 3,0 m do 4,5 m,
- szyby średnie od 4,5 m do 6,0 m,
- szyby duże powyżej 6,0 m.

Z uwagi na głębokość szybów można podzielić je na trzy grupy:

- szyby płytkie do 200 m,
- szyby średnio głębokie do 500 m,
- szyby głębokie do 1000 i więcej metrów.

Ze względu na rodzaj środków technicznych stosowanych przy głębieniu szybu rozróżnia się:

- głębienie metodą zwykłą,
- głębienie metodą specjalną.

Szyby głębiane metodą zwykłą mogą przebijać skały miękkie lub też skały zwięzłe.

Biorąc pod uwagę te własności skał, wyróżnia się:

- zgiębianie w skałach zwięzłych, wymagające stosowania robót strzelniczych,
- zgiębianie w skałach miękkich, pozwalające na urabianie ich i wybieraniu narzędziami bądź też urządzeniami mechanicznymi.

W czasie głębiania szybu wydzielić można trzy zasadnicze operacje:

- urabianie i wybieranie skały,
- wykonywanie obudowy ostatecznej,
- zakładanie zbrojenia w szybie.

Do klasycznych metod, które znajdują zastosowanie w górnictwie polskim należą:

1) metoda głębiania z zastosowaniem obudowy wbijanej drewnianej lub stalowej;

2) metoda głębiania z zastosowaniem obudowy opuszczanej;

3) metoda kesonowa;

4) metoda głębiania z zastosowaniem obniżenia poziomu wód gruntowych;

5) metoda głębiania z zastosowaniem chemicznego zestalania utwardzania skał;

6) metoda głębiania z zastosowaniem zestalania skał przez:

- cementację,
- glinizację,
- bituminizację;

7) metoda głębiania z zastosowaniem zamrażania skał;

8) metoda wiercenia szybów.

Należy zaznaczyć, że szyb początkowo może być głębiany metodą specjalną, a następnie - po zagiębianiu go do pewnego poziomu - metodą zwykłą.

Do głębiania szybów używa się:

- wieży tymczasowych, przeznaczonych wyłącznie do głębiania,
- wieży tymczasowych, lecz przystosowanych zarówno do głębiania szybu, jak i do późniejszego wykonywania poziomych robót udostępniających,
- ostatecznych wieży kopalnianych, służących po ukończeniu głębiania do celów eksploatacyjnych kopalni.

Do głębiania szybów instaluje się jedno lub dwa urządzenia wyciągowe.

Obecnie są w użyciu dwa typy maszyn wyciągowych:

- bębnowe dla liny okrągłej,
- cewowe (bobinowe) dla liny płaskiej.

W zależności od materiałów stosowane do obudowy ostatecznej szybów wyróżnia się następujące jej rodzaje:

- obudowę drewnianą,
- obudowę murowaną z cegły,
- obudowę bentonitową,
- obudowę betonową,
- obudowę bentonitowo-betonową,
- obudowę z tubingów żeliwnych i stalowych [8].

Wszystkie przedstawione czynniki mogą być przyczyną dużego zróżnicowania kosztów budowy szybu, uzależnionego od jego lokalizacji, rodzaju i metody głębenia.

3.2. Analiza prac związanych z głębeniem szybu na przykładzie kopalni "Śląsk II"

Transport surowego urobku w kopalni "Śląsk II" odbywa się szybem skipowym o średnicy 8 m i głębokości 840 m (schemat - rys. 2). Tak więc według norm branżowych przewidzianych dla kopalń węgla szyb ten zaliczany jest do głębokich.

Głębienie szybu do głębokości około 170 m odbywało się metodą specjalną. Otwory cementacyjne (w liczbie 13) o średnicy $D = 12$ m oraz otwór kontrolny wiercono aparatem "Trautzel PR-3" do głębokości 175 m. Szyb był głębeniony z ostatecznej wieży wyciągowej żelbetonowej za pomocą: maszyny wyciągowej "BOB"-5500 dla kubłów o pojemności $1,5 \text{ m}^3$ oraz "BB"-3500 dla kubłów o pojemności $3,0 \text{ m}^3$. Skip posiada dwa przedziały. W pierwszym zabudowano urządzenia wyciągowe skipowe o ładowności 20 t, natomiast w drugim przedziale - urządzenie wyciągowe ze skipem 10 t.

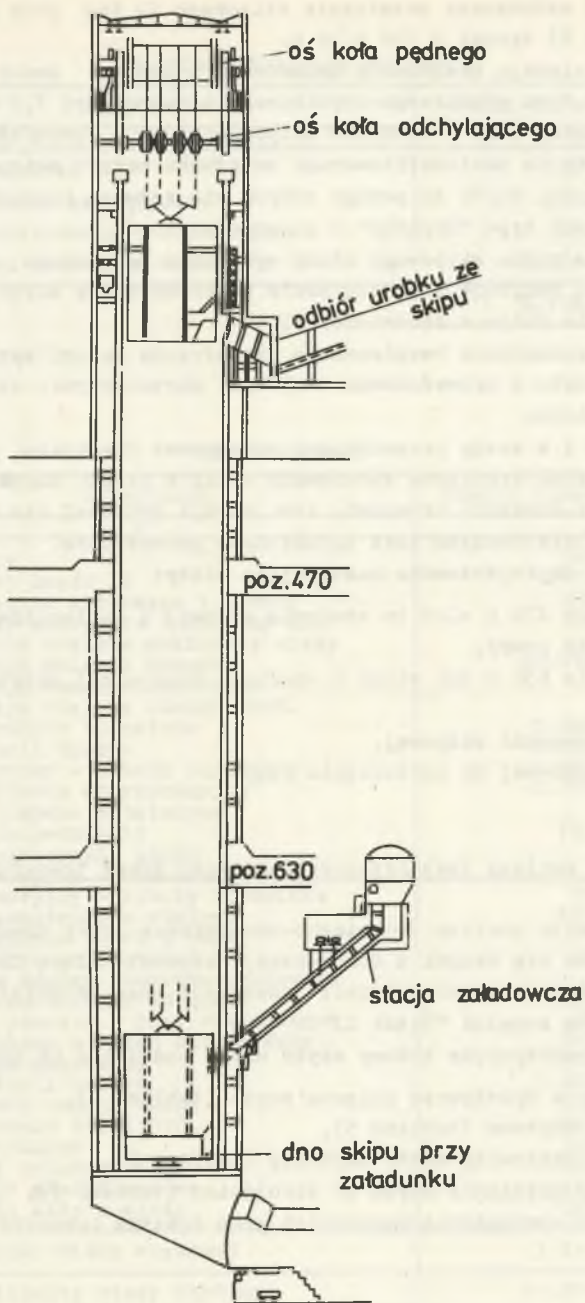
Takie wyposażenie szybu skipowego umożliwia ewentualne zwiększenie wydobycia z głębszych pokładów. Do poziomu I, tj. do głębokości 470 m urządzenie skipowe obsługuje maszyna wyciągowa 4-linowa o mocy 2×2400 kW, zabudowana w głowicy wieży żelbetonowej o następujących parametrach:

udźwig $Q = 20\ 000$ kg,

prędkość jazdy urobku $V_u = 20$ m/s.

Dla poziomu II, na głębokości 630 m, w drugim przedziale zamontowana jest również maszyna wyciągowa 4-linowa, identyczna jak w pierwszym, z tym że w przedziale drugim pracuje tylko jeden silnik uruchamiający skip 10 t. Takie rozwiązanie uprościło wykonanie wieży dla dwóch identycznych maszyn a w razie konieczności pozwala przejść na niższe poziomy, przemieszczać naczynia skipowe 20 t i 10 t do dowolnego przedziału.

Zdolność wydobywcza urządzenia skipowego 20 t przy prędkości 20 m/sek dla poziomu I wynosi $11\ 000$ t/14 h, a dla poziomu II - $10\ 300$ t/14 h.



Rys. 2. Schemat ogólny szybu skipowego

Zdolność wydobywczą urządzenia skipowego 10 ton przy prędkości 16 m/s dla poziomu II wynosi 5 150 t./14 h.

Skipy posiadają urządzenie załadownicze w postaci dwóch zbiorników wyrównawczych typu górniczego-szybikowego o szerokości 7,0 m i pojemności po 500 m³ każdy oraz dozowników skipowych 20 t z urządzeniami ważącymi, dostosowanych do zautomatyzowanego załadunku naczyń skipowych. Dowóz urobku do podszybia szybu skipowego odbywa się z dwóch kierunków w wozach samowyładowczych typu "Grandby" o pojemności 5 m³.

Nadszubybie szybu skipowego służy wyłącznie do odbioru urobku ze skipu. Na nadszubybiu znajduje się urządzenie wyładowcze dla skipu o ładowności 20 t oraz dla skipu o ładowności 10 t.

W celu zapewnienia bezpiecznego prowadzenia naczyń wyciągowych wykonano wersję szybu z przewodnikami stalowymi skrzynkowymi, które są spawane z dwóch ceowników.

W rząpiu i w wieży przewidziano poszerzone drewniane przewodniki hamujące. Przedział drabinowy zabudowany tylko w rząpiu szybu będzie służyć do zejścia i kontroli urządzeń, tzw. stacji zwrotnej lin dolnych i wylotu zbiorników załadowniczych oraz zgrubionych przewodników.

W szybie zaprojektowano następujące wloty:

- na poziomie 470 m wlot (w obudowie surowej z bentonitów) kanału rurowego z komory pompy,
- na poziomie 630 m dwa wloty w obudowie specjalnej eliptycznej z bentonitów,
- wlot do kieszeni skipowej,
- wlot do upadowej do czyszczenia rząpia.

3.3. Metoda analizy techniczno-ekonomicznej pracy transportu pionowego

Sporządzając analizę techniczno-ekonomiczną pracy transportu pionowego, posłużono się danymi z dokumentacji kopalni "Śląsk II", jak również informacjami uzyskanymi w Dziale Inwestycji oraz materiałami zgromadzonymi w archiwum kopalni "Śląsk II".

Koszty inwestycyjne budowy szybu można podzielić na następujące grupy:

- 1) naczynia wydobywcze skipowe szybu (tablica 4),
- 2) wieża szybowa (tablica 5),
- 3) koszt całkowity wieży szybowej (tablica 6),
- 4) koszty głębenia szybu ze zbrojeniem (tablica 7),
- 5) łączne zestawienie wszystkich grup kosztów inwestycyjnych (tablica 8).

Tablica 4

Naczynia wydobywcze skipowe

Lp.	Urządzenie	Kwota inwestycyjna zł
1	2	3
1	Magazyn zawiesi	100.033
2	Magazyn lin i przewijania	1.027.467
3	Skip - konstrukcja usztywniająca	66.232
4	Urządzenia wyciągowe szybu	5.324.808
		6.518.540

Tablica 5

Wieża szybowa

Lp.	Urządzenia	Koszta inwestycyjne zł
1	2	3
1	Fundamenty	340.655
2	Fundamenty część II	1.771.025
3	Głowica szybu skipowego i kanały	306.764
4	Fundamenty kołowrotu i wymiany lin	335.550
5	Konstrukcja stalowa szkielety wieży	
6	Konstrukcja ścian i schodów	27.118.855
7	Konstrukcja wzmocnienia wieży	
8	Konstrukcja stalowa dźwigu osob.	
9	Wieża - roboty budowlane	5.268.330
10	Wnętrze hali maszyn	1.433.471
11	Dźwig osobowy - roboty budowlane	225.594
12	Wieża - roboty antykorozyjne	2.751.167
13	Wieża - łożyska ostateczne	
14	Wieża - uzupełnienie	783.232
15	Wieża - ogrzewanie szybu	
16	Wyciąg awaryjny - konstrukcja stalowa	
17	Wyciąg awaryjny - roboty budowlane	92.081
18	Wieża - konstrukcja stalowa	663.358
19	Wieża ryglówka ścian i okien	11.602
20	Wieża konstrukcja stężeń	22.387
21	Kotwienie dźwigu towarowo-osobowego - typu Zrem-Gniezno do wieży	57.438
22	Ułożenie pomostu i płyt drewnianych	68.074
23	Dźwig osobowy - część elektryczna	585.676
24	Instalacja sanitarna	674.042
25	Wymiana lin i naczyń	1.482.263
26	Wyposażenie trzonu wieży	512.112
27	Montaż suwnic 25T i 32T	981.619
28	Kłapy montażowe	309.878
29	Zbiorniki wyładownicze	1.387.600
30	Instalacja oświetleniowa	429.537
31	Instalacja siły w wieży	869.099
32	Koszt nasuwu wieży szybowej	3.118.632
	Koszt całkowity wieży szybowej	51.264.014

Tablica 6

Koszt całkowity wieży szybowej

Lp.	Urządzenie	Koszty inwestycyjne zł
1	2	3
1	Część budowlana	40.913.576
2	Część sanitarna	674.002
3	Część elektryczna	1.884.312
4	Część mechaniczna	4.673.492
5	Nasuwanie budowli	3.118.532
		51.264.014

Tablica 7

Roboty górnicze przy budowie szybu

Lp.	Rodzaj robót górniczych	Koszty inwestycyjne zł
1	2	3
1	Głębienie szybu ze zbrojeniem	94.080.000
2	Podszybie	12.000.000
3	Komora zbiorników odmiarowych	16.969.706
4	Wyrobisko do czyszczenia i odwadniania rządu	19.799.912
5	Roboty wykończeniowe	13.000.000
		155.849.618

Tablica 8

Łączne zestawienie grup kosztów inwestycyjnych

Lp.	Rodzaj inwestycji	Koszty inwestycyjne zł	Uwagi
1	2	3	4
1	Wieża szybowa z nasuwem	51.264.014	z tablicy 2
2	Maszyna wyciągowa	39.839.804	-
3	Naczynia wydobywcze skipu	6.518.540	z tablicy 1
4	Sieć sygnalizacji i łączności szybu	850.126	-
5	Ogrzewanie szybu	432.253	-
6	Wyciąg awaryjny	1.231.885	-
7	Roboty górnicze	155.849.618	z tablicy 4
		255.968.240	

Koszty utrzymania szybu zostały udostępnione autorom przez Sekcję Kosztów Ruchowych. W ich skład wchodzi:

- robocizna pracowników szybowych,
- zużycie energii,
- remonty,
- materiały.

Przyjęto, że koszty inwestycji budowy szybu powinny się zamortyzować, ogólnie biorąc w ciągu 6 lat. Całkowita wielkość dobowego wydobycia wynosi aktualnie 8,5 tys. t, zaś docelowo 10 tys. t. Szyb pracuje przez około 360 dni w roku, natomiast skip - około 20 h dziennie.

Zakładano, że przy wydajności 8,5 tys. t/dobę i 10 tys. t/dobę wychód koncentratu $\phi_K = 80\%$, a odpadów $\phi_O = 20\%$. Obliczono wysokość ewentualnych zysków, jakie wynikną z nietransportowania około 20% urobku na powierzchnię, którą to część stanowią odpady.

W tym celu obliczono koszt jednostkowy transportu pionowego

$$E_K = \frac{K}{P}$$

gdzie:

- K - roczne koszty eksploatacyjne,
- P - roczna produkcja w obiekcie.

3.4. Analiza wyników

Całkowity koszt inwestycji budowy szybu wynosi około 255 968 240 zł (tablica 8). Wśród wszystkich kosztów inwestycyjnych największy udział mają koszty robót górniczych, wyrażające się kwotą 155 849 618 zł (tablica 7). Stosunkowo najniższe są koszty sygnalizacji szybowej (850 126 zł). Koszty ruchowe szybu kształtują się w granicach 500 tys. zł miesięcznie, co rocznie daje kwotę około 6 mln zł (bez amortyzacji - według danych kopalni).

Amortyzacja obiektu - zgodnie z przyjętą metodyką - w stosunku rocznym wyraża się kwotą około 42 661 373,33 zł, co stanowi 1/6 wartości kosztów inwestycyjnych, ponieważ graniczny czas zwrotu nakładów inwestycyjnych w Polsce przewidywany jest najczęściej na 6 lat [6].

Koszty ruchowe łącznie z amortyzacją wynoszą około 48 661 373,33 zł rocznie.

Koszt jednostkowy transportu pionowego dla wariantu 1 (wydobycie 8,5 tys. t/dobę) wynosi

$$E_k = \frac{K}{P} = \frac{48\,661\,373,3}{8\,500 \times 360} = 15,90 \text{ zł/t}$$

Koszt jednostkowy dla wariantu 2 (wydobycia 10 tys. t/dobę) wynosi:

$$E_k = \frac{K}{P} = \frac{48\ 661\ 373}{10\ 000 \times 360} = 13,52 \text{ zł/t}$$

Dla wariantu 1 zyski z tytułu nietransportowania kamienia wyniosą:

$$8\ 500 \times 0,2 \times 15,90 \times 360 = 9\ 730\ 800 \text{ zł,}$$

natomiast dla wariantu 2:

$$10\ 000 \times 0,2 \times 13,52 \times 360 = 9\ 734\ 440 \text{ zł.}$$

Tak więc pozostawiając na dole kamień, stanowiący około 20% surowego urobku, średnio można zyskać około 9,7 mln zł oszczędności w zakresie kosztów rucnowych. Zaoszczędzona kwota jest prawie identyczna w przypadku dwu różnych wielkości wydobycia, gdyż zmienia się wtedy wartość wskaźnika. Podobnie kwota ta będzie prawie taka sama, gdy zmieni się liczbę dni pracy szybu w ciągu roku np. zakładając 300 dni/rok. Wówczas wzrośnie także wskaźnik.

Jednakże szyb pracuje praktycznie codziennie, zaś np. dla zakładu przeróbki mechanicznej należałoby raczej przyjąć liczbę 300 dni roboczych w roku. Stąd też wynika pewna dyskusyjność tego wskaźnika, stosowanego do obliczeń w kolejnych rozdziałach pracy (podrozdział 4.11).

Zakładając, że w nadawie jest np.:

$$\phi_0^1 = 10\% \text{ kamienia,}$$

$$\phi_0^2 = 15\% \text{ kamienia,}$$

$$\phi_0^3 = 20\% \text{ kamienia,}$$

$$\phi_0^4 = 25\% \text{ kamienia,}$$

$$\phi_0^5 = 30\% \text{ kamienia}$$

i obliczając zyski osiągnięte w ciągu roku dzięki nietransportowaniu go na powierzchnię, otrzymamy zależność istniejącą między oszczędnością a głębokością szybu w przypadku zastosowania przeróbki pod ziemią, będącą funkcją wychodu odpadów w węglu surowym. Zyski te przedstawiają się następująco:

wydobycie 8,5 tys. t/dobę:

$$8\ 500 \times 0,1 \times 15,90 \times 360 = 4\ 865\ 400 \text{ zł}$$

$$8\ 500 \times 0,15 \times 15,90 \times 360 = 7\ 298\ 100 \text{ zł}$$

$$8\ 500 \times 0,2 \times 15,90 \times 360 = 9\ 730\ 800 \text{ zł}$$

$$8\ 500 \times 0,25 \times 15,90 \times 360 = 12\ 163\ 500 \text{ zł}$$

$$8\ 500 \times 0,3 \times 15,90 \times 360 = 14\ 596\ 200 \text{ zł}$$

wydobycie 10 tys. t/dobę:

$$10\ 000 \times 0,1 \times 13,52 \times 360 = 4\ 867\ 200 \text{ zł}$$

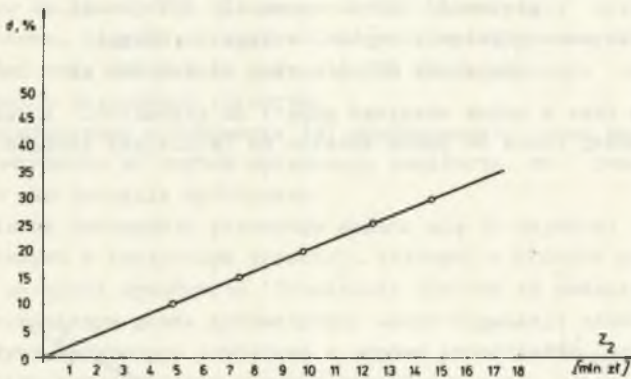
$$10\ 000 \times 0,15 \times 13,52 \times 360 = 7\ 300\ 800 \text{ zł}$$

$$10\ 000 \times 0,2 \times 13,52 \times 360 = 9\ 734\ 440 \text{ zł}$$

$$10\ 000 \times 0,25 \times 13,52 \times 360 = 12\ 168\ 000 \text{ zł}$$

$$10\ 000 \times 0,3 \times 13,52 \times 360 = 14\ 601\ 600 \text{ zł}$$

Omawianą zależność obrazuje także rys. 3.



Rys. 3. Zależność oszczędności przeróbki mechanicznej węgla pod ziemią ułożona w funkcji wychodu odpadów w węglu surowym

Średnia cena 1 mb głębokości szybu będzie przybierać różne wartości w zależności od rodzaju warunków geologicznych i terenowych (transport, dojazd). Ponadto można przewidzieć, że wraz ze wzrostem głębokości koszty budowy 1 mb szybu będą wzrastać, a mimo to powinny się zmieścić w pewnych typowych granicach.

W miarę obiektywnym czynnikiem porównawczym mogłyby być wskaźnik techniczno-ekonomiczny, jakim jest cena 1 mb głębokości szybu o danej średnicy, obliczony ze wzoru:

$$C_1 \text{ mb g.} = \frac{I}{H}$$

gdzie:

- I - koszty inwestycyjne szybu,
- H - głębokość szybu,

a więc odniesiony funkcyjnie do głębokości szybu. Zakładając, że wystąpią te same warunki geologiczne i zostaną zastosowane identyczne metody głębienia, koszt drażenia 1 mb szybu powinien wzrastać wraz z głębokością.

Na rys. 4 pokazano, jak kształtuje się w bardzo dużym przybliżeniu funkcyjna zależność głębokości szybu od ceny 1 mb głębokości. Punkty I i II zamieszczone na tym rysunku obrazują szyby głębione początkowo metodą pre-cementacji, a następnie metodą tradycyjną. Punkt III jest wynikiem głębienia szybu I do 250 m metodą zwykłą.

Punkt I wykresu - szyb I skipowy kopalni "Śląsk II"

głębokość 840 m - cena 94 008 000 zł.

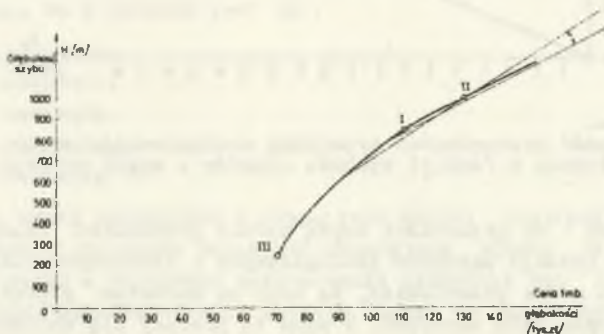
Punkt II wykresu - szyb II kopalni "Śląsk II"

głębokość 555 m - cena 126 537 500 zł.

Punkt III wykresu - głębienie szybu I w kopalni "Śląsk"

głębokość 250 m - cena 17 500 000 zł.

Z wykresu na rys. 4 można odczytać cenę 1 mb głębokości z dużym przybliżeniem, niemniej rzuca on pewne światło na istniejący problem.



Rys. 4. Wykres zależności ceny głębienia 1 mb szybu od głębokości całkowitej szybu

Można więc zauważyć, że im głębszy szyb, tym wyższe koszty inwestycyjne, a równocześnie większy odpis amortyzacyjny, co z kolei powoduje wzrost wskaźnika jednostkowych kosztów eksploatacyjnych związanych z transportem 1 t urobku szybem o zwiększonej długości transportu pionowego, co z kolei

wskazuje na wzrost rentowności ewentualnej budowy zakładów przeróbki mechanicznej pod ziemią wraz ze wzrostem głębokości kopalni.

Kwoty zaoszczędzone w wyniku nietransportowania kamienia na powierzchnię mogłyby pokryć w części nakłady inwestycyjne przeznaczone na budowę zakładu przerobczego pod ziemią.

3.5. Nowa koncepcja rozwiązania transportu pionowego

W czasie prac nad całokształtem zagadnień związanych z budową zakładów przeróbki mechanicznej węgla pod ziemią, wśród których sprawa transportu pionowego odgrywa szczególnie istotną rolę, nasunęła się nowa koncepcja technicznego rozwiązania transportu pionowego [25]. Koncepcja ta - na razie tylko przyszłościowa - być może zasługuje na dokładniejsze omówienie.

Dotychczas do transportu pionowego urobku stosuje się urządzenie mechaniczne linowe, ciągnące w szybach naczynia wydobywcze z urobkiem sprzętem lub ludźmi oraz urządzenia hydrauliczne transportujące urobek wraz z wodą w szerokich przewodach rurowych.

Autorzy niniejszego opracowania [9] zaproponowali nową metodę polegającą na wprowadzaniu do szybów sprężonego powietrza, za pomocą którego transportuje się naczynia wydobywcze.

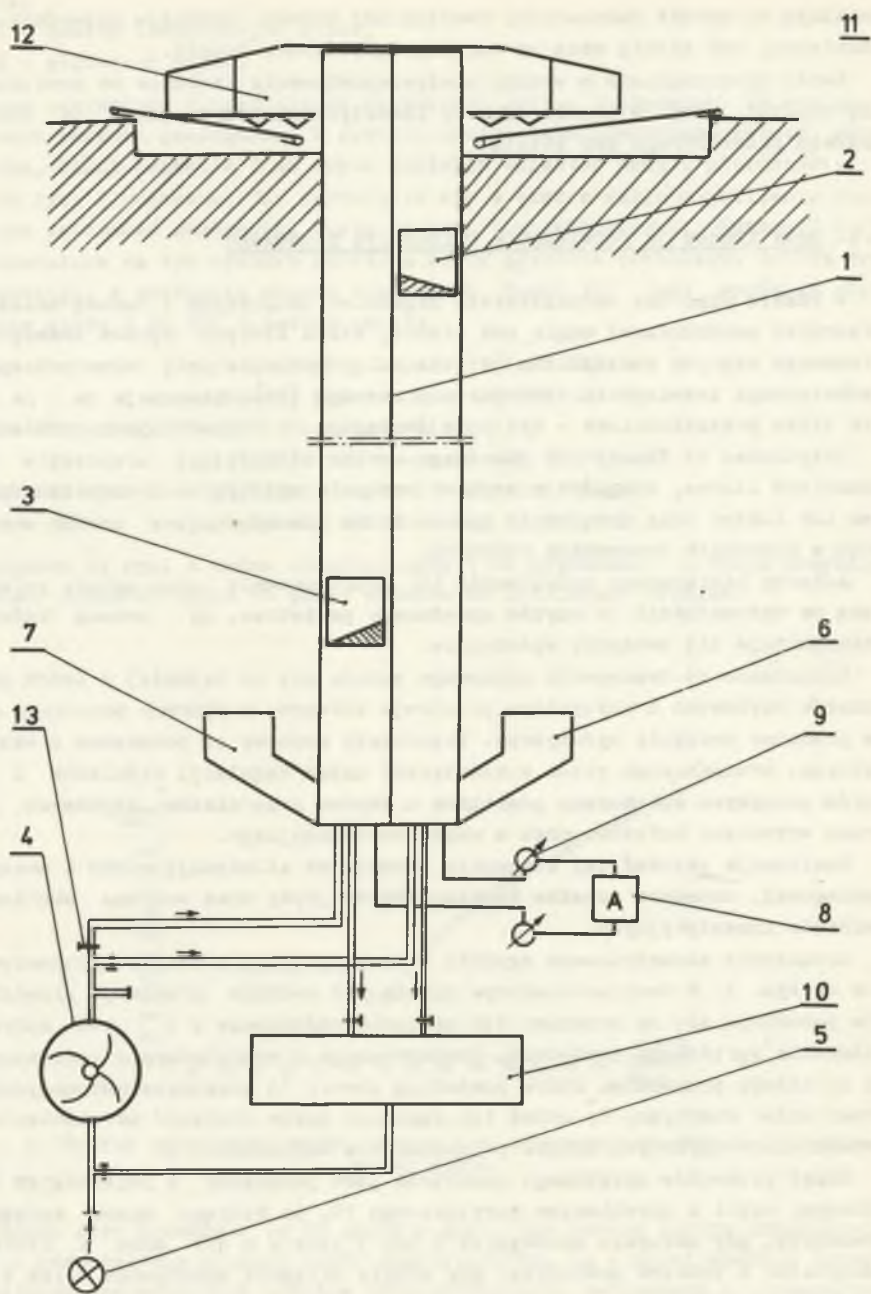
Urządzenie do transportu pionowego składa się co najmniej z dwóch przedziałów szybowych o korzystnym przekroju kołowym, w których poruszają się na przemian naczynia wydobywcze. Przedziały szybowe są połączone z wentylatorem, uruchamianym przez automatyczny układ regulacji ciśnienia i zaworów przepływu sprężonego powietrza z obydwu przedziałów szybowych poprzez wyrobisko buforowe oraz z szybu wentylacyjnego.

Realizacja założeń tej koncepcji pozwala na eliminację wieży i maszyny wyciągowej, zapewnia zupełne bezpieczeństwo jazdy oraz znaczne obniżenie nakładów inwestycyjnych.

Urządzenie skonstruowane zgodnie z tą propozycją pokazano schematycznie na rys. 5. W dwuprzdziałowym szybie 1 o kołowym przekroju przedziałów poruszają się na przemian dwa naczynia wydobywcze 2 i 3 pod wpływem ciśnienia sprężonego powietrza, dostarczonego z wentylatora 4 podłączonego do układu przewodów, które posiadają zawory 13 sterowane automatycznie przez układ sterujący 8; układ ten reguluje także wielkość nadciśnienia w przedziałach szybowych dzięki połączeniom z manometrami 9.

Układ przewodów sprężonego powietrza jest połączony z pojemnikiem buforowym, czyli z wyrobiskiem korytarzowym 10, do którego wraca sprężone powietrze, gdy naczynie wydobywcze 2 lub 3 jedzie w dół oraz z którego wentylator 4 pobiera powietrze, gdy drugie naczynie wydobywcze 3 lub 2 porusza się w górę.

Straty sprężonego powietrza powstałe w czasie transportu naczyń uzupełniana się z szybu wentylacyjnego 5.



Rys. 5. Nowa koncepcja rozwiązania transportu pionowego urobku szybem

Układ automatyczny 8 jest połączony także czujnikami z załadunkiem uróbku na podszybiu 6 i 7 oraz z jego wyładunkiem na powierzchni 11 i 12.

Zaproponowane powyżej rozwiązanie może zmienić w sposób zasadniczy kalkulatywność transportu pionowego, a tym samym postawić w nowym świetle problem budowy zakładów przeróbki mechanicznej pod ziemią. Nadal jednak będą istnieć trudności natury techniczno-wykonawczej, dotyczące głównie wybudowania szybu prawie idealnie prostego w pionie i szczelnie zamykanego naczyniem wydobywczym. Nie będzie to łatwe, niemniej jest możliwe do wykonania, ponieważ ewentualne średnice takich szybów nie muszą być duże.

Przykładowo naczynia wydobywcze przypominające tłoki cylindryczne mogą mieć 2 m średnicy (lub mniej) i 5 m wysokości (lub więcej). Z obliczenia według wzoru:

$$V_{\text{skipu}} = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot h = \frac{3,14 \cdot 2^2}{4} \cdot 5 = 15,7 \text{ m}^3$$

wynika, że skip będzie miał pojemność około 15,7 m³, co w przybliżeniu odpowiada około 15 t. Zatem dwa skipy na zmianę w ciągu jednego pełnego cyklu pracy osiągną wydajność około 30 t.

Scharakteryzowana tu koncepcja wymaga jeszcze oddzielnego potraktowania i przedyskutowania w gronie specjalistów w dziedzinie transportu pionowego oraz budowy i głębienia szybów.

3.6. Wnioski

Z przeprowadzonej analizy masują się pewne ogólne i ciekawe spostrzeżenia.

1. Budowa szybu o głębokości około 840 m i średnicy 8 m przy wydajności optymalnej 10 000 t/dobę w przeciętnych warunkach polskich wymaga nakładów inwestycyjnych w wysokości około 255 mln zł.

2. Średni jednostkowy koszt transportu pionowego w przypadku kopalni wydobywającej 10 000 t/dobę wynosi około 13,52 zł/t.

3. Oszczędności z tytułu nietransportowania odpadów na powierzchnię w kopalni o produkcji dołowej 10 000 t/dobę, przy założeniu $\eta = 20\%$ wychodu odpadów w węglu surowym, sięgają kwoty 9,73 mln zł/rok.

4. Wzrost wychodu kamienia w węglu surowym wpływa na duże zwiększenie opłacalności kalkulatywności jego podziemnego wzbogacania.

5. Istnieją przesłanki wskazujące, że wraz ze wzrostem głębokości szybu rośnie średni jednostkowy koszt głębienia 1 m.

6. Wobec powyższego (pkt 5) oraz ze względu na całkowite koszty inwestycyjne, ewentualne większe oszczędności wynikające z nietransportowania na powierzchnię odpadów uzyskają zakłady przerobcze, budowane w podziemnych kopalniach głębokich.

7. Ekonomiczne wskaźniki transportu pionowego mogą zmienić się po wprowadzeniu transportu pionowego pneumatycznego.



4. MODELOWY ZAKŁAD PRZERÓBKI MECHANICZNEJ WĘGLA NA POWIERZCHNI I W PODZIEMIACH KOPALNI

4.1. Podstawowa metoda studium

Aby móc dyskutować nad przesłankami przemawiającymi za budową zakładów przeróbki mechanicznej pod ziemią czy wysunąć argumenty przeciwko niej, należy rozważyć budowę dwóch zakładów o tej samej mocy przerobowej i prawie identycznym zestawie maszyn. Za podstawowe kryteria oceny trzeba przyjmując przede wszystkim następujące wielkości ekonomiczne:

- sumaryczne nakłady inwestycyjne,
- jednostkowe koszty ruchowe,
- rekompensatę, tzn. oszczędność lub stratę będącą różnicą kwoty wynikającej z nietransportowania odpadów na powierzchnię i kwoty stanowiącej dodatkową zwyżkę jednostkowych kosztów ruchowych przeróbki ze względu na umieszczenie zakładu pod ziemią.

Zakład przeróbki mechanicznej węgla można zasadniczo podzielić na poziomy (piętra) i to w dużym przybliżeniu, odpowiadające poszczególnym typowym operacjom przerobczym. W tym celu zakłada się, że modelowy zakład przeróbki mechanicznej na powierzchni będzie miał pięć poziomów (pięter), a na każdym z nich będą odbywały się (ogólnie), idąc od góry budynku, następujące operacje:

- poziom V - klasyfikacja wstępna i kruszenie,
- poziom IV - wzbogacanie i rekuperacja,
- poziom III - gospodarka wodno-mułowa i pompy,
- poziom II - klasyfikacja końcowa,
- poziom I - zbiorniki i wagi,
- poziom 0 - tory kolejowe.

Rozważając możliwość budowy zakładu przeróbki mechanicznej pod ziemią, należy wziąć pod uwagę fakt, że operacje, do wykonania których maszyny i urządzenia znajdują się na poziomach V, IV, III (klasyfikacja wstępna, kruszenie, wzbogacanie, rekuperacja, gospodarka wodno-mułowa, pompy) musiałyby być prowadzone na dole kopalni. W tej sytuacji główny budynek przeznaczony do przeróbki na powierzchni zawierałby tylko dwa poziomy, a zatem byłby znacznie niższy i odpowiednio tańszy. Pozostałe inwestycje miesz-

czące się pod ziemią wymagałyby również spoziomowienia, gdyż budowa pod ziemią tak wysokich komór przysporzyłaby wiele trudności techniczno-wykonawczych.

Propozycję koncepcyjnego rozmieszczenia maszyn i urządzeń w zakładzie przeróbki mechanicznej węgla na powierzchni przedstawiono na schemacie - rys. 1A załączonym na końcu pracy, zaś projekt zlokalizowania części zakładu w podziemiach kopalni - na planie - rys. 1B załączonym także na końcu pracy, przy czym starano się o zachowanie właściwych proporcji.

Koszty inwestycyjne zakładu przeróbki mechanicznej na powierzchni można podzielić ogólnie na dwie grupy:

$$I_p = I_{pm} + I_{pb}$$

gdzie:

- I_p - koszty inwestycji zakładu przeróbki mechanicznej powierzchni,
- I_{pm} - koszt inwestycyjny maszyn i urządzeń zakładu przeróbki mechanicznej na powierzchni,
- I_{pb} - koszt inwestycyjny ogólnobudowlany i instalacyjny zakładu przeróbki mechanicznej na powierzchni.

Koszt inwestycyjny zakładu przeróbki mechanicznej wybudowanego częściowo pod ziemią podzielono natomiast na następujące grupy:

$$I_d = I'_{pM} + I'_{pb} + I_{dM} + I_{dtM} + I_{db} + I_{dtb} + I_w$$

gdzie:

- I'_{pM} - koszt inwestycyjny maszyn i urządzeń zostających na powierzchni (zł),
- I'_{pb} - koszt inwestycyjny ogólnobudowlany i instalacyjny budynku (reszty) na powierzchni (zł),
- I_{dM} - koszt inwestycyjny maszyn i urządzeń zamontowanych pod ziemią (zł),
- I_{dtM} - koszt inwestycyjny transportu maszyn i urządzeń na dół (zł),
- I_{db} - koszt inwestycyjny ogólnobudowlany wynikający z konieczności budowy (obmurowania) komór (zł),
- I_{dtb} - koszt inwestycyjny związany z potrzebą transportowania budulca na dół (zł),
- I_w - koszt eksploatacji (wybrania) wyrobisk pod ziemią (zł),
- I_d - ogólny koszt inwestycji zakładu przeróbki mechanicznej węgla, znajdującego się częściowo w podziemiach kopalni (zł).

Już wstępnie można zorientować się, że ogólny koszt inwestycyjny przeróbki mechanicznej przy ulokowaniu znacznej części procesu technologicznego na dole (I_d) będzie znacznie większy od kosztu równoważnej inwestycji znajdującej się w całości na powierzchni.

$$I_d > I_p$$

Wielkość jednostkowych kosztów ruchowych przeróbki mechanicznej obliczono według relacji:

$$E_{jp} = \frac{K}{P}$$

gdzie:

- E_{jp} - jednostkowy koszt ruchowy przeróbki mechanicznej węgla (zł/rok),
- K - roczne koszty ruchowe - eksploatacyjne (zł/rok),
- P - roczna produkcja zakładu (liczona brutto - 10 000 t/dobę).

Ogólnie mówiąc, jednostkowy koszt ruchowy przeróbki mechanicznej na dole E_{jpd} (czytaj - jednostkowy - przeróbka - dół) jest na pewno większy od jednostkowego kosztu ruchowego przeróbki mechanicznej na powierzchni E_{jpp} , czyli

$$\Delta E_{jp} = E_{jpd} - E_{jpp}$$

gdzie:

- ΔE_{jp} - różnica jednostkowych kosztów przeróbki mechanicznej na dole i na powierzchni kopalni, tzn. bezwzględny jednostkowy przyrost kosztów przeróbki pod ziemią (zł/t).

Całkowity wzrost kosztów przeróbki spowodowany prowadzeniem jej na dole w stosunku do kosztów ruchowych przeróbki na powierzchni można wyliczyć z równania:

$$Z_s = \Delta E_{pj} \cdot P$$

gdzie:

- Z_s - przyrost kosztów ruchowych przeróbki (zł/rok),
- P - roczna produkcja brutto (t/rok).

Ostatecznie podstawą wielkości dla tak prowadzonej analizy, tzw. rekompensatę (kalkulatywność), otrzymamy ze wzoru:

$$\Delta Z = Z - Z_s, \text{ przy czym } Z = Z_1 + Z_2$$

gdzie:

- ΔZ - rekompensata, tzn. kalkulatywność - opłacalność - z tytułu inwestycji zakładu przeróbki mechanicznej węgla na dole i nietransportowania kamienia na powierzchnię, która może być oszczędnością lub stratą (zł/rok),
- Z_1 - oszczędność wynikająca z nieskładowania odpadów na hałdach (zł/rok),
- Z_2 - oszczędność uzyskana w rezultacie nietransportowania odpadów na powierzchnię (zł/rok),

Z₉ - wzrost kosztów przeróbki z tytułu budowy zakładu przeróbki mechanicznej węgla na dole (zł/rok).

Z teoretycznie przedstawionego sposobu prowadzenia rachunku ekonomicznego wynika, że wielkość ΔZ może przyjmować różne wartości, a więc:

$\Delta Z > 0$ - wówczas istnieje oszczędność z tytułu budowy zakładu przeróbki mechanicznej pod ziemią;

$\Delta Z = 0$ - wówczas obydwie inwestycje, tzn. budowa zakładu przeróbki mechanicznej pod ziemią lub też budowa tego typu zakładu na powierzchni, są ekonomicznie równoważne;

$\Delta Z < 0$ - wówczas istnieje oszczędność z tytułu budowy zakładu przeróbki mechanicznej na powierzchni (budowa takiego zakładu pod ziemią jest nieopłacalna).

Plan obliczeń i ich analiza wymagają jednak krytycznego ustosunkowania się.

Na wielkość całkowitych kosztów ruchowych składają się następujące grupy:

- robocizna,
- remonty,
- energia,
- materiały,
- amortyzacja.

Wśród nich największą kwotę stanowi koszt amortyzacji, obliczony ogólnie jako 1/6 całości kosztów inwestycyjnych, ponieważ zakładamy, że cała inwestycja - zgodnie z ogólnymi przepisami dotyczącymi obliczeń efektywności inwestycji - musi się zwrócić po 6 latach pracy [6].

Niemniej jednak obliczenie to zostało dokonane tylko w przybliżeniu, gdyż każda grupa środków trwałych ma swój czas amortyzacji, niektóre maszyny i urządzenia amortyzują się po upływie 3 lat, inne po 9 lub 12 latach, zaś np. mury i budynki po 15 latach. Oczywiście, tak szczegółowe obliczenia dla każdego urządzenia oddzielnie są ogromnie czasochłonne, wymagałyby zatem dużego zespołu kosztorysantów, a ponadto są przesadne i zbyteczne dla celu oraz założeń tej pracy.

Trzeba jeszcze wspomnieć, że koszty amortyzacyjne odpisuje się nadal już po zwrocie nakładów inwestycyjnych, a kwota ta stanowi tzw. fundusz rozwoju inwestycji. Kwestię tę regulują różne przepisy, które uwzględniają także starzenie się inwestycji, a więc zmniejszając wielkość odpisu amortyzacyjnego już po czasie zwrotu nakładów itd. Zagadnienie to wchodzące w zakres rozważań ekonomiczno-teoretycznych, wybiega jednak poza ramy niniejszej pracy i dlatego nie będzie szerzej rozwijane.

Warto także rozważyć możliwość wydłużenia czasu zwrotu nakładów, np. z 6 do 10 lat, dzięki czemu inwestycja będzie bardziej rentowna, zważyw-

szy, że okres jej użytkowania powinien być znacznie dłuższy niż ogólnie przyjmowany - 20 lat.

Jeszcze raz należy podkreślić, że budując zakład przeróbki mechanicznej węgla pod ziemią, utrzymamy pewne rezultaty niewymierne (brak hałd ma nietagatelne znaczenie dla ochrony środowiska naturalnego), jak i efekty wymierne polegające na uniknięciu kosztów składowania, które są znaczne w przypadku konieczności wywozu odpadów na składowiska odległe od zakładu przeróbczego.

Z drugiej zaś strony natknęliśmy się zapewne na dalsze poważne trudności techniczne i wykonawcze, m.in. transport maszyn i urządzeń wraz z ich montażem, wpływ wibracji maszyn przeróbczych - głównie przesiewaczy - na górotwór, zapewnienie prawidłowej funkcjonalności wentylacji w warunkach istnienia dużego zawilgocenia pomieszczeń zakładu, bezawaryjny transport urobku i zawieszin w obrębie zakładu, konieczność wybudowania dodatkowych zbiorników na produkty procesu wzbogacania oraz zagwarantowanie ich systematycznego odbioru przez skip, aby nie mieszać tych produktów w skipie, zagwarantowanie odpowiedniej jakości produktów, zwłaszcza przez utrzymywanie takiej zawartości wilgoci, przy której koncentrat nie oklejałby naczyń wydobywczych, zapewnienie odbioru kamienia przez podсадzkę przy równoczesnym ewentualnym rozwiązaniu problemu przygotowania podсадzki (o ile ma to być hydrauliczna, to brak wysokości spadku tłoczenia, którą dawał szyb itd.).

W celu uzyskania danych potrzebnych do opracowania w ten sposób metody analizy techniczno-ekonomicznej niniejszego studium problemu postanowiono najpierw badać wycinkowo kolejne operacje przeróbcze jako oddzielne analizy techniczno-ekonomiczne, a dopiero na tej podstawie powziąć decyzję o konieczności prowadzenia niektórych z tych operacji pod ziemią w już uprzednio specjalnie przygotowanych wyrobiskach - komorach.

W zakończeniu opisu sposobu prowadzenia studium autorzy wyjaśniają, że nie wprowadzono w niej celowo numeracji podstawowych równań; równania te będą cytowane w odpowiednich miejscach prowadzonej w tekście analizy. Ponadto wprowadzenie kolejnych numeracji równań w całej pracy połączyłoby czynniki wskaźników ekonomicznych, wskaźników technicznych i wskaźników matematycznych analizy supozycyjnej, co zdaniem autorów dla przejrzystości pracy nie jest wskazane.

4.2. Techniczno-ekonomiczna analiza pracy układu technologicznego klasyfikacji wstępnej

Przed wykonaniem analizy przyjęto następujące założenia dla zakładu przeróbczego traktowanego jako modelowy:

- nadawa na zakład przeróbczy, a więc i do klasyfikacji wstępnej wynosi 10 000 t/dobę, czyli niecałe 600 t/h,

- urządzenia pracują przez 17 do 18 h/dobę,
- wychód kamienia wynosi $\phi_0 = 20\%$,
- w obliczeniach uwzględniono 300 dni roboczych w roku.

Ponadto założono, że przy samej klasyfikacji wstępnej na jednej zmianie zatrudnionych jest 3 pracowników fizycznych, zarabiających miesięcznie 4 167 zł oraz 1 osoba dozoru, której wynagrodzenie miesięczne wynosi 5 988 zł. Zarobki ich wliczono do kosztów ruchomych obok kwot za zużycie energii elektrycznej, za konserwację, materiały, remonty oraz amortyzację którą tu postanowiono obliczać ogólnie jako 1/6 wielkości nakładów inwestycyjnych [6].

W skład kosztów inwestycyjnych weszły koszty zakupu maszyn i urządzeń, przy czym uwzględniono liczbę poszczególnych maszyn związanych z wydajnością. Do kosztów inwestycyjnych doliczono koszty montażu w wysokości 10% kosztów zakupu, a także cenę poziomu budynku zakładu przerobczego, na którym mają być zainstalowane urządzenia klasyfikacji wstępnej (stanowi to 1/5 ceny budynku pęczki). Koszty inwestycyjne i ruchowe układu klasyfikacji wstępnej zestawiono w tablicach 9, 10, 11 i 12.

Tablica 9

Koszty inwestycyjne klasyfikacji wstępnej (dane z roku 1965)

Lp.	Nazwa maszyny	Koszt zakupu zł	Koszt montażu zł	Ilość szt.	Suma kosztów zł	Numer na schemacie zł
1	2	3	4	5	6	7
1	Przesiewacz "Karop-pa"	498.700	49.870	3	1.645.710	I
2	Przesiewacz CDR-84	265.702	26.570	2	584.544	II
3	Przenośnik taśmowy (x)	840.000	84.000	300 m	924.000	-
4	Rynny suwnic (xx)	50.000	5.000	50 m	55.000	-
5	Część budowlana	-	-	-	10.000.000	-
R a z e m:					13.209.254	

- x - przyjęto, że 1 m przenośnika taśmowego kosztuje 2.800 zł.
- xx - przyjęto, że 1 m rynien zsuwni kosztuje 1.000 zł.

Na rysunku 6 wykreślono krzywą składu ziarnowego nadawy, z której odczytano wychody poszczególnych klas ziarnowych do klasyfikacji wstępnej, ujęte w tablicy 13.

Schemat klasyfikacji wstępnej został przedstawiony na rys. 7. Nadawa dostarczona do zakładu przerobczego w ilości do 600 t/h jest kierowana na przesiewacz rusztowy wałkowy 1, który sortuje ją na klasę +50 mm, w wyniku czego otrzymujemy około 216 t/h (według tablicy 13) tej klasy. Następ-

Tablica 10

Budynek płuczki - dane techniczne

Wymiary	42 x 42 x 25 m
Kubatura	43 000 m ³
Ciężar konstrukcji stalowej	
Ciężar całkowity	
Cena konstrukcji stalowej	ok. 19.890.000 zł
Cena betonu	ok. 10.000.000 zł
Cena cegieł+cement+piasek	ok. 577.704 zł
Cena wykończenia	ok. 19.400.000 zł
Cena 1/5 części budynku	ok. 10.000.000 zł

Tablica 11

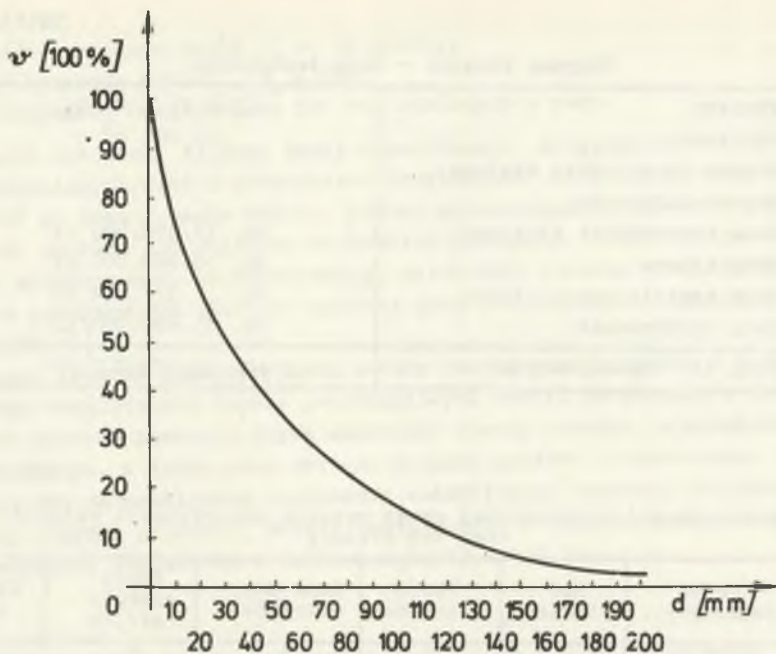
Zużycie energii elektrycznej przez maszyny klasyfikacji wstępnej oraz ich ciężary

Lp.	Nazwa maszyny	Moc silnika	Ilość silników	Suma mocy silników	Koszt energii zł/rok	Ciężar ton
1	2	3	4	5	6	7
1	Przesiewacz Caroppa	6,5 kW	3	19,5 kW	71.604	9,6
2	Przesiewacz CDR-84	13 kW	2	26,0 kW	95.472	32,0
3	Przenośniki taśmowe	13 kW	2	26,0 kW	95.472	
4	Rynny i zsuwnie	-	-	-	-	

Tablica 12

Koszty ruchome klasyfikacji wstępnej

Lp.	Rodzaj kosztów	Koszt jednostkowy	Koszt w stosunku rocznym zł/rok
1	2	3	4
1	Robocizna	9 x 4.167 zł/miesiąc + 1 x 5.988 zł/miesiąc	521.892
2	Energia	-	262.548
3	Konserwacja	100 zł/zmianę/1 maszynę	630.000
4	Koszty remontów małych i średnich	10.000 zł/miesiąc/1 maszynę	840.000
5	Koszty remontów kapitalnych	30.000 zł/rok 1 maszynę	210.000
6	Amortyzacja	-	2.201.542
R a z e m:			4.665.982



Rys. 6. Krzywa składu ziarnowego

Tablica 13

Wychody klas ziarnowych dla klasyfikacji wstępnej

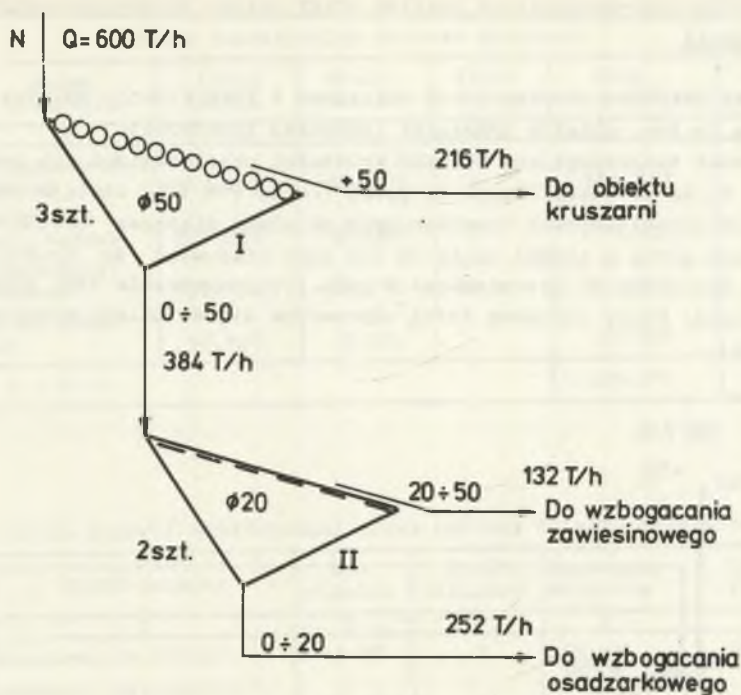
Klasa ziarnowa mm	Wychód		Suma wychodów %
	T	%	
1	2	3	4
+ 50	216	36	36
20 - 50	132	22	58
0 - 20	252	42	100
R a z e m:	600	100	

nie jest przekazywana do tzw. obiektu kruszarni nie zamieszczonego na schemacie (rys. 7), gdyż obiekt ten będzie analizowany oddzielnie.

Klasa ziarnowa dolna 0-50 mm, uzyskana z tego przesiewacza (384 t/h - według tablicy 13), podlega dalszemu sortowaniu na przesiewaczu rezonansowym (II) o sicie 20 mm.

Klasa ziarnowa 20-50 mm (około 132 t/h) jest kierowana do wzbogacania zawieszinowego, zaś klasa ziarnowa 0-20 mm (około 252 t/h) - do osadzarki.

Obliczenia wykazują, że całkowity koszt inwestycyjny klasyfikacji wstępnej (tablica 9 i 10) wynosi około 13 209 254 zł, a więc zgodnie z uprzed-



I - PRZESIEWACZ RUSZTOWY WAŁKOWY KAROPPA

II - PRZESIEWACZ REZONANSOWY CDR

Rys. 7. Układ modelowy - klasyfikacja wstępna

nie przyjętym założeniem koszt amortyzacji będzie kształtować się w granicach około 2 201 542 zł/rok. Natomiast koszty ruchowe klasyfikacji wstępnej osiągają około 5 250 490 zł/rok (tablica 12).

Jednostkowy koszt eksploatacyjny układu klasyfikacji wstępnej

$$E_j = \frac{K}{P} = \frac{4\,665\,982 \text{ zł/rok}}{3\,000\,000 \text{ t/rok}}$$

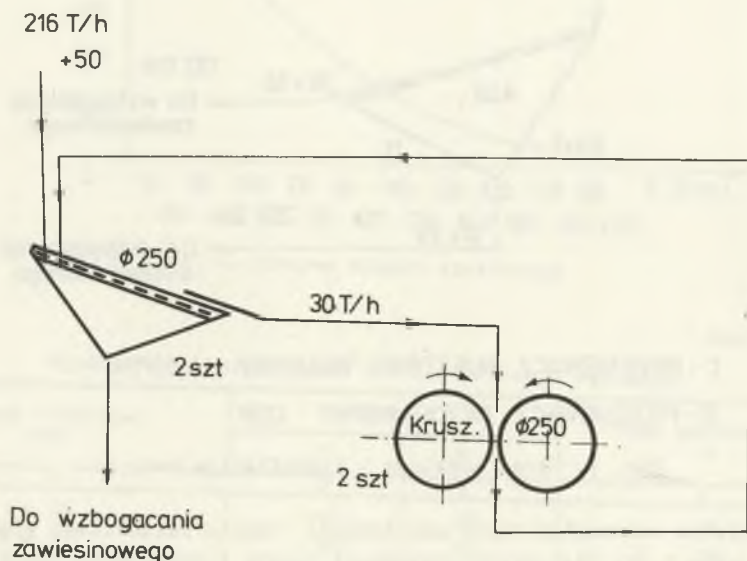
wynosi 1,555 zł/t.

Jeżeli średni koszt przeróbki mechanicznej w zakładach o profilu technologicznym podobnym do układu rozpatrywanego w niniejszej analizie wynosi 22 156 zł/t (patrz podrozdział 4.9), to zgodnie z przyjętymi założeniami koszt klasyfikacji wstępnej stanowi około 7,018% tej sumy.

4.3. Techniczno-ekonomiczna analiza pracy układu technologicznego rozdrabniania

Klasę ziarnową powyżej 50 mm otrzymaną z klasyfikacji wstępnej wprowadza się do tzw. obiektu kruszarni (oddziału kruszarni).

Schemat technologiczny obiektu kruszarni przedstawiono na rys. 8. Nadawa + 50 mm po klasyfikacji wstępnej (około 216 t/h) zostaje rozdzielona na dwóch przesiewaczach rezonansowych na klasy ziarnowe 50-250 oraz +250 mm. Klasa górna w ilości około 30 t/h jest kierowana do kruszarek i ponownie zawracana na przesiewacze w celu przeprowadzenia tzw. klasyfikacji kontrolnej. Klasę ziarnową dolną odprowadza się do układu wzbogacania (separator).



Rys. 8. Schemat technologiczny obiektu kruszarni

Koszty ruchowe oraz inwestycyjne określono podobnie jak dla klasyfikacji wstępnej, z tym że do kosztów inwestycyjnych nie doliczono części budowlanej, zakładając, że "obiekt" kruszarni będzie mieścić się na poziomie (piętrze) klasyfikacji wstępnej.

Zestawienia kosztów inwestycyjnych i ruchowych obiektu kruszarni podają tablice 14, 15 i 16.

Na podstawie obliczeń można stwierdzić, że całkowity koszt inwestycyjny obiektu kruszarni (tablica 14) wynosi około 1 425 272 zł, a więc amortyzacja jest równa około 237 545 zł/rok.

Koszty inwestycyjne obiektu kruszarni

Lp.	Nazwa urządzenia	Koszt zakupu	Koszt montażu	Ilość sztuk	Suma kosztów	Tonaż ton
1	2	3	4	5	6	7
1	Przesiewacz GDR-84	265.702	26.570	2	584.544	32
2	Kruszarka walc.-kłowa	280.000	28.000	2	616.000	10
3	Przenośniki taśmowe	152.756	16.973	37 m	169.728	4,5
4	Rynny zsuwnie	50.000	5.000	-	55.000	5,0
R a z e m:					1.425.272	

Zużycie energii elektrycznej przez maszyny obiektu kruszarni

Lp.	Nazwa maszyny	Moc silnika	Ilość silników	Suma mocy silników	Koszt zł/rok
1	2	3	4	5	6
1	Przesiewacze GDR-84	13 kW	2	26 kW	95.472
2	Kruszarki walcowo-kłowe	20 kW	2	40 kW	146.836
3	Przenośniki	13 kW	2	26 kW	85.472
R a z e m:					337.780

Koszty ruchowe dla obiektu kruszarni

Lp.	Nazwa kosztów	Koszt jednostkowy	Koszt w stosunku rocznym zł/rok
1	2	3	4
1	Robocizna	9 x 4.167 zł/m-c 1 x 5.988 zł/m-c	521.892
2	Energia	-	337.780
3	Konserwacja	100 zł/zmianę/ maszynę	360.000
4	Koszty remontów małych i średn.	10.000 zł/m-c/ maszynę	720.000
5	Koszty remontów kapitalnych	30.000 zł/rok/m	180.000
6	Amortyzacja	-	237.545
S u m a:			2.357.217

Koszty ruchowe obiektu kruszarni osiągną kwotę około 2 357 217 zł/rok (tablica 16).

Jednostkowy koszt układu technologicznego zastosowanego w obiekcie kruszarni wynosi więc:

$$E_j = \frac{K}{P} = \frac{2\,357\,217}{3\,000\,000} \frac{\text{zł/rok}}{\text{t/rok}} = 0,786 \text{ zł/t}$$

Przyjmując, że średni koszt przeróbki mechanicznej w zakładach o podobnym układzie technologicznym wynosi około 22 156 zł/t (patrz podrozdział 4.9), uzyskujemy koszt rozdrabiania stanowiący około 3,548% tej kwoty.

4.4. Techniczno-ekonomiczna analiza pracy układu technologicznego wzbogacania

Odpowiednie klasy ziarnowe otrzymane po klasyfikacji wstępnej kieruje się do operacji wzbogacania.

Schemat technologiczny procesu wzbogacania przedstawiono na rys. 9, przy czym uwzględniono te same założenia co w przypadku klasyfikacji wstępnej:

- nadawa do operacji wzbogacania wynosi 10 000 t/dobę czyli do 600 t/h,
- w obliczeniach przyjęto 300 dni roboczych w roku,
- poziom wzbogacania zajmuje 1/5 kubatury budynku płuczki zakładu przerobczego,
- czas pracy zakładu wynosi 17 do 18 h/dobę,
- w nadawie znajduje się 20% kamienia; $\phi_0 = 20\%$.

Klasa ziarnowa +50 mm w ilości 216 t/h (rys. 7) zostaje poddawana wzbogacaniu na Dis I (rys. 9), a następnie odwodniona i kierowana do zbiorników. Odpady są przekazywane na przesiewacz odwadniający.

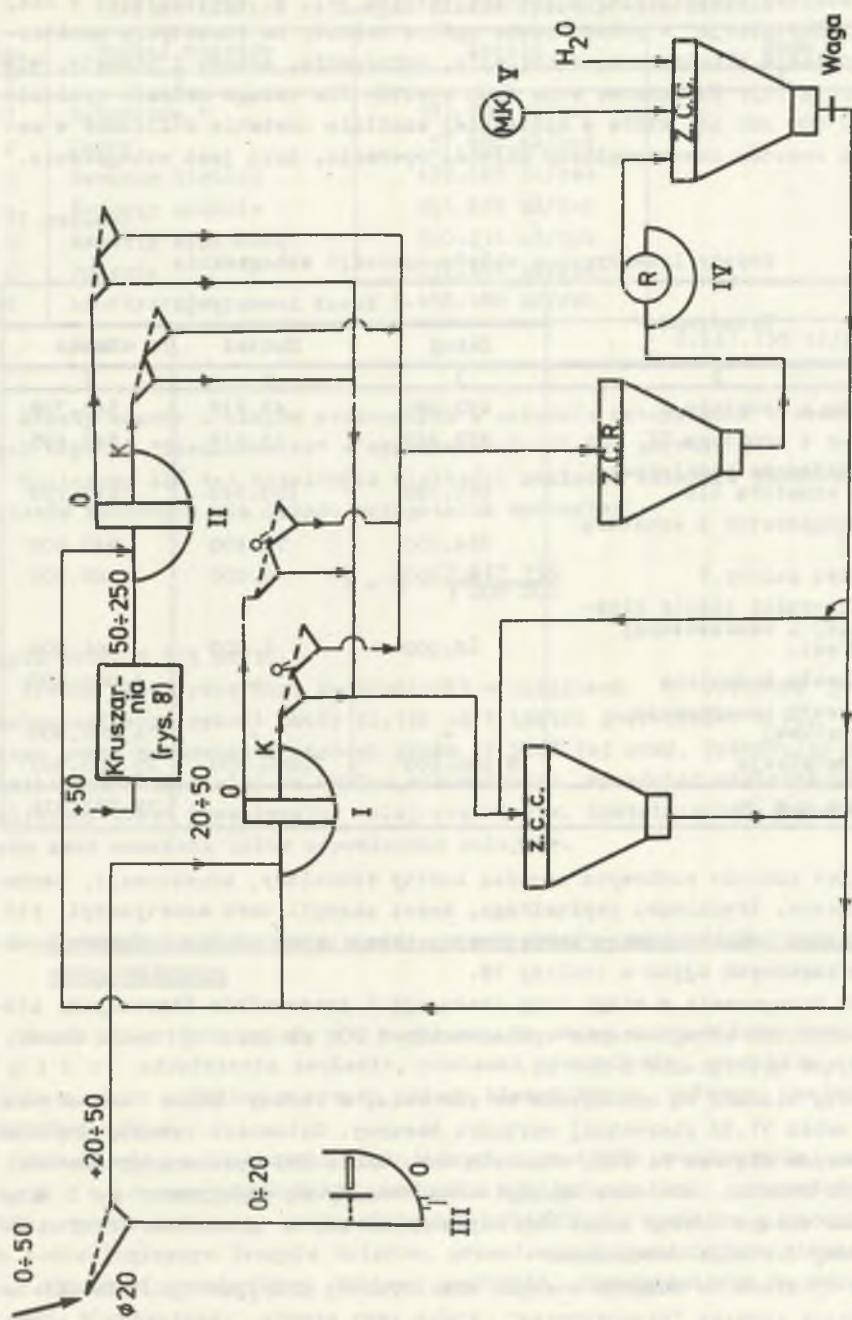
Klasa ziarnowa 20-50 mm w ilości 132 t/h (rys. 8) wędruje z kolei do drugiego Disa, a koncentrat na przesiewacz odwadniający wibracyjny. Podobnym procesom podlegają odpady.

Klasa ziarnowa 0-20 mm (252 t/h) - (rys. 8) jest wzbogacana w osadzarce beztłokowej; koncentrat przechodzi na sito OSO, a dalej na wirówkę NAEL-3.

Odpady z osadzarki są wyciągane za pomocą podnośnika kubełkowego i przenoszone do zbiornika.

Schemat technologiczny operacji wzbogacania zamieszczony na rys. 9 uwzględnia także proces przygotowania i rekuperacji obciążnika.

Na koszty inwestycyjne złożyły się: koszty zakupu wymienionych maszyn i urządzeń, koszty montażu w wysokości 10% ceny zakupu, a także koszty poziomu budynku zakładu przerobczego, na którym mają być zainstalowane



Rys. 9. Schemat technologiczny wzbogacania

urządzenia klasyfikacji wstępnej (stanowiło to 1/5 ceny budynku płuczki). Zestaw kosztów inwestycyjnych zawiera tablica 17; w występującej w niej pozycji "instalacje" - podano pewne ogólne nakłady na inwestycje sanitarne, instalacje elektryczne, wentylację, ogrzewanie, schody i pomosty, windę towarową itp. Szacunkowa suma tych kosztów dla całego zakładu wyniesie około 20 000 000 zł, która w niniejszej analizie zostanie doliczona w całości do kosztów inwestycyjnych głównej operacji, jaką jest wzbogacanie.

Tablica 17

Koszty inwestycyjne układu operacji wzbogacania

Lp.	Urządzenie	Koszt inwestycji		
		Zakup	Montaż	Razem
1	2	3	4	5
1	Dis z armaturą I	492.180	49.218	541.398
2	Dis z armaturą II	492.180	49.218	541.498
3	Osadzarka beztłokowa z armaturą III	569.780	103.940	673.720
4	Rekuperator z armaturą IV	764.000	76.400	840.400
5	Młyn kulowy V	80.000	8.000	88.000
6	Zbiorniki cieczy ciężkiej i rozrzedzonej 3 szt.	60.000	6.000	66.000
7	Koszty budowlane	-	-	4.000.000
8	Koszty konstrukcji stalowej	-	-	6.000.000
9	Instalacje	18.000.000	2.000.000	20.000.000
R a z e m:				32.750.916

W skład kosztów ruchowych wchodzi koszty robocizny, konserwacji, remontu bieżącego, średniego, kapitalnego, koszt energii oraz amortyzacji, który obliczano dzieląc koszty inwestycyjne przez okres 6 lat. Zestawienie kosztów ruchowych ujęto w tablicy 18.

Układ wzbogacania w ciągu doby obsługuje 6 pracowników fizycznych, których miesięczne wynagrodzenie wynosi około 4 200 zł oraz 1 osoba dozoru zarabiająca miesięcznie 5 900 zł.

Remonty bieżące są wykonywane co pół roku, a roczny koszt ich odpisu wynosi około 17,5% pierwotnej wartości maszyny. Natomiast remonty średnie przeprowadza się raz na rok, stanowią one, około 32% pierwotnej wartości urządzeń. Ponadto założono, że kapitalne remonty są dokonywane do 5 lat, w związku z czym roczny koszt ich odpisu waha się w granicach około 9% pierwotnej wartości urządzenia.

Sumę wydatków za zużycie energii elektrycznej przyjęto jak dla układu wzbogacania kopalni "Siemianowice", który jest prawie identyczny z układem rozpatrywanym w tej analizie.

Zestaw kosztów ruchowych układu operacji wzbogacania

Lp.	Rodzaj kosztów	Koszty	Suma
1	2	3	4
1	Robocizna *	373.200 zł/rok	
2	Smary	57.600 zł/rok	
3	Remonty bieżące	479.568 zł/rok	
4	Remonty średnie	865.625 zł/rok	
5	Remonty kapitalne	240.214 zł/rok	
6	Energia	172.462 zł/rok	
7	Amortyzacja	5.458.486 zł/rok	
S u m a:			7.647.155 zł/rok

Koszty smarów i olejów stosowanych w układzie wzbogacania - według danych kopalni "Siemianowice" - wynoszą około 57 600 zł/rok.

Obliczony dla tak ustalonych wielkości nakładów wskaźnik jednostkowych kosztów ruchowych dla układu wzbogacania wyniesie:

$$E = \frac{K}{P} = \frac{7\ 647\ 155}{3\ 000\ 000}$$

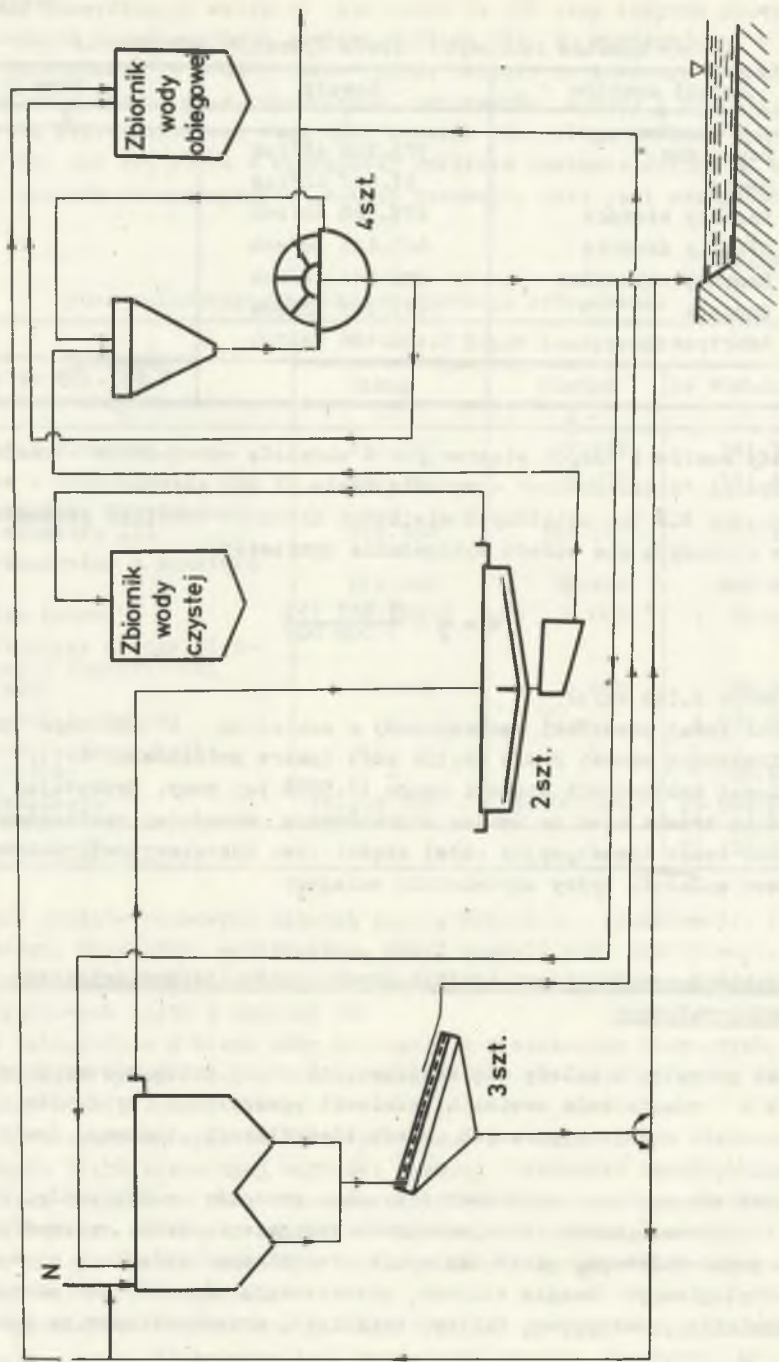
czyli około 2,549 zł/t.

Średni koszt przeróbki mechanicznej w zakładach o podobnym profilu technologicznym wynosi około 22,156 zł/t (patrz podrozdział 4.9), a tym samym koszt wzbogacania stanowi około 11,505% tej sumy. Dyskutując nad tą wielkością trzeba mieć na uwadze sformułowane wcześniej zastrzeżenia, że doliczono koszt inwestycyjny całej części tzw. instalacyjnej, ponieważ bez tych kwot wskaźnik byłby odpowiednio mniejszy.

4.5. Techniczno-ekonomiczna analiza pracy układu technologicznego obiegu wodno-mułowego

Zaraz na wstępie należy się zastrzec, że obieg wodno-mułowy dotyczy tu t y l k o odwadniania zawiesin, ponieważ odwadnianie produktów wzbogacania zostało omówione w ramach układu klasyfikacji końcowej (patrz podrozdział 4.6).

Całość wód popłuczkowych pochodzących z procesów wzbogacania, rekuperacji i z procesu odwadniania produktów wzbogacania jest wprowadzana do obiegu wodno-mułowego, gdzie następuje odwadnianie zawiesin w typowym ciągu technologicznym (rząpie ścierów, przesiewacze odwadniające ziarna grube, odmulniki promieniowe, filtry, osadniki), przedstawionym na schemacie - rys. 10.



Rys. 10. Schemat układu odwadniania zawieszin obiegu wodno-mułowego

Na podstawie schematu maszynowego zestawiono w tablicy 19 poszczególne urządzenia układu oraz wielkość nakładów inwestycyjnych potrzebnych na zakupienie i montaż tych urządzeń. Obliczenia wykazały, że całkowity koszt tego układu waha się w granicach około 41,35 mln zł.

Tablica 19

Koszty inwestycyjne układu obiegu wodno-mułowego

Lp.	Węzeł	Instalacja	Nakłady inwestycyjne zł
1	2	3	4
1	I	Rząpie klasyfikacyjne (1 szt.)	238.420
2	II	Przesiewacze wibracyjne	473.520
3	III	Odmulniki promieniowe \varnothing 25 mm - 2 szt.	3.581.414
4	IV	Stożek zagęszczający $V = 9,2 \text{ m}^3$ (rurociąg przelew.)	150.450
5	V	Filtry próżn. tarczowe FT-BG (4 szt.)	1.761.708
6	VII	Osajniki pozapłuczkowe $1\ 500 \text{ m}^2$ z suwnicą bramową	22.350.000
7		Spychacz (koparka spalinowa)	633.621
8		Stalowiec (typ Waryński)	1.317.000
9	VIII	Zbiorniki wody obiegowej	154.800
10		(2 szt.) - $V = 15 \text{ m}^3$	116.567
11	IX	Rząpie wody sklarowanej	287.000
12	X	Mieszalnik flokulanta (2 szt.)	292.725
13	XI	1/5 budynku płuczki (budowlane i konstr. stal.)	10.000.000
R a z e m:			41.357.225

W tablicy 20 ujęto odpowiednie wielkości kosztów ruchowych, przy czym na amortyzację - podobnie jak dla poprzednich układów (operacji, pięter) - przewidziano 1/6 wartości nakładów inwestycyjnych. Z obliczeń wynika, że koszty ruchowe w przypadku układu technologicznego rozpatrywanego obiegu wynoszą około 11,42 mln zł/rok.

Wskaźnik jednostkowych kosztów ruchowych układu odwadniania zawieszin, uwzględniający ustalone wielkości:

$$E = \frac{K}{P} = \frac{11\ 425\ 528}{3\ 000\ 000} = 3,808 \text{ zł/t nadawy,}$$

wynosi 3,808 zł na 1 t nadawy surowego urobku przeznaczonej dla zakładu przerobczego.

Koszty ruchowe układu obiegu wońno-mułowego

Lp.	Składniki kosztów	Wielkość zł/rok
1	2	3
1	Robocizna 22 os/db, 22 x 3300 x 12 3 os. dozoru/dbx x 5900 zł/m-cx12	871.200 212.400
2	Energia	368.920
3	Koszty materiałowe (oleje, smary, odczynniki flokul.)	2.500.138
4	Koszty remontów bieżących i średnich	580.000
5	Amortyzacja ($\frac{1}{6}$ I)	6.892.870
6	Inne	-
R a z e m:		11.425.528

Jeżeli przyjmiemy, że średni koszt przeróbki mechanicznej w zakładach o podobnym profilu technologicznym wynosi około 22,156 zł/t, to uzyskany przewidywany koszt odwadniania zawiesin, stanowi około 17,187% tej kwoty.

4.6. Techniczno-ekonomiczna analiza pracy układu technologicznego klasyfikacji końcowej łącznie z odwadnianiem produktów wzbogacania

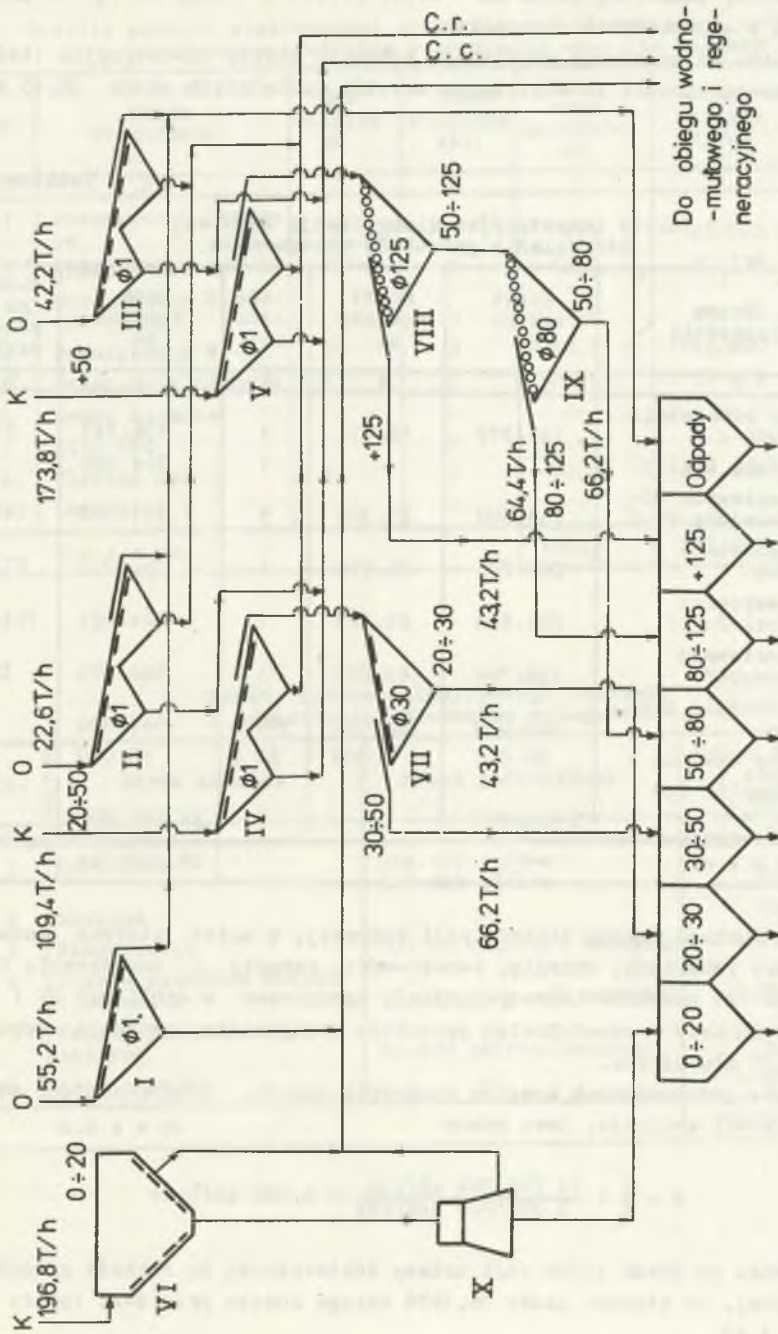
Schemat technologiczny klasyfikacji końcowej został pokazany na rys. 11. Po wzbogaceniu wszystkich klas otrzymujemy rozdział nadawy na koncentrat (około 480 t/h) oraz odpady (około 120 t/h).

Odpady po odwodnieniu na przesiewaczach (I, II, III) przechodzą do zbiornika odpadów. Natomiast koncentrat pochodzący ze wzbogacania osadzarkowego (klasa ziarnowa 0-20 mm) w ilości około 196,8 t/h jest odwadniany na sicie OSO (VI), a następnie kierowany do wiórki (x) i po odwodnieniu do zbiornika klasy ziarnowej 0-20 mm.

Koncentrat klasy ziarnowej 20-50 mm, którego otrzymuje się około 109,4 t/h, po odwodnieniu na przesiewaczu (VI) zostaje poddany dalszemu rozdzielaniu na przesiewaczu (VII) o sicie 30 mm. Klasa górna o wymiarach 30-50 mm (około 66,2 t/h) jest przekazywana do zbiornika orzechów, zaś klasa dolna 20-30 mm (około 43,2 t/h) do zbiornika groszku.

Koncentrat klasy +50 mm uzyskiwany ze wzbogacania zawiesinowego w ilości około 173,8 t/h kieruje się na przesiewacz (V) odwadniający, a potem klasyfikujący (VIII), gdzie zostaje rozdzielony na klasę \pm 125 mm (50-125 i 125-250). Klasa dolna 50-125 mm (około 130,6 t/h) jest podawana na przesiewacz klasyfikacyjny (IX), gdzie następuje sortowanie jej na klasę 80-125 mm oraz na klasę 50-80 mm. Klasy ziarnowej 80-125 mm jest około 64,4

Z wzbogacania osadzarkowego Z wzbogacania zawieszinowego Z wzbogacania zawieszinowego



I-V - Przesiewacze odwadniające WP-2
 VI - Sito odwadniające OSO
 VII - Przesiewacz rezonansowy CDR
 VIII - Przesiewacz rusztowy wałkowy DISTEL-SUSKI
 IX - Przesiewacz rusztowy wałkowy KAROPPA
 X - Wirówka odśrodkowa NAEL-3

rys. 11. Układ Modelowy - Klasyfikacja końcowa łącznie z przesiewaczami odwadniającymi, siemem Osó i wirówką

t/h, zaś klasy ziarnowej 50-80 mm - około 66,2 v/h. Klasy te są następnie gromadzone w odpowiednich zbiornikach.

Zestawione na podstawie powyższego schematu koszty inwestycyjne (tablica 21) wynoszą łącznie po doliczeniu kosztów budowlanych około 38,45 mln zł.

Tablica 21

Koszty inwestycyjne klasyfikacji końcowej
i odwadniania produktów wzbogacania

Lp.	Nazwa urządzenia	Koszt zakupu zł	Koszt montażu zł	Ilość sztuk szt.	Suma kosztów zł	Numer na schemacie
1	2	3	4	5	6	7
1	Sito odwadniająca OSO	124.310	12.431	1	136.741	VI
2	Wirówka Nael-3	-	-	1	364.980	X
3	Przesiewacz odwadniający WP-2	253.000	25.300	5	1.391.500	I-V
4	Przesiewacz CDR-84	265.702	26.570	1	292.272	VII
5	Przesiewacz Distel-Suski	221.838	22.183	1	244.021	VIII
6	Przesiewacz "Caroppa"	498.700	49.870	1	548.570	IX
7	Przenośnik taśmowy	840.000	84.000	300 m	924.000	
8	Rynny zsuwnie x	50.000	5.000	50 m	55.000	
9	Zbiorniki 2,5 tys. m ³	3.500.000	-	7	24.500.000	
R a z e m:					28.457.084	

Koszty ruchowe układu klasyfikacji końcowej, w skład których wchodzi nakłady na: robociznę, energię, konserwację, remonty i amortyzację (liczoną jako 1/6 nakładów inwestycyjnych), zgrupowano w tablicach 22 i 23. Koszty te łącznie z odwadnianiem produktów wzbogacania osiągają wartość około 10,75 mln zł/rok.

Wskaźnik jednostkowych kosztów ruchowych układu, uwzględniający założone wielkości nakładów, jest równy

$$E = \frac{K}{P} = \frac{10\,758\,266 \text{ zł/rok}}{3\,000\,000 \text{ ton/rok}} = 3,586 \text{ zł/tone}$$

Zatem wynosi on około 3,586 zł/t nadawy dostarczanej do zakładu przeróbki mechanicznej, co stanowi około 16,185% całego kosztu przeróbki (patrz pod rozdział 4.9).

Tablica 22

Zużycie energii elektrycznej przez maszyny klasyfikacji końcowej
i odwadniania produktów wzbogacania oraz ich ciężary

Lp.	Nazwa urządzenia	Moc silnika kW	Ilość silników szt.	Suma mocy silników kW	Koszt energii zł/rok	Łączny ciężar ton
1	2	3	4	5	6	7
1	Przesiewacz Caroppe	6,5	1	6,5	23.868	3,2
2	Przesiewacz CDR-84	13	1	13,0	47.736	16,0
3	Przesiewacz Distel-Suski	7	1	7,0	25.704	7,6
4	Przesiewacz WP-2	10	5	50,0	183.600	27,5
5	Przenośnik taśmowy	13	2	26,0	95.472	-
6	Rynny zsuwnie	-	-	-	-	-
7	Sito OSO	-	-	-	-	2,0
8	Wirówka nad-3	45	2	90,0	330.480	11,4
9	Zbiorniki	-	-	-	-	-
R a z e m:				192,5	706.860	

Tablica 23

Koszty ruchowe klasyfikacji końcowej
i odwadniania produktów wzbogacania

Lp.	Nazwa kosztów	Koszt jednostkowy	Koszt w stosunku rocznym zł/rok
1	2	3	4
1	Robocizna	9x4.167 zł/m-c 1x5.988 zł/m-c	521.892
2	Energia	-	706.860
3	Konserwacja	100 zł/zmianę/1 maszynę	1.170.000
4	Koszty remontów małych i średnich	10.000 zł/m-c/1 maszynę	1.560.000
5	Koszty remontów kapitalnych	30.000 zł/rok/maszynę	390.000
6	Amortyzacja	-	6.409.514
R a z e m:			10.758.266

4.7. Pozostałe koszty inwestycyjne i ruchowe zakładu przeróbki mechanicznej węgla

Przeprowadzone w podrozdziałach 4.2, 4.3, 4.4 i 4.5 skrócone techniczno-ekonomiczne analizy poszczególnych operacji typowo przerobczych, a mianowicie klasyfikacji wstępnej, rozdrabiania, wzbogacania i rekuperacji, odwadniania produktów wzbogacania i klasyfikacji końcowej oraz odwadniania zawieszin nie odzwierciedlają pełnego zestawu nakładów inwestycyjnych i ruchowych, potrzebnych do wybudowania i zapewnienia sprawnego działania całego zakładu przeróbki mechanicznej węgla.

Pozostałe nakłady inwestycyjne oraz koszty ruchowe wiążą się z pewnymi czynnościami pomocniczymi (składowanie, ważenie, załadunek itp.), które wprawdzie nie stanowią typowych operacji przeróbki mechanicznej, to jednak są niezbędne dla utrzymania ciągłości pracy zakładu.

Nakłady inwestycyjne związane ze wspomnianymi czynnościami przedstawiono w tablicy 24. Podana w niej pozostała kwota inwestycyjna jest znaczna i wynosi około 97 mln zł, ale zawiera ona równocześnie koszt inwestycyjny tzw. stacji kopalnianej (tory, zwrotnice, popychaki, przesuwnice itp.) osiagający aż 74 mln zł.

Tablica 24

Zestawienie nakładów inwestycyjnych
dla pozostałych operacji pomocniczych i kontrolnych
(maszynowych i budowlanych; $I_{pM} + I_{pb}$)

Lp.	Rodzaj inwestycji	Kwota łączna
1	2	3
1	Place zwałowe	1.000.000
2	Zbiorniki zapasowe (2 szt.)	1.000.000
3	Wagi wagonowe (7 szt.)	1.741.000
4	Laboratorium kontroli technicznej	364.600
5	Laboratorium analityczne	8.219.000
6	Stacja kopalniana	74.127.000
7	Dyspozytornia	9.000.000
8	Przenośniki zwałowe (ok. 400 m)	1.648.000
R a z e m:		97.099.600

Pozostałe koszty ruchowe ujęto w tablicach 25, 26 i 27, przy czym w tablicach 25 i 26 rozpisano oddzielnie koszty robocizny kierownictwa zakładu przerobczego, które w tym miejscu doliczono do pozostałych kosztów robocizny pracowników fizycznych i dozoru, zatrudnionych przy tzw. operacjach pomocniczych.

Tablica 25

Zestawienie kosztów robocizny dla załadunku, laboratoriów,
oddziału napraw i personelu techniczno-administracyjnego

Miejsce pracy	Fizyczni	Dozór	Razem zł/m-c
1	2	3	4
Załadunek produktów	9	3	55.467
Zwały	9	3	55.467
Oddz. maszyn.-remont.	15	3	80.469
Laboratorium kontr. techn.	12	3	67.968
Laboratorium chemiczne	12	2	61.980
Stacja kopalniana	12	3	67.968
Personel adm.-techniczny	-	3	17.964
Dyspozytornia	-	3	17.964
R a z e m zł/m-c:			425.247
R a z e m zł/rok:	425.247 x 12 =		5.102.964

- Fizyczni - 4.167 zł/m-c
- Dozór - 5.988 zł/m-c

Tablica 26

Zestawienie kosztów robocizny
kierownictwa pionu Głównego Inżyniera d/s Jakości Produkcji

Lp.	Stanowisko	Stawka miesięczna zł
1	2	3
1	Główny Inżynier d/s Jakości Produkcji	12.000
2	Z-ca Gł. Inż. Kier. Przeróbki Mechanicznej	10.000
3	Kierownik Oddz. Mechan.-Remont.	9.000
4	Sztygar objazdowy (2 osób/zmian) 6 osób/dobę	48.000
5	Kierownicy sekcji (oddz.):	
	- wzbogacania	7.000
	- obiegu wodno-mułowego	7.000
	- klasyfikacji wstępnej	7.000
	- kruszarni	7.000
	- klasyfikacji końcowej i załadunku	7.000
6	Kierownik kontroli technicznej	7.000
7	Z-ca kier. kontroli technicznej	6.500
8	Kierownik laboratorium analitycznego	7.000
9	Z-ca Kier. Laboratorium analitycznego	6.500
	R a z e m:	141.000 zł/m-c
	a więc na rok:	1.692.000 zł/rok

Sumę wydatków przeznaczonych na robociznę z tablic 25 i 26 podano w całkowitych pozostałych kosztach ruchowych zakładu - tablica 27.

Tablica 27

Zestawienie kosztów ruchowych dla czynności pomocniczych

Lp.	Rodzaj kosztów	Kwota zł/rok
1	2	3
1	Robocizna (łącznie z dozorem)	6.794.964
2	Amortyzacja	16.183.266
3	Remonty bieżące (7,5% z poz. 3 i 8 tab. 24)	254.220
4	Remonty średnie (32% z poz. 3 i 8 tab. 24)	1.084.672
5	Remonty kapitalne (9% z poz. 3 i 8 tab. 24)	305.064
6	Materiały (smary, oleje)	500.000
7	Energia (transport przen. przetoki, itp.)	833.334
R a z e m:		25.955.520

Wskaźnik jednostkowych kosztów ruchowych czynności pomocniczych (załadunek, składowanie, ważenie, analizy laboratoryjne i kontrolne, praca kierownictwa zakładu);

$$E = \frac{K}{P} = \frac{25\ 955\ 520\ \text{zł/rok}}{3\ 000\ 000\ \text{ton/rok}}$$

wynosi około 8,652 zł na 1 t nadawy dostarczanej do zakładu przerobczego.

Widzimy więc, że koszt ten jest znaczny. Przy założeniu, że średni koszt przeróbki mechanicznej w zakładzie o takim profilu technologicznym kształtuje się w granicach około 22,156 zł/t, koszt tych czynności wynosi około 39,050% tej kwoty.

4.8. Techniczno-ekonomiczna analiza pracy pomp w zakładzie przeróbki mechanicznej węgla

4.8.1. M e t o d a a n a l i z y

W operacjach przerobczych, takich jak odwadnianie produktów wzbogacania, odwadnianie zawiesin, wzbogacanie i rekuperacja, mamy do czynienia z problemem transportu zawiesiny w obrębie zakładu przerobczego.

Zagadnienie pompowania postanowiono rozpatrzyć oddzielnie jako operację pomocniczą.

W pierwszym etapie analizy określono gabaryty typowego budynku zakładu przerobczego o wydajności 10 000 t/dobę, przyporządkowując w przybliżeniu poszczególne operacje przerobcze piętrami obiektu tegoż zakładu, o czym wspomniano już w podrozdziale 4.1 niniejszego opracowania (schemat - plan

zamieszczony na rys. 1A). Wyznaczono także w przybliżeniu rozstaw maszyn i urządzeń zakładając, że odmulniki promieniowe typu "Dorra" o średnicy 21,5 m (2 sztuki) znajdują się poza budynkiem zakładu.

Następnie odpowiednie urządzenia połączono rurociągami, dbając o właściwy dobór pomp i odpowiedniej średnicy rurociągów.

Na podstawie tak zaprojektowanego układu technologicznego oraz danych dotyczących rurociągów i pomp [11, 12] ustalono sumę nakładów inwestycyjnych, potrzebnych do wybudowania dróg transportowych zawieszin w ramach operacji wzbogacania i odwadniania w zakładzie przerobczym.

Wyznaczono również kolejne składniki kosztów ruchowych, a więc koszty robocizny, energii, materiałów, remontów średnich i bieżących oraz amortyzacji, po czym obliczono wielkość jednostkowego kosztu ruchowego układu transportowego zawieszin w stosunku do 1 t nadawy surowego urobku dostarczanego do zakładu.

W drugim etapie pracy zaprojektowano drogę transportową tej samej ilości zawiesziny w ramach obiegu wodno-mułowego i obiegu wzbogacania w zakładzie przeróbki mechanicznej pod ziemią, którego propozycję w rzucie z góry przedstawia schemat - plan (rys. 1B), załączony na końcu opracowania. Plan sytuacyjny (rys. 1B) stworzono z odpowiednio dobranymi wielkościami komór oraz rozstawem przestrzennym maszyn i urządzeń w podziemiach kopalni.

Opierając się na planie wykonanym w skali 1:200 (rys. 1B) oraz na uzyskanych danych [13], określono długości sieci rurociągów pod ziemią i wielkości nakładów inwestycyjnych powiększonych o koszty transportu tych rurociągów i pomp do podziemia kopalni. Przyjęto tu, że koszt transportu pionowego 1 t wynosi około 13,5 zł, a wielkość montażu pomp pod ziemią równa się 15% kwoty inwestycyjnej; ponadto zawyżono o 40% wielkość robocizny dla pracowników montażystów, ponieważ zarobki pracowników dołowych są, w przybliżeniu, o taki procent wyższe.

Na podstawie literatury przedmiotu [11], danych katalogowych [12, 13] i osobistych konsultacji w Dziale Generalnych Projektantów Biura Projektów "SEPARATOR" ustalono nakłady inwestycyjne poszczególnych urządzeń (pompy, rurociągi, armatura).

Nakłady inwestycyjne przeznaczone na zakupienie pomp pracujących w zakładzie przerobczym na powierzchni (tablica 28) zestawiono na podstawie cennika [14], przy czym wzięto pod uwagę cenę pompy wraz z silnikiem, ramą fundamentalną i sprzęgłem.

Nakłady inwestycyjne związane z zainstalowaniem rurociągów w zakładzie przerobczym na powierzchni (tablica 29) przyjęto za cennikiem [13]. Wyceńny dokonano dla stali o gatunku R-35 oraz R-45, zakładając równocześnie, że przy odpowiednich średnicach wymiar grubości ścianki będzie średnią arytmetyczną wszystkich wyszczególnionych grubości.

Nakłady inwestycyjne armatury przemysłowej istniejącej w zakładzie przerobczym na powierzchni (tablica 30) zeplanowano na podstawie Informatora

Tablica 28

Nakłady inwestycyjne dla pomp obiegu wodno-mułowego,
pracujących w zakładzie przeróbczym na powierzchni

Lp.	Rodzaj pompy	Ilość sztuk	Nakłady inwestycyjne		
			zakup zł	montaż zł	razem zł
1	2	3	4	5	6
1	OŁ 80	1	61.167	9.175	70.342
2	OŁ 150	3	210.498	31.575	242.073
3	OŁ 200	2 ^x	170.000	25.500	195.500
4	PC 100	4 ^x	151.332	22.699	174.032
5	PC 150	4 ^x	184.668	27.700	208.366
6	PC 200	3 ^x	240.000	36.000	276.000
7	PŁ 200	1	53.333	8.000	61.333
R a z e m:					1.225.648

x) Uwzględniono tu nakłady inwestycyjne dla pomp rezerwowych.

Tablica 29

Nakłady inwestycyjne dla rurociągów
zainstalowanych w zakładzie przeróbczym na powierzchni

Lp.	Średnica rur mm	Długość m	Koszty inwestycyjne		
			zakup zł	montaż zł	razem zł
1	2	3	4	5	6
1	∅ 51	8	304	46	350
2	∅ 83	80,5	7.245	1.087	8.332
3	∅ 89	263	26.826	4.124	30.950
4	∅ 159	405	106.515	15.977	121.492
5	∅ 219	249,5	130.169	19.525	149.694
6	∅ 299	21	14.175	2.126	16.301
R a z e m:					327.119

[15] oraz cennika [12]. Następnie wyceniono koszty ruchome transportu zawiesziny w tego typu zakładzie (tablica 31).

Koszty robocizny wyliczono zgodnie z założeniem, że w skład załogi tzw. pompiarzy pracujących na trzy zmiany wchodzi: 9 pracowników fizycznych oraz 3 osoby dozoru. Średni miesięczny zarobek pracowników fizycznych wynosi 4 500 zł, zaś dozoru - 5 500 zł. Zarobki te wymnożono przez 12 miesięcy, aby uzyskać koszt robocizny w skali rocznej.

Tablica 30

Nakłady inwestycyjne armatury zainstalowanej w układzie rurociągów
na zakładzie przeróbczym na powierzchni

Lp.	Nazwa urządzenia	Nakłady inwestycyjne		
		zakup	montaż	razem
1	2	3	4	5
1	Zasuwki klinowe	16.880	2.532	19.412
2	Zawory zaporowe	81.920	12.288	94.208
3	Zawory zwrotne	66.230	9.935	76.165
4	Kolanki gładkie	71.588	10.738	82.326
5	Trójniki	111.782	16.667	128.449
R a z e m:				400.560

Tablica 31

Koszty ruchowe układu pompowego obiegu wodno-mułowego
i regeneracyjnego dla zakładu przeróbczego na powierzchni

Lp.	Składniki kosztów ruchowych	Wartość zł/rok
1	2	3
1	Robocizna	684.000
2	Energia	2.091.889
3	Koszty materiałowe	142.050
4	Koszty remontów średnich i bieżących	390.665
5	Amortyzacja	351.598
R a z e m:		3.660.802

Tablica 32

Nakłady inwestycyjne dla pomp obiegu wodno-mułowego
pracujących w zakładzie przeróbczym pod ziemią

Lp.	Rodzaj pompy	Ilość szt.	Nakłady inwestycyjne		
			zakup zł	montaż zł	razem zł
1	2	3	4	5	6
1	OŁ 80	5	305.835	64.225	370.060
2	OŁ 150	3 ^x	210.498	44.204	254.702
3	OŁ 200	2 ^x	170.000	35.700	225.700
4	PC 100	3 ^x	115.499	23.254	138.753
5	PC 150	4 ^x	184.668	38.780	223.448
6	PC 200	3 ^x	240.000	50.400	290.400
7	PŁ 200	1	53.333	11.199	64.532
R a z e m:					1.567.595

x) Uwzględniono tu nakłady inwestycyjne dla pomp rezerwowych.

Z kolei znając ilość mocy zużytej przez odpowiednie urządzenia (silniki) w ciągu około 18 h/dobę oraz przyjmując cenę 1 kWh równą 0,63 zł i mnożąc przez 300 dni roboczych, otrzymano koszty energii w skali rocznej.

Koszty materiałowe obliczono według relacji:

ciągnar urządzeń (t) x 0,03 x 50 000 (zł/t).

Z powodu braku danych musiano uznać, że koszty remontów średnich i bieżących stanowią 20% całości nakładów inwestycyjnych.

Koszt amortyzacji układów pompowych wynosi zawsze 18% kwoty inwestycyjnej (odstępiono tu od zasady 1/6 ceny inwestycji, chociaż jest to wartość zbliżona).

W przeprowadzonej analizie nie można było pominąć również wysokości nakładów inwestycyjnych pomp i rurociągów zamontowanych w zakładzie przerobczym pod ziemią (tablica 32). Nakłady te zestawiono na podstawie cennika [13. 14], przy czym kierowano się zasadą, że koszt montażu pomp, rurociągów i armatury przemysłowej jest równoważny 21% kwoty inwestycyjnej (montaż pod ziemią).

Nakłady inwestycyjne na zainstalowanie rurociągów w zakładzie przerobczym pod ziemią (tablica 33) obliczono według cennika [18] dla stali c gatunku R-35 i R-45, biorąc pod uwagę maksymalne grubości ścianek rur o odpowiednich średnicach ze względu na to, że pod ziemią panują trudniejsze warunki atmosferyczne.

Tablica 33

Nakłady inwestycyjne dla rurociągów zainstalowanych w zakładzie przerobczym pod ziemią

Lp.	Średnica rur	Długość m	Nakłady inwestycyjne		
			zakup zł	montaż zł	razem zł
1	2	3	4	5	6
1	∅ 51	12	606	127	733
2	∅ 83	278	43.368	9.007	52.375
3	∅ 89	152	17.876	3.735	21.611
4	∅ 159	332	151.164	31.744	182.908
5	∅ 219	139	100.413	21.086	121.499
6	∅ 299	28	30.800	6.468	37.268
R a z e m:					416.394

Nakłady inwestycyjne armatury przemysłowej znajdującej się w zakładzie przeróbki mechanicznej pod ziemią (tablica 34) przyjęto za cennikiem [15] zawiązując maksymalnie grubość ścianki kolanek gładkich i trójników.

Całkowity zestaw kosztów ruchowych transportu zawiesziny w zakładzie przeróbki mechanicznej pod ziemią podano w tablicy 35.

Nakłady inwestycyjne armatury zainstalowanej w układzie rurociągów
na zakładzie przerobczym pod ziemią

Lp.	Nazwa urządzenia	Nakłady inwestycyjne		
		zakup zł	montaż zł	razem zł
1	2	3	4	5
1	Zasuwy klinowe	23.189	4.869	28.058
2	Zawory zapasowe	85.600	17.978	103.578
3	Zawory zwrotne	69.850	14.668	84.518
4	Kołanka gładkie	162.870	34.202	197.072
5	Trójniki	96.727	20.312	117.039
R a z e m:				530.265

U w a g a! transport urządzeń w pionie kosztuje ok. 1.493 zł a więc suma łączna wynosi ok. 2.515.747 zł.

Metodyka obliczania kosztów energii, materiałowych, remontów średnich i bieżących oraz robocizny była analogiczna do tej, którą stosowano w przypadku planowania kosztów transportu zawiesziny w zakładzie przerobczym na powierzchni. W obliczeniach tych uwzględniono jednak, że koszt inwestycyjny był większy, a tym samym wzrosły koszty amortyzacji, koszty materiałowe, koszty remontów i oczywiście robocizny (pracownicy przeróbki są traktowani jako dołowi i dlatego należało koszty robocizny pompiaży na powierzchni pomnożyć x 1,4).

W rezultacie prowadzonych w ten sposób badań otrzymano wskaźnik jednostkowych kosztów ruchowych transportu zawiesziny w zakładzie przeróbki mechanicznej pod ziemią, który jest wyższy od wskaźnika transportu zawiesziny w zakładzie przeróbki mechanicznej na powierzchni:

$$\Delta E = E_d - E_p$$

gdzie:

E_d - wskaźnik jednostkowy kosztów transportu zawiesziny na dole,

E_p - wskaźnik jednostkowy kosztów transportu na powierzchni.

Określono także ogólny przyrost nakładów inwestycyjnych i ruchowych przeznaczonych na transport zawiesziny w układzie rurociągów zakładu przeróbki mechanicznej pod ziemią.

4.8.2. O p i s i e n a l i z a w y n i k ó w

Suma nakładów inwestycyjnych przewidywanych dla transportu cieczy w zakładzie przeróbki mechanicznej węgla na powierzchni wynosi około 1 953 327 zł, przy czym nakłady na pompy stanowią około 1 225 648 zł (ta-

olica 28), na rurociągi - 327 119 zł (tablica 29), zaś na armaturę - 400 560 zł (tablica 30).

Suma kosztów ruchowych podana w tablicy 31 waha się w granicach 3 660 802 zł/rok. Wskaźnik jednostkowych kosztów ruchowych układu transportowego zawiesiny w zakładzie przeróbki mechanicznej na powierzchni:

$$E = \frac{K}{P} = \frac{3\,660\,802 \text{ zł/rok}}{3\,000\,000 \text{ t/rok}}$$

wynosi około 1,220 zł na 1 t nadawy dostarczanej do zakładu przeróbki mechanicznej, czyli około 5,506% całkowitych kosztów przeróbki.

Przy okazji można także określić ten wskaźnik w stosunku do ilości objętościowej transportowanej zawiesiny:

$$E = \frac{K}{P} = \frac{3\,660\,802 \text{ zł/rok}}{10\,980\,000 \text{ m}^3/\text{rok}} = 0,33 \text{ zł/m}^3$$

a więc wynosi on około 0,33 zł na 1 m³.

Suma nakładów inwestycyjnych na transport cieczy w zakładzie przeróbki mechanicznej pod ziemią osiąga około 2 515 744 zł, w tym nakłady na pompy stanowią około 1 567 595 zł (tablica 32), nakłady na rurociągi - około 416 394 zł (tablica 33), zaś na armaturę - około 530 265 zł (tablica 34).

Suma kosztów ruchowych, którą ujęto w tablicy 35, wynosi ok. 4 013 299 zł.

Tablica 35

Koszty ruchowe układu pompowego obiegu wodno-mułowego i regeneracyjnego dla zakładu przerobczego pod ziemią

Lp.	Składniki kosztów ruchowych	Kwota, zł
1	2	3
1	Robocizna	957.600
2	Energia	1.934.115
3	Koszty materiałowe	165.900
4	Koszty remontów śr. i bieżących	502.850
5	Amortyzacja	452.834
R a z e m:		4.013.299

Po podstawieniu do wzoru odpowiednich wartości

$$E = \frac{K}{P} = \frac{4\,013\,299 \text{ zł/rok}}{3\,000\,000 \text{ t/rok}}$$

otrzymano poszukiwany wskaźnik wynoszący około 1,338 zł na 1 t nadawy wzbogacanej w zakładzie przeróbki mechanicznej.

Można również ustalić ten wskaźnik w stosunku do ilości objętościowej transportowanej zawiesiny, który wynosi:

$$E = \frac{K}{P} = \frac{4\,013\,299 \text{ zł/rok}}{10\,980\,000 \text{ m}^3/\text{rok}} = 0,36 \text{ zł/m}^3.$$

Pod względem inwestycyjnym transport zawiesiny pod ziemią jest droższy o około 560 927 zł, zaś z punktu widzenia ruchu o około 353 721 zł/rok.

4.9. Podsumowanie analizy techniczno-ekonomicznej zakładu przeróbki mechanicznej na powierzchni

Tablica 36 zawiera zbitrze zestawienie nakładów inwestycyjnych dla całego zakładu przeróbki mechanicznej wybudowanego na powierzchni, które kształtują się w granicach 217 270 860 zł. Kwota ta w praktyce będzie zapewne jeszcze nieznacznie zwiększona, ponieważ w opracowaniu nie uwzględniono m.in. wyposażenia wnętrza (np. meble itp.); jak również kosztów projektu i tzw. nadzoru inwestycyjnego.

Tablica 36

Zbitrze zestawienie nakładów inwestycyjnych dla całego zakładu przeróbki mechanicznej wybudowanego na powierzchni

Lp.	Operacja (czynności)	Nakłady łączne, zł
1	2	3
1	Klasyfikacja wstępna	13.209.254
2	Rozdrabianie	1.425.272
3	Wzbogacanie	32.750.916
4	Odwadnianie zawiesin	41.357.225
5	Klasyfikacja końcowa łącznie z odwadnianiem produktów wzbogacania	28.457.084
6	Operacje pomocnicze i kontrolne (składowanie, załadunek, ważenie, przetok, laboratoria, itp.)	97.099.600
7	Transport zawiesin	1.953.327
R a z e m:		216.252.678

Zestawienia wszystkich kosztów ruchomych ujmuje tablica 37, z której wynika, że jest to kwota około 66 470 470 zł/rok.

Obliczony dla tych wielkości wskaźnik jednostkowych kosztów ruchomych w całym zakładzie przerobczym o wydajności brutto 10 000 t/dobę, wzbogacającym sortymenty grube i miały, wynosi (patrz podrozdział 4.1);

Zbiornicze zestawienie kosztów ruchowych dla całego zakładu przeróbki mechanicznej wybudowanego na powierzchni

Lp.	Operacja (czynności)	Roczne koszty ruchowe zł/rck
1	2	3
1	Klasyfikacja wstępna	4.665.982
2	Rozdrabianie	2.357.217
3	Odwadnianie zawiesin	11.425.528
4	Wzbogacanie	7.647.155
5	Klasyfikacja końcowa łącznie z odwadnianiem produktów wzbogacania	10.758.266
6	Operacje pomocnicze i kontrolne, łącznie z robocizną kierownictwa zakładu przerobczego	25.955.520
7	Pompowanie	3.660.802
R a z e m:		66.470.470

$$E_{j.p.p} = \frac{K}{P} = \frac{66\ 470\ 470}{3\ 000\ 000} = 22,156 \text{ zł/t}$$

około 22,156 zł/t nadawy.

Chcąc sprawdzić prawidłowość obliczeń tego wskaźnika dla całego zakładu, trzeba sumować wartości poszczególnych wskaźników jednostkowych kosztów ruchowych kolejnych operacji analizowanych w tej pracy, a więc

$$E = 1,555 + 0,786 + 2,549 + 3,808 + 3,586 + 8,652 + 1,220 =$$

$$= 22,156 \text{ zł/t.}$$

Jest to - jak się wydaje na podstawie niektórych danych zaczerpniętych z literatury [10] - wielkość będąca przeciętną (średnią) dla zakładów przeróbki mechanicznej węgla o takim profilu technologicznym.

Ustalony powyżej wskaźnik został obliczony na podstawie faktycznych danych dotyczących poszczególnych grup kosztów, które uzyskano bezpośrednio w kopalniach, zjednoczeniach węglowych, a także w GBSiPZPMW "SEPARATOR". W ten sposób stopniowo ustalano całkowity nakład, wyceniając poszczególne maszyny, urządzenia i obiekty.

Być może, że nie każdy czytelnik, np. projektant, zaprobuję przyjęty tu system analizy, dopatrując się w nim możliwości wystąpienia pewnych nieścisłości (np. niedokładne księgowanie itp.), tym bardziej że GBSiPZPMW "SEPARATOR" przygotował ogólne wytyczne do projektowania zakładów przeróbki mechanicznej, oparte na pewnych wskaźnikach opracowanych przez projektantów.

Nie negując wartości i praktycznej użyteczności tego rodzaju wytycznych, trzeba zaznaczyć, że mogą one zawierać pewne dodatkowe rezerwy projektowe, co jest rzeczą zrozumiałą, jeśli weźmie się pod uwagę system projektowania oraz oceny projektów, jak i fakt, że ceny stale rosną.

Z kolei pracownicy Instytutu, a więc autorzy niniejszego opracowania, nie mogą przyjmować według własnych kryteriów wskaźników techniczno-ekonomicznych nakładów finansowych, ponieważ Instytut nie jest biurem projektów i nie ma w tym zakresie odpowiednich doświadczeń, a realizacja pewnych projektów, na ogół wycinkowych, należy raczej do rzadkich.

Dlatego też byliśmy zmuszeni oprzeć się na otrzymanych materiałach lub korzystać - w wyniku ich braku - z bezpośrednich konsultacji i to głównie w Biurze Studiów i Projektów "SEPARATOR".

Celem porównania określono szacunkowo w BSiP "SEPARATOR" rząd kwoty inwestycyjnej budowy zakładu przeróbki mechanicznej węgla na powierzchni o wydajności i w układzie technologicznym, jak to zaproponowano w tej pracy - w oparciu o wytyczne BSiP SEPARATOR [1]. Okazało się, że otrzymane wielkości były niemal identyczne, co wskazuje na ogólną prawidłowość nakładu i wskaźnika jednostkowych kosztów przeróbki.

Pewne nieścisłości mogące wystąpić - zdaniem autorów - w poszczególnych kwotach, przypisanych odpowiednim urządzeniom (niedokładność źródeł informacji, fluktuacja cen), nie powinny rzutować w sposób zasadniczy na całość obliczeń, których celem było znalezienie wskaźnika jednostkowych kosztów przeróbki.

Podobne zastrzeżenia można także odnieść do następnych punktów opracowania o zbliżonym charakterze metodycznym.

W końcu należy wspomnieć, że dobór rodzajów maszyn dla niektórych operacji technologicznych odbiega od tradycyjnego i typowego; nie negując konieczności wymiany pewnych maszyn na bardziej sprawne lub bardziej stosowne, autorzy różnicując celowo ich dobór, chcieli zawrzeć w pracy maksimum informacji, dotyczących cen i typów urządzeń możliwych do stosowania.

4.10. Zakład przeróbki mechanicznej węgla pod ziemią

4.10.1. Przygotowanie wyrobisk pod ziemią

Analizując problem przygotowania wyrobisk pod ziemią do umieszczenia w nim zakładu przeróbki mechanicznej, należy pamiętać o możliwości wykorzystania istniejących już starych wyrobisk.

Ponieważ w pracy celowo nie uwzględniono tej ewentualności, aby otrzymać możliwie maksymalny koszt takiej inwestycji w podziemiach, omówienie zagadnienia przygotowania poeksploatacyjnych wyrobisk należy uznać za nie w pełni obiektywne, gdyż w praktyce na pewno można by stare wyrobiska w części zaadoptować.

Przybliżone szacunkowe koszty przygotowania wyrobisk na potrzeby zakładu przerobczego pod ziemią obliczono dla propozycji projektowej, opierając się na uzyskanych danych dotyczących ogólnych kosztów eksploatacji [17, 18, 19].

Na rysunku - planie 1B przedstawiono układ komór (wyrobisk), przeznaczonych dla poszczególnych maszyn i urządzeń, co zaznaczono na planie (A, B, C ... itd.). Gabaryty tych komór oraz powierzchnię, która musi być pokryta obmurówką, ujęto w kolejnych tablicach 38 i 39.

Tablica 38

Zestaw wymiarów poszczególnych komór z uwzględnieniem objętości, dla zakładu przerobczego pod ziemią

Lp.	Komora	Wymiar			Objętość m ³
		szerokość m	długość m	wysokość m	
1	2	3	4	5	6
1	A	10	30	7	2.100
2	B	12	40	7	3.360
3	C	12	30	7	2.520
4	D	16,5	52	7	6.006
5	E	10	30	10	3.000
6	F	12	23	7	1.932
7	G	12	23	7	1.932
8	H	12	32	7	2.688
9	I	12	32	7	2.688
10	J	10	16	7	1.120
11	K	23	100	9	20.700
12	R ₁	5	112,5	7	3.937,5
13	R ₂	5	10	10	500
14	R ₃	5	38	9	1.710
Razem:					54.193,5

W tablicy 38 podano objętość wszystkich komór, która wynosi około 54 193,5 m³. Koszt wybiierki 1 m³ wyrobiska jest bardzo różny, a średnio, zbliżając się do górnej granicy, wynosi około 600 zł/m³; mnożąc tę kwotę przez 54 193,5 m³, otrzymamy koszt wybiierki całości wyrobisk równy około 32 516 100 zł.

Tablica 39 zawiera dane dotyczące powierzchni całkowitej, którą trzeba obmurować warstwą o założonej grubości 30 cm. I tak pole powierzchni całkowitej wyrobisk wyniesie około 21 063 m², przy czym jeśli przyjmiemy, że 1 m² obmurówki [17] w warstwie 30 cm kosztuje 525 zł, to otrzymujemy całkowity koszt obmurowy równy około 11 058 075 zł.

Zestaw wymiarów poszczególnych komór
z uwzględnieniem ich powierzchni całkowitych
dla zakładu przerobczego pod ziemią

Lp.	Komora	Powierzchnia całkowita	
		pow. stropu i spągu m ²	pow. boczna m ²
1	2	3	4
1	A	600	420
2	B	960	560
3	C	720	420
4	D	1.716	728
5	E	600	600
6	F	522	322
7	G	522	322
8	H	768	448
9	I	768	448
10	J	320	224
11	K	4.600	1.800
12	R ₁	1.605	1.100
13	R ₂		
14	R ₃		
		13.761	7.302
= 21.063			

Koszt jednostkowy obmurówki (około 525 zł/m²) jest tu średnią arytmetyczną kosztu obmurówki betonitowej, betonowej i żelbetowej, obliczoną z następujących danych [17]:

Rodzaj obmurówki	Łupek	Piaskowiec	Grubość (m)
Betonit	550 zł	705 zł	0,38 m
Beton	370 zł	445 zł	0,30 m
Żelbet	470 zł	610 zł	0,30 m

Równocześnie należy zaznaczyć, że w zależności od warunków geologicznych i głębokości, grubość obmurówki może wzrosnąć - jak sugerują specjaliści z zakresu budownictwa podziemnego - do około 0,5 m, co oczywiście spowoduje pewien wzrost nakładów inwestycyjnych. Grubość obmurówki jest determinowana także rodzajem obmurówki (betonit, beton, żelbet, itp.).

Koszty transportu w podziemia kopalni materiału surowego (cegła, cement, piasek) niezbędnego do obmurówki o objętości 6318,9 m³ otrzymamy po pomnożeniu tej objętości przez ciężar właściwy obmurówki, wynoszący około

1,891 t/m³ [20] oraz przez wskaźnik kosztów jednostkowych transportu w pionie, równy około 13,5 zł/t.

$$6318,9 \text{ m}^3 \times 1,891 \text{ t/m}^3 \times 13,5 \text{ zł/t} = 161\ 311 \text{ zł}$$

Suma kosztów: wybiierki, obmurowy i transportu daje nam wielkość nakładów, jakie trzeba przeznaczyć na przygotowanie wyrobisk do budowy zakładu przeróbki mechanicznej pod ziemią. Zgodnie z podstawową metodą studium (patrz podrozdział 4.1) obliczamy:

$$I_w + I_{db} + I_{db}$$

$$32\ 516\ 000 + 11\ 058\ 075 + 161\ 311 = 43\ 735\ 466 \text{ zł,}$$

zatem suma ta wynosi około 43,7 mln zł, czyli jest sumą znaczną.

Według ocen szacunkowych niektórych specjalistów zajmujących się problemami drażenia wyrobisk, którzy opierając je tylko i wyłącznie na intuicji i praktyce zawodowej, kwota ta powinna być większa (nawet o 100%). Inni zaś sugerują, że obliczona wartość, tzn. około 43,7 mln zł, jest właśnie zbliżona do realiów.

Trudno w tej sytuacji autorytatywnie ustalić, czy sugestie zmierzające do zawyżenia tej kwoty są słuszne i w jakim stopniu, a to głównie dlatego, że dotychczas w górnictwie węglowym nie budowano takich wyrobisk i w tej ilości.

Ewentualnym miernikiem porównawczym może być koszt inwestycyjny podszymbia, np. wyceniony na podstawie danych kopalni "Śląsk" na około 12 mln zł. Stosowano tam obudowę murową, specjalnie wzmocnianą, o grubości 0,6 m a więc dwukrotnie grubszą od obudowy komór zakładu przeróbki mechanicznej będącego przedmiotem analizy niniejszej pracy, a to ze względu na bezpośrednie sąsiedztwo szybu, czyli konieczność absolutnie pewnych zabezpieczeń.

Ponadto przyjęte koszty wybiierki rzędu 600 zł/m³ są zbliżone do górnej granicy tego kosztu jednostkowego, a tym samym oznaczają w pewnym stopniu zawyżenie kosztów. Gdyby więc założyć, że przybliżona analiza ekonomiczna budowy wyrobisk dla zakładu przeróbki mechanicznej pod ziemią nie uwzględniła jakiejś grupy kosztów (np. dlatego, że wielkość przyjętych wskaźników ich nie pokrywa), to z drugiej strony można przypuszczać z dużym prawdopodobieństwem, że część wyrobisk ze względu na skały towarzyszące nie będzie wymagała obudowy murowej, wysokość ich będzie - być może - niższa (dotyczy to już projektu szczegółowego konkretnego zakładu, np. w przypadku kolumny filtracyjnej mogą wystarczyć tzw. szybiki, a cała komora filtrów będzie z n a c z n i e mniejsza itp.), a więc i mniejsze koszty, co z kolei sprowadzić może sumę tych kosztów właśnie do ok. 43,7 mln zł jako pewien koszt przeciętny.

Usiłując zweryfikować kwotę 43,7 mln zł potrzebną na budowę komór dla podziemnej części zakładu przeróbki mechanicznej węgla, można obliczyć te nakłady w przybliżeniu, korzystając z pracy H. Przybyły [19], w której m.in. podano, że koszt postępu 1 mb przodka w chodniku kamiennie-węglowym (najczęstsze drażenia) wynosi około 2 858 zł. Analizując przekroje komór (patrz tablica 38) zauważamy, że pędzenie komór o tych przekrojach będzie musiało odbywać się prawdopodobnie dwukrotnie, a najczęściej nawet trzykrotnie. Wiedząc, że długość tych wyrobisk (metrów bieżących) wynosi około 568,5 m i przyjmując krotność ich pędzenia, np. 2,7 raza, po wymnożeniu otrzymamy:

$$568,5 \text{ m} \times 2 \text{ 858 zł/m} \times 2,7 = 43 \text{ 868 871 zł}$$

sumę około 43,8 mln zł, a więc równoważną sumie obliczonej w tej pracy przy założeniu wielkości wskaźnika wybiórki $1 \text{ m}^3 = 600 \text{ zł}$, obmurówki $1 \text{ m}^2 = 525 \text{ zł}$ i transportu pionowego 1 t materiału = 13,5 zł.

Koszt jednostkowy postępu przodka o 1 m wynoszący 2 858 zł został określony w pracy H. Przybyły [15] dla wyrobiska o przekroju poprzecznym w granicach około 16 m^2 . Średni przekrój poprzeczny wyrobisk przygotowywanych jako analizowanego w niniejszej pracy zakładu przeróbki mechanicznej węgla jest znaczny i wynosi około $11,17 \text{ m} \times 7,7 \text{ m} = 86,009 \text{ m}^2$. Gdyby zatem ściśle porównać tę wartość przekroju z przekrojem wyrobiska o koszcie postępu 1 m = 2 858 zł, wówczas należałoby komory przeznaczone dla zakładu przeróbki mechanicznej węgla przygotowywać pędzeniem około pięcio-, czterekrotnym. Całkowity koszt przygotowania wyrobisk kształtowałyby się wówczas następująco:

$$568,5 \text{ m} \times 2 \text{ 858 zł/m} \times 5,4 = 87 \text{ 737 742 zł},$$

czyli w granicach około 87 737 mln zł, a więc byłby większy o około 100% od kosztu ustalonego w pracy.

Takie szacowanie kosztów pędzenia wyrobisk jest jednak przesadne, gdyż postęp techniczny, racjonalizacja i unowocześnianie technologii eksploatacji górniczej powinny umożliwić otrzymanie niezbędnych przekrojów wyrobisk przez co najwyżej trzykrotne pędzenie, a więc nakłady inwestycyjne osiągałyby kwotę ustaloną w tej pracy, tzn. około 43,7 mln zł.

Ponadto trzeba zwrócić uwagę na fakt, że przeciętna szerokość wyrobisk wyznaczona tu na podstawie danych zawartych w tablicy 38 (około 11 m) jest trochę sztucznie zawyżona, w wyniku zaproponowania wyrobiska dla osadników (tablica 38 - komora K) o szerokości aż 23 m oraz założenia przewidującego w miarę wierne odtworzenie warunków pracy powierzchniowego zakładu przeróbki mechanicznej na dole. Można od razu przyjąć, że wyrobisko to w praktycznym rozwiązaniu będzie na pewno węższe i ewentualnie dłuższe, a w

przypadku braku urządzeń mechanicznych eksploatujących węgiel będą to stare zroby.

Gdyby specjaliści z zakresu eksploatacji i budownictwa podziemnego zgodnie orzekli, przedstawiając udokumentowane dane, że kwota około 43,7 mln zł potrzebna na przygotowanie wyrobisk podziemnych dla zakładu przeróbki mechanicznej umieszczonego pod ziemią - jak to pokazano na planie - rys. 1B - jest zaniżona, a jednocześnie podali wielkości tej kwoty, to wówczas można przeliczyć według stosowanej w tym opracowaniu metodyki jeszcze raz rachunek kalkulatorywności z określeniem funkcyjnym w formie równania kryterium opłacalności takiej inwestycji.

Jednakże, aby móc w ogóle dyskutować o opłacalności budowy zakładu przeróbki mechanicznej węgla pod ziemią, kwota potrzebna na przygotowanie wyrobisk nie powinna przekraczać - zdaniem autorów niniejszej pracy - około 100 mln złotych, mając na uwadze realne w praktyce wielkości interpretowanych zmiennych niezależnych, tzn. głębokości szybu H , wychodu odpadów węgla surowym δ_0 oraz pojemności koniecznych J_0 przygotowania podziemnych wyrobisk V .

Ponieważ - jak już wspomniano - wielu specjalistów z zakresu eksploatacji i budownictwa podziemnego, z którymi konsultowano te problemy, opowiada się za podwojeniem sumy około 43,7 mln, a wielkość podwojoną (tzn. około 90 mln zł), można także zweryfikować opierając się na katalogach Głównego Biura Studiów i Projektów Górniczych podających koszty inwestycyjne wyrobisk podziemnych [21, 22], a także na doświadczeniach zdobytych w trakcie budowy podziemnej elektrowni w Żarkach, postanowiono wykonać w drugim wariancie odrębną analizę opłacalności takiej inwestycji przy założeniu, że wyrobiska podziemne przeznaczone dla zakładu przeróbki mechanicznej, jak to pokazano na planie rys. 1B, kosztują a priori 100 000 000 zł.

Dla porównania warto podać przykładowo, że jedno z wyrobisk podziemnej elektrowni Żarki o pojemności $V = 23\ 800\ m^3$ i przekroju poprzecznym $37\ m^2$ kosztowało około 26,41 mln zł, zaś inne o pojemności $V = 25\ 695\ m^3$ i przekroju poprzecznym $36\ m^2$ - około 46,03 mln zł; różnice te są więc znaczne [22].

Uściślając jeszcze bardziej taką analizę, można by uwzględnić ewentualnie straty wynikłe z zamrożenia pewnej części pokładów w obrębie komór, co musiałyby być odniesione już do konkretnego przykładu projektowego (danych warunków geologicznych).

4.10.2. R o z d z i a ł t e c h n o l o g i i p r o c e s u p r z e r ó b k i m e c h a n i c z n e j w ę g l a n a c z ę ś ć p o d z i e m n ą i n a z i e m n ą

Zestawienie kosztów inwestycyjnych wynikających z pozostawienia marżyn klasyfikacji końcowej i załadunku oraz części budowlanej na powierzchni $(I'_{pM} + I'_{pb})$ ujęto w tablicy 40. Z zawartych w niej danych wynika, że

Zestawienie kosztów inwestycyjnych
 wynikających z pozostawienia maszyn klasyfikacji końcowej
 i zakładunku wraz z częścią budowlaną na powierzchni ($I_{pm} + I_{pb}$)

Lp.	Operacja	Maszyna (urządzenie)	Nakłady całkowite zł
1	2	3	4
1	Zbiorniki produktów wzbogacania - 5 szt.	Zbiorniki	7.187.500
2	Klasyfikacja końcowa	Przesiewacz CDR (1 szt.)	292.272
3		Przesiewacz Dissel-Suski (1 szt.)	244.021
4		Przesiewacz Caroppa (1 szt.)	584.570
5		Przenośniki taśmowe (300 m)	924.000
6		Rynny, zsuwnie	55.000
7		Zbiorniki sortymentów - 2,5 tys. m ³	24.500.000
8		Koszty ogólnobudowlane	10.000.000
9		Zakładunek	Wagi wagonowe
10	Dyspozytornia (mała) - klasyf. końcowa i zakład.		3.000.000
11	Stacja kopalniana		74.127.000
12	Koszty ogólnobudowlane		10.000.000
13	Kontrola procesu	Laboratorium K.T.	364.000
14		Laboratorium Analityczne	8.219.000
15	Instalacje	Łączna, oświetlenie, wodociągi, WC, itp.	2.500.000
R a z e m:			143.738.363

część ta odpowiada budynkowi tzw. sortowni (bez stołów przebiegających), przy czym uwzględniono tu odpowiednie zbiorniki zapasowe na produkty wzbogacania, a więc urobek już częściowo rozdzielony na klasy ziarnowe. Dzięki temu klasyfikacja wstępna ma dużą możliwość regulacji dozowania węgla na klasyfikację końcową. Zaplanowano także mniejszą dyspozytornię. Całkowite koszty tej części inwestycji są znaczne (około 143 mln zł) a to głównie dlatego, że obejmują również budowę stacji kopalnianej i laboratoriów.

Wykaz kosztów inwestycyjnych maszyn i urządzeń przerobczych instalowanych na dole (I_{dm}) przedstawiono w tablicy 41. Koszty montażu tych maszyn pod ziemią są wyższe, dlatego też przyjęto, że stanowią one 21% wartości urządzenia. Całkowita suma tych nakładów wynosi 71,7 mln złotych.

Zestawienie kosztów inwestycyjnych maszyn i urządzeń przerobowych instalowanych na dole IJM

Lp.	Operacja	Maszyna (urządzenie)	Zakup	montaż zakup. 0,21	Koszty całkowite
1	2	3	4	5	6
1	Klasyfikacja wstępna	Zbiorniki wyrównawcze	2.000.000	-	2.000.000
2		Przesiewacze Caroppa 3 szt.	1.496.100	314.181	1.810.281
3		Przesiewacze CDR-84 2 szt.	531.404	111.594	642.998
4		Przenośniki taśmowe 300 m	840.000	176.400	1.016.400
5		Rywny, szuwnie 50 m	50.000	10.500	60.500
6	Rozdrabnianie (obiekt kruszar- ni)	Przesiewacze CDR-84 2 szt.	531.404	111.594	642.998
7		Kruszarki wałc.-kół. 2 szt.	560.000	117.600	677.600
8		Przenośniki taśmowe 37 m	152.756	32.078	184.834
9		Rywny, szuwnie	50.000	10.500	60.500
10	Wzbogacanie	Disey z armaturą 2 szt.	984.360	206.715	1.191.075
11		Osadniki bezżłokowa zarn. 1 szt.	569.780	119.653	689.433
12		Rekuperator z armaturą 1 szt.	764.000	160.440	924.440
13		Młyn kulowy 1 szt.	80.000	16.800	96.800
14		Zbiorniki o.c. 3 szt.	60.000	12.600	72.600
15		Instalacja (cały zakład)	18.000	3.780	21.780
16	Odwadnianie pro- duktów wzbogacania	Sito odwadniające OSO 1 szt.	124.310	26.105	150.415
17		Wirówka HAEI 1 szt.	331.800	69.678	401.478
18		Przesiewacze WP 5 szt.	1.265.000	265.650	1.530.651
19	Odwadnianie zawie- sin	Raspie klasyfikacyjne 1 szt.	216.745	45.516	262.261
20		Odmulniki promieniowe D = 12,5 3 szt.	3.255.830	683.724	3.939.554
21		Przesiewacze wibracyjne CJM 4 szt.	430.472	90.399	520.871
22		Stożek segregacyjny	136.772	28.722	165.494
23		Filtr próżniowy FI-BG 4 szt.	1.601.552	336.325	1.937.877
24		Osadniki	22.318.181	468.681	22.786.862
25		Spychacz (Masur) 2 szt.	633.621	133.060	766.681
26		Koparki (spyocho-żadow.) 3 szt.	1.317.000	276.570	1.593.570
27		Zbiorniki wody obieg. - 15 m ³ 2 szt.	246.697	51.806	298.503
28		Raspie wody sklarowanej	260.909	54.790	315.699
29	Mieszalnik flokulanta	266.113	55.883	321.996	
30	Pozostałe koszty	10.000.000	2.100.000	12.100.000	
31	inw.	Zbiorniki prod. wzbogac. 2 szt.	10.000.000	2.100.000	12.100.000
32	Transport zawiesin	Pompy, rurociągi, armatura	-	-	2.514.254
R a z e m i:			61.092.806	8.191.344	71.798.404

Zestawienie kosztów inwestycyjnych
wynikających z konieczności transportowania maszyn i urządzeń
w podziemia kopalni I_d.T.M

Lp.	Operacja	Maszyna (urządzenia)	Tonaż ton	Sztuk	Tonaż całkowity ton
1	2	3	4	5	6
1	Klasyfikacja wstępna	Zbiorniki wyr.	250,0		250,0
2		Przesiewacze Caroppa	3,2	3	9,6
3		Przenośniki taśmowe	37,5	300 m	37,5
4		Przesiewacze CDR-84	16,0	2	32,0
5		Rynny, zsuwnie	5,5		5,5
6	Rozdrabianie	Przesiewacze CDR-84	16,0	2	32,0
7		Kruszarka walcowo-kłowa	5,0	2	10,0
8		Przenośniki taśmowe	4,5	37 m	4,5
9		Rynny, zsuwnie	5,0		5,0
10	Wzbogacanie	Disz z armaturą	6,0	2	12,0
11		Osadzarka bezłz. z armat.	16,0	1	16,0
12		Rekuperator	0,5	1	0,5
13		Młyn kulowy	1,5	1	1,5
14		Instalacja (ogólna)	5,0	-	5,0
15	Odwadnianie produktów wzbogacania	Sito OSO	2,0	1	2,0
16		Wirówka MAEL	7,0	1	7,0
17		Przesiewacze WP	3,5	5	17,5
18	Odwadnianie zawiesin	Rząpie klasyfikacyjne	80,0	1	80,0
19		Przesiewacz wibr. CJM	6,0	4	24,0
20		Odmulniki promieniowe \emptyset 12,5 m	116,0	3	348,0
21		Stożek zagęszcz.	5,0	1	5,0
22		Filtr próżn. FT-BG	5,0	4	20,0
23		Osadniki ok. 1500 m	1475,0	-	1475,0
24		Spychacz	6,5	2	13,0
25		Koparka	6,0	3	18,0
26		Zbiornik wody obieg. $v=15 \text{ m}^3$	20,0	1	20,0
27		Rząpie wody sklarowanej	20,0	1	20,0
28	Mieszalnik flokul.	3,0	1	3,0	
29	Zbiornik awar. pod ziemią	Zbiorniki prod. wzbog. (żelbet., cegła)	125,0	8	1000,0
30	Dyspozytornia, sztygarka		250,0	1	250,0
31	Transport	Pompy, rurociągi, armatura	111,0		111,0
R a z e m :					3834,6

Asekuracja: $517,671 \times 1,4 = 724.739 \text{ zł.}$

Koszty inwestycyjne związane z koniecznością transportowania maszyn i urządzeń w podziemia kopalni (I_{dTM}) zestawiono w tablicy 42. Obliczono je mnożąc sumę tonażu poszczególnych maszyn przez koszt jednostkowy transportu pionowego, po czym otrzymana wielkość zawyżono o 40% ze względu na brak możliwości całkowitego wypełnienia naczynia wydobywczego częściami maszyn, co zwiększy krotność pełnych cykli transportowych w pionie. Koszty te stanowią kwotę około 0,72 mln zł, a więc są stosunkowo niewielkie w porównaniu z innymi grupami kosztów.

Zbiorcze zestawienie funduszy przewidzianych na całą inwestycję zakładu przerobczego, w którym większość procesów technologicznych przebiega pod ziemią, zawiera tablica 43.

Zgodnie z przyjętą metodyką badań (patrz podrozdział 4.1) wielkość tych kosztów^{x)} jest sumą:

$$I_d = I'_{pM} + I'_{pb} + I_{dM} + I_{dTM} + I_w + I_{db} + I_{dTb}$$

a więc wynosi

$$I_d = 259\,996\,892 \text{ zł łącznie ze stacją kopalnianą.}$$

Koszt ten jest większy od kosztu podobnego zakładu przeróbki mechanicznej węgla na powierzchni (porównaj tablica 36 i 43)

$$I_d > I_p$$

$$259\,996\,892 \text{ zł} > 216\,252\,678 \text{ zł}$$

czyli jest większy o

$$\Delta J = I_d - I_p = 43\,744\,214 \text{ zł.}$$

Wielkości poszczególnych grup kosztów ruchowych zakładu przeróbki mechanicznej, w którym większość procesów technologicznych odbywa się pod ziemią, podano w tablicy 44.

Robociznę zawyżono o 40% w stosunku do robocizny zatrudnionych w zakładzie przeróbki mechanicznej na powierzchni, traktując pracowników przeróbki mechanicznej jako pracowników dołowych. Wydatki na energię sumaryczną zwiększono o 10% ze względu na konieczność lepszego oświetlenia komór podziemnych zakładu przerobczego. Koszty materiałowe i remontów bieżących oraz średnich pozostawiono bez zmian. Zawyżono natomiast sumaryczne koszty ewentualnych remontów kapitalnych także o 10%, gdyż remonty te mogą być

^{x)} Kwota ta nie obejmuje wykonawstwa projektu i tzw. nadzoru inwestycyjnego.

Zbiornicze zestawienie nakładów dla zakładu przeróbki mechanicznej
budowanego w podziemiach kopalni
z pozostawieniem klasyfikacji końcowej na powierzchni

Lp.	Grupa kosztów	Nakład (zł)	Uwagi
1	2	3	4
1	Koszt inwestycyjny maszyn i urządzeń, budowli i instalacji pozostających na powierzchni; $I_{pM} + I_{pb}$ (patrz tabl. 40)	143.738.363	Łącznie ze stacją kopalnianą ok. 74 mln zł (tabl. 40)
2	Koszt inwestycyjny maszyn i urządzeń przerobczych instalowanych na dole; I_{dM} (patrz tabl. 41)	71.798.404	
3	Koszt inwestycyjny wynikający z konieczności transportowania maszyn i urządzeń w dół; I_{dTm} (patrz tabl. 42)	724.739	Obliczono po 13,5 zł/tonę x 1,4 jako zabezpieczenie ze względu na brak wypełn. naczyń wydobywczych
4	Koszt inwestycyjny eksploatacji (wybierki) wyrobisk pod ziemią; I_w (patrz rozdz. 4.10.1)	32.516.000	
5	Koszt inwestycyjny ogólnobudowlany wynikający z konieczności obmurowania komór; I_{db} (patrz rozdz. 4.10.1)	11.058.075	Ogólny koszt komór $I_k = 43.735.486$ zł
6	Koszt inwestycyjny wynikający z konieczności transportowania budulca w dół $I_{dT.b}$ (patrz rozdz. 4.10.1)	161.311	
S u m a :			
$I_d = I'_{pM} + I'_{pb} + I_{dM} + I_{dTm} + I_k + I_{db} + I_{dTb}$			
(patrz rozdział 4.1)		259.996.892 zł	

Zestawienie wielkości poszczególnych grup kosztów ruchomych dla zakładu przeróbki mechanicznej budowanego pod ziemią

Lp.	Operacja (czynności)	3	4	5	6	7	8
		Robocizna zł/rok	Energia zł/rok	Konserwacja Materiały zł/rok	Remonty bież. i śred. zł/rok	Remonty kapitał. zł/rok	Amorty- zacja zł/rok
1	2						
1	Klasyfikacja wstępna (patrz tabl. 12)	730.649	262.548	630.000	840.000	210.000	
2	Rozdrabianie (patrz tabl. 16)	730.649	337.780	360.000	720.000	180.000	
3	Wzbogacanie (patrz tabl. 18)	522.480	172.462	57.600	1.345.193	240.000	
4	Odsiednianie zawieszin (patrz tabl. 20)	1.516.704	368.920	2.500.138	580.000	-	43.332.810
5	Pompowanie - transport zawieszin (patrz tabl. 35)	957.600	1.934.115	165.900	502.850	-	
6	Pozostałe czynności	9.512.950	500.000	500.000	1.338.892	305.064	
7	Klasyfikacja końcowa i odwołanie produktów wzbogac. (patrz tabl. 29)	730.065	706.860	1.170.000	1.560.000	390.000	
8	Poszczególne sumy	14.701.097	4.282.685	5.383.638	6.886.935	1.325.064	
			x 1,1 = 4.710.954			x 1,1 = 1.457.570	
R a z e m i:		76.473.004 zł/rok					

U w a g a: 1) Robocizną zawyżono o rząd 40% traktując wszystkich pracowników przeróbki mechanicznej jak pracowników dołowych.

2) Sumaryczny koszt energii zawyżono o 10%, gdyż oświetlenie zakładu pod ziemią musi być intensywniejsze (brak światła dziennego).

3) Remonty kapitałowe zawyżono o 10%, gdyż częściowo mogą być wykonywane przez brygady sposo ko-palni, które muszą zjechać w podziemia, co podraża usługę.

częściowo wykonywane przez brygady pracownicze spoza kopalni, co podroży usługę pod ziemią. Koszt amortyzacji obliczono zgodnie z zasadą zwrotu całkowitych nakładów po 6 latach pracy zakładu, a więc jako 1/6 całkowitych nakładów inwestycyjnych. Jest to znaczna suma - zdecydowanie większa od kwot pozostałych rodzajów kosztów ruchowych.

Łączne koszty ruchowe w takim zakładzie wynoszą około 76,4 mln zł na rok.

Wskaźnik jednostkowych kosztów ruchowych zakładu przeróbki mechanicznej węgla, pracującego w większości pod ziemią, wynosi

$$E_{jpd} = \frac{K}{P} = \frac{76\,473\,004 \text{ zł/rok}}{3\,000\,000 \text{ t/rok}} = 25,491 \text{ zł/t}$$

Wskaźnik ten jest większy od tego samego wskaźnika obliczonego dla prawie identycznego zakładu na powierzchni o:

$$\Delta E_{jp} = E_{jpd} - E_{jpp} = 25,491 - 22,156 = 3,335 \text{ zł/ton,}$$

co daje przyrost kosztów przeróbki z tytułu prowadzenia większości procesów pod ziemią:

$$\begin{aligned} Z_s &= \Delta E_{jp} \cdot P = 3,335 \text{ zł/t} \times 3\,000\,000 \text{ t/rok} = \\ &= 10\,005\,000 \text{ zł/rok} \end{aligned}$$

Ponieważ w przypadku podziemnego wzbogacania węgla nie zachodzi konieczność składowania^{x)} odpadów na powierzchni [31, 32, 37], zaoszczędzimy, licząc po stawce minimalnej (4 zł/t materiału składowanego), tzn. w bezpośrednim sąsiedztwie zakładu przerobczego, sumę około 2,4 mln zł, co wynika z obliczenia:

$$2\,000 \text{ t/dobę} \times 300 \text{ dób/rok} \times 4 \text{ zł/t} = 2\,400\,000 \text{ zł/rok}$$

Również nietransportowanie odpadów w pionie daje oszczędność około 9 734 440 zł/rok (patrz podrozdział 3.4). Uwzględniając te dane, podstawową wielkość poszukiwaną dla w ten sposób prowadzonej analizy, którą określono pojęciem opłacalności-rekompensaty-kalkulatywności, można obliczyć z następującego wzoru (patrz podrozdział 4.1):

^{x)} Koszty składowania są bardzo różne i dochodzą nawet do 30 zł/t w zależności od odległości zakładu przerobczego od hałdy (składowiska) [37].

$$\Delta Z = (Z_1 + Z_2) - Z_B$$

$$\Delta Z = (2\,400\,000 + 9\,734\,440) - 10\,005\,000 = 2\,129\,440 \text{ zł/rok}$$

Z równania tego wynika, że oszczędności wynoszą około^{x)} 2,129 mln zł.

Wielkość ta została obliczona dla przyjętych w pracy danych, które zawarto w dużym zbiorze omówionych tablic, przy czym ma ona wartość dodatnią, a więc wykazuje opłacalność zbudowania takiej inwestycji.

Podobne obliczenia można przeprowadzić - zgodnie z zastosowaną metodą badań (patrz podrozdział 4.1) - dla drugiego wariantu założenia a więc przyjmując, że kwota potrzebna na przygotowanie komór do procesu wzbogacania wyraża się wzorem:

$$I_k = I_w + I_{db} + I_{dTb} = 100\,000\,000 \text{ zł.}$$

Całkowita wielkość nakładów inwestycyjnych przeróbki mechanicznej jest wówczas obliczana z równania:

$$I_d = I_k + I_{pM}^f + I_{pb}^f + I_{dTm} + I_{dM} = 316\,261\,406 \text{ zł.}$$

Wraz ze zmianą amortyzacji, której koszt osiągnie wartość około 52 710 234 zł/rok, zmieni się także koszt ruchowy K, a zatem i wskaźnik jednostkowych kosztów ruchowych przeróbki pod ziemią (E_{jpd})

$$E_{jpd} = \frac{K}{P} = \frac{85\,850\,428}{3\,000\,000} = 28,60 \text{ zł/t}$$

Przyrost kosztów jednostkowych przeróbki na dole w stosunku do tychże kosztów wzbogacania na powierzchni ΔE_{jp} wyniesie

$$\Delta E_{pj} = E_{jpd} - E_{jpp} = 28,600 - 22\,156 = 6\,444 \text{ zł/t}$$

Roczny przyrost kosztów przeróbki na dole w porównaniu z takim przyrostem wzbogacania na powierzchni będzie więc równy

$$Z_B = \Delta E_{pj} \times P = 6,444 \times 3\,000\,000 = 19\,332\,000 \text{ zł/rok}$$

^{x)} Uwaga - w kolejnym rozdziale 4.11 określając zależności empiryczne przyjęto ilość dni pracy zakładu przerobczego równą 360 db/rok, co w rezultacie daje wartość ΔZ równą ok. 2,6 mln złotych.

Wówczas ostatecznie analizowany w niniejszej pracy zakład przeróbki mechanicznej (na poziomie około $H \leq 840$ m i przy wychodzie odpadów $\phi_0 =$ = około 20% oraz wydajności dobowej brutto około 10 000 t) osiągnie tzw. rekompensatą (oszczędność lub strata)

$$\Delta Z = (Z_1 + Z_2) - Z_0 = (2\,400\,000 + 9\,734\,440) - 19\,332\,000 =$$
$$= - 7\,197\,560 \text{ zł/rok,}$$

wynoszącą około - 7,19 mln zł strat w ciągu roku w stosunku do analogicznej przeróbki węgla na powierzchni.

Na podstawie przytoczonych obliczeń i rozważań można stwierdzić, że nakłady finansowe potrzebne na przygotowanie komór (wyrobisk) dla maszyn i urządzeń przerobczych wywierają bardzo istotny wpływ na opłacalność podziemnej przeróbki węgla.

4.11. Opis i analiza wyników

Otrzymałą w tej pracy wartość oszczędności wynoszącej np. ponad 2 mln zł/rok (warian 1) należy rozpatrywać w kontekście całokształtu zagadnień dotyczących technicznych i ekonomicznych kryteriów budowy i eksploatacji takiej inwestycji.

Należy zauważyć, że w stosunku do wielkości nakładów inwestycyjnych oraz nawet do wielkości kosztów ruchomych nie jest to kwota znaczna i może nawet mieścić się w granicach błędu przeprowadzonej analizy. Niemniej jednak wskazuje ona, że budowa takiej inwestycji może być opłacalna. Ponadto w przypadku wykonania kompletnego projektu zakładu uwzględniającego określone dane i warunki sprzyjające powzięciu decyzji w sprawie takiej budowy, a dotyczące miejsca, rejonu, głębokości, typu zakładu, typu węgla itd., kalkulatywność tę można jeszcze podwyższyć.

W opracowaniu tym określano koszty związane z budową zakładu przeróbki mechanicznej węgla pod ziemią z tendencją zawyżającą.

Przykładowo wydaje się bardzo prawdopodobne, że np.:

- koszt osadników betonowych będzie mniejszy, gdyż duży udział mają w nim roboty ziemne, które tutaj będą kosztować mniej ze względu na zasadnicze już przygotowanie komory;
- istnieje duże prawdopodobieństwo zrezygnowania w ogóle z tych osadników zakładając możliwość przekształcenia w konkretnej kopalni starych robót w osadniki, przy czym przystosowanie ich stanowi niewielkie kwoty (zbudowanie tam na wlocie i wylocie wyrobiska);
- realne będzie rozpatrzenie i oddzielne przeanalizowanie możliwości budowy zakładu przeróbki mechanicznej węgla pod ziemią, który wzbogacałby jedynie klasy ziarnowe grube, zaś miały byćby zbywane jako sortymenty

niewzbogacone; takie rozwiązanie jest dla kopalń efektywniejsze, o ile tylko mają zapewniony zbyt miałów [33];

- powyższa koncepcja ma decydujące znaczenie dla wydatnego uproszczenia gospodarki mułami, a więc cały tzw. obieg wodno-mułowy, ponieważ i tak wiele zakładów przeróbki mechanicznej węgla energetycznego nie wzbogaca miałów;
- odmulniki promienicowe typu "Dorra" budowane pod ziemią (rys. 1B) jako jednostki o małych średnicach (12,5 m), można zastąpić równoważną baterią hydrocyklonów, co pozwoli na istotne zmniejszenie gabarytów komór, w których odmulniki są zabudowane, a to z kolei znacznie obniży koszty inwestycyjne zakładu.

Bardziej wnikliwa analiza problemu, głównie na podstawie zebranych w tabelach danych, nasuwa spostrzeżenia, że zasadnicza wielkość określana w tej pracy pojęciem "rekompensata zysku" ΔZ (tzw. zmienna zależna) jest przede wszystkim zależna od trzech czynników, tzw. zmiennych niezależnych a mianowicie od:

- x_1 - całkowitej pojemności obmurowanych podziemnych komór, przygotowywanych specjalnie dla zakładu przeróbki mechanicznej pod ziemią, V ,
- x_2 - wychodu odpadów w węglu surowym, ϕ_0 ,
- x_3 - głębokości szybu, H ,

a więc:

$$y = f(x_1, x_2, x_3)$$

lub za pomocą przyjętej symboliki:

$$\Delta Z = f(V, \phi_0, H).$$

W celu scharakteryzowania w postaci ogólnej funkcji rekompensaty, która może przyjmować wartości zarówno dodatnie (istnieje opłacalność), jak i ujemne (brak opłacalności), spróbujmy przeanalizować jej kolejne zmienne niezależne.

Wiadomo, że koszt przygotowania (wybierka i obmurówka) komór podziemnych specjalnie dla przeróbki mechanicznej o odpowiedniej objętości V jest znaczny. Dlatego też istotne znaczenie ma odpowiedź na pytania: Jak przedstawia się kalkulatorywność podziemnej inwestycji zakładu przeróbki mechanicznej (ΔZ), gdy na jej potrzeby trzeba będzie przygotować (specjalnie) wszystkie komory podziemne? Jaka jest opłacalność takiej inwestycji, gdy uda się wykorzystać na pomieszczenia zakładu przeróbki mechanicznej węgla część już istniejących wyrobisk podziemnych? Dla uproszczenia przyjęto, że nie będą one wymagały doinwestowania adaptacyjnego, co oczywiście nie jest zupełnie ścisłe.

Wyniki takich obliczeń dla szybu o głębokości $H = 840$ m i wychodzie odpadów w węglu surowym $\phi_0 = 20\%$ zamieszczono w tablicy 45, zmieniając

Zestawienie wyników obliczeń nad wpływem zmian ilości wyrobisk podziemnych - komór przygotowanych specjalnie dla technologii przerobczej na rekompensatę, tzn. oszczędność lub stratę, wynikającą z budowy zakładu przeróbki mechanicznej węgla pod ziemią

Lp.	Koszty komór podziemn. $I_k = I_w + I_{db} + I_{dtb}$ zł	Koszt inwest. całego zakładu zł	Amortyzacja zakładu	Ilość dni pracy zakładu	Ruchowy koszt przeróbki zł/rok	Jednostkowy ruchowy koszt przeróbki zł/t	Procent przyrost wyrobisk pod ziemią V, %	Jednostk. przyrost. kosztów przeróbki pod ziemią E _{jp} zł/t	Przyrost kosztów przerób. pod ziemią zł/rok	Rekompensata - oszczędność lub strata (opłacalność ΔZ zł/rok
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	43.735.486	259.996.892	43.332.810		76.473.004	25.491	100	3.335	10.005.000	2.602.200
2	28.865.420	245.126.926	40.854.480	300	73.994.674	24.665	66,6	2.509	7.527.000	5.080.200
3	14.432.710	230.694.216	38.449.030		71.589.224	23.863	33,3	1.707	5.121.000	7.486.200

U W A G A! Obliczenia wykonano przy założeniu $H = 840$ m = const.; $\phi_0 = 20\%$ = const. oraz inwestycji komór $I_k = 43,7$ mln zł.

przykładowo objętość całkowitą obmurowanych wyrobisk (V), przygotowanych specjalnie dla przeróbki mechanicznej (np. w 100%, w 66% i w 33%, przy czym wielkość 100% odpowiada w tej pracy wyrobiskom obmurowanym mającym około $54\ 193,5\ m^3$ oraz powierzchnię około $21\ 063\ m^2$ całkowicie obmurowaną warstwą o grubości około 30 cm).

Przebieg zmian tych zależności ukazano na wykresie rys. 12, który ilustruje, jak istotny wpływ na opłacalność budowy takiej inwestycji ma możliwość adaptacji do celów przeróbki już istniejących wyrobisk górniczych.

Taka zależność funkcyjna, jak na wykresie rys. 12, może być aproksymowana a priori funkcją prostej o postaci:

$$y_1 = - a_1 x_1 + b_1,$$

na której łatwo można wyznaczyć stałe wielkości równania a_1 oraz b_1 .

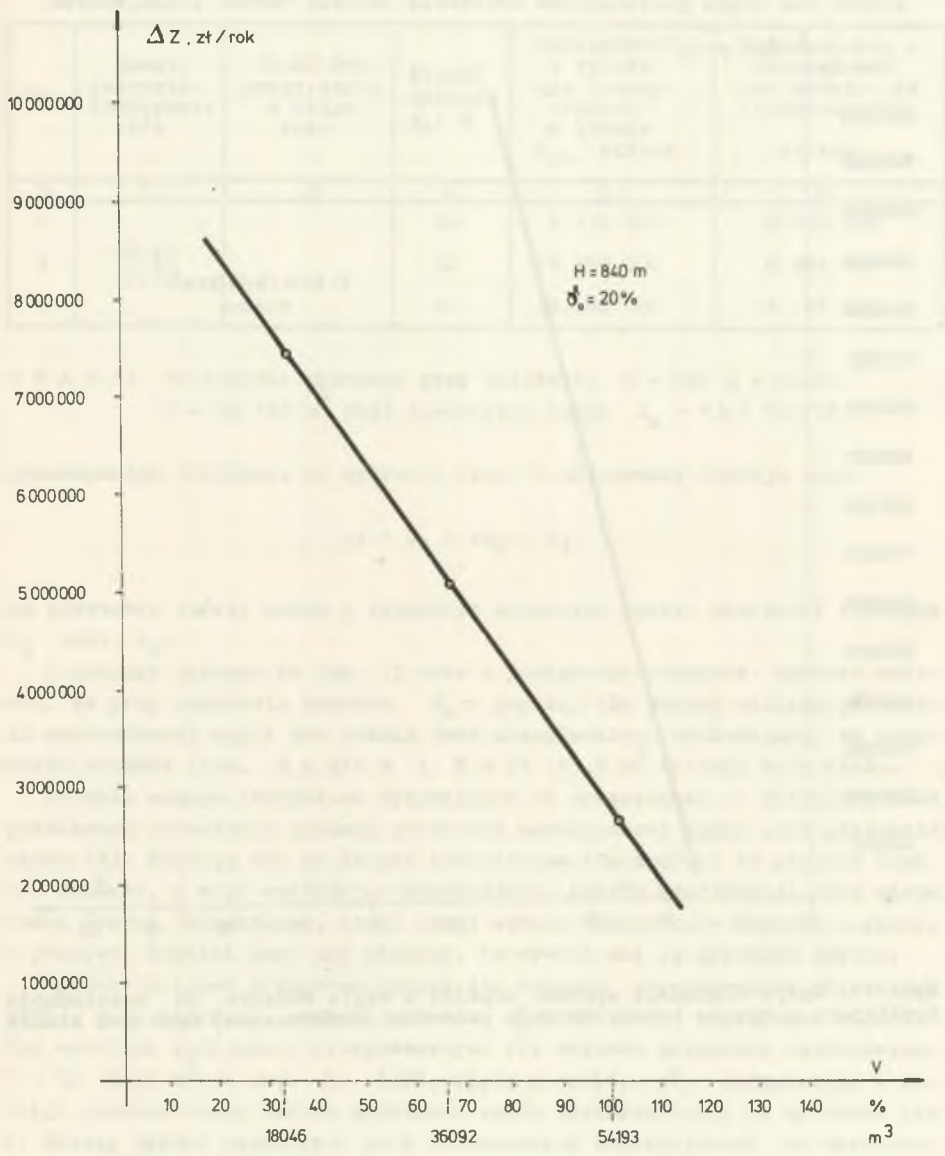
Z analizy wykresu na rys. 12 oraz z powyższego równania widać, że gdyby zachodziła konieczność wybudowania pod ziemią specjalnie dla przeróbki komór o pojemności około 140% pojemności komór przewidywanych w niniejszej pracy dla zakładu modelowego, a więc około $54\ 193,5\ m^3 \times 1,4 = 74\ 870,9\ m^3$ to wówczas przy pozostałych założeniach stałych (w tym przypadku $H = 840\ m$, $\phi_0 = 20\%$) kalkulatorywność-opłacalność takiej inwestycji pod ziemią byłaby równoważna podobnej inwestycji na powierzchni. Natomiast po przekroczeniu wielkości $74\ 870,9\ m^3$ komór inwestycja stawałaby się nieopłacalna w porównaniu z taką samą inwestycją na powierzchni.

Drugim czynnikiem decydującym o efektywności podziemnej inwestycji zakładu przeróbki mechanicznej węgla jest wielkość wychodu odpadów w węglu surowym (ϕ_0). Oczywiście im więcej odpadów w węglu surowym, tym opłacalność pozostawienia go pod ziemią wzrasta, ponieważ zwiększa się wydatnie zysk z tytułu nietransportowania odpadów w pionie. Wyniki takich obliczeń dokonanych dla szybu o głębokości $H = 840\ m$ i pojemności całkowitej przygotowanych specjalnie na potrzeby zakładu przeróbki mechanicznej węgla wyrobisk $V = 54\ 193,4\ m^3$ (a zatem w tej pracy = 100% niezbędnych wyrobisk) zawarto w tablicy 46, zmieniając ϕ_0 odpowiednio na 20%, 30% i 40%.

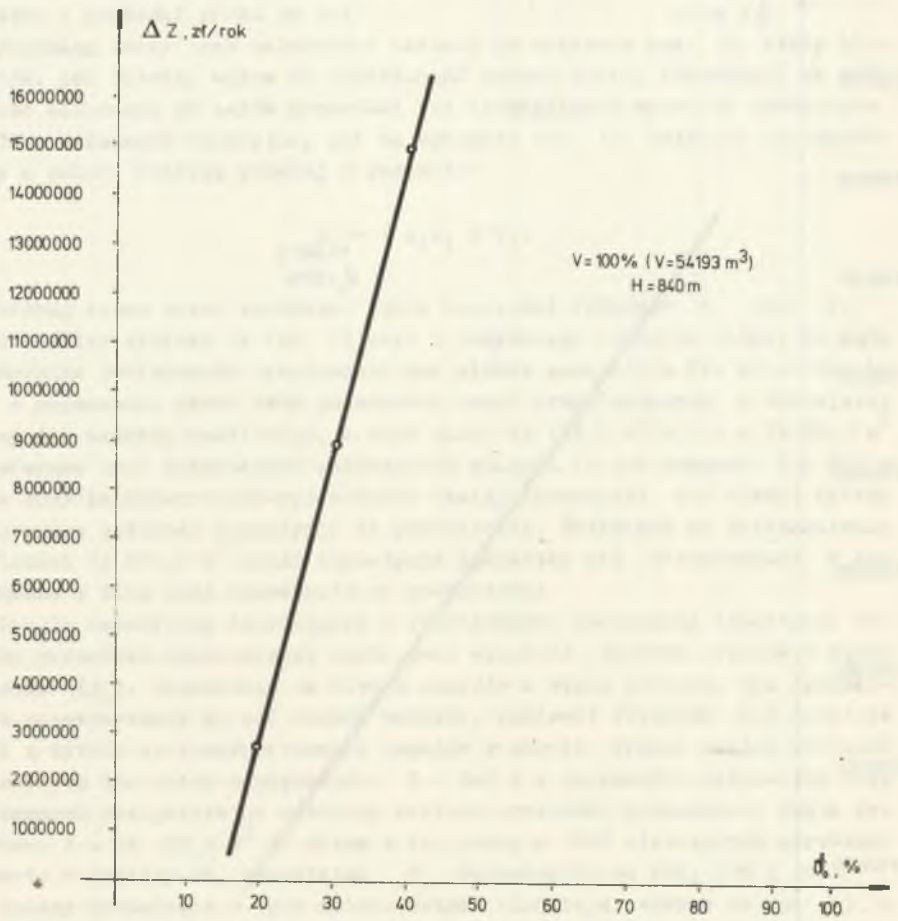
Zmiany zachodzące w tych zależnościach ilustruje wykres na rys. 13, z którego wyraźnie wynika, że wzrost opłacalności-kalkulatorywności budowy zakładu przeróbki mechanicznej węgla pod ziemią następuje wraz ze wzrostem wychodu odpadów w węglu surowym, po funkcji typu prostej.

Można więc obliczyć i przyjąć:

$$- a_1 x_1 + b_1 = C_1 = \text{const},$$



Rys. 12. Wpływ ilości komór przygotowanych dla technologii przeróbczej na oszczędność wynikającą z budowy zakładu przeróbki mechanicznej węgla pod ziemią



Rys. 13. Wpływ wielkości wychodu odpadów w węglu surowym na oszczędność wynikającą z tytułu budowy zakładu przeróbki mechanicznej węgla pod ziemią

Zestawienie wyników obliczeń nad wpływem zmian wychodu odpadów w węglu surowym ϕ_0 na rekompensatę, tzn. oszczędność lub stratę wynikającą z budowy zakładu przeróbki mechanicznej węgla pod ziemią

Lp.	Koszt jednostk. transport. zł/t	Ilość dni pracy szybu w ciągu roku	Wychód odpadów ϕ_0 , %	Oszczędność z tytułu nie transp. odpadów w pionie Z_2 , zł/rok	Rekompensata - oszczędność lub strata ΔZ (opłacalność) zł/rok
1	2	3	4	5	6
1			20	9.732.000	2.602.200
2	16,22 13,50		30	14.598.000	8.894.500
3			40	19.464.000	15.197.000

U W A G A ! Obliczenia wykonano przy założeniu $H = 840 \text{ m} = \text{const.}$
 $V = 54.193 \text{ m}^3$ oraz inwestycji komór $I_k = 43,7 \text{ mln zł.}$

aproxymując otrzymane na wykresie rys. 13 zależności funkcją typu

$$y = C_1 + ax_2 - b_3,$$

na podstawie której można z łatwością wyznaczyć stałe wielkości równania a_2 oraz b_2 .

Z analizy wykresu na rys. 13 oraz z powyższego równania wysnuto wniosek, że przy wychodzie odpadów $\phi_0 = \text{poniżej } 16\%$ budowa zakładu przeróbki mechanicznej węgla pod ziemią jest nieopłacalna, zakładając, że pozostałe zmienne (tzn. $H = 840 \text{ m}$ i $V = 54 \text{ 193,5 m}^3 = 100\%$) będą stałe.

Trzecim ważnym czynnikiem wpływającym na opłacalność - kalkulatywność podziemnej inwestycji zakładu przeróbki mechanicznej węgla jest głębokość szybu (H). Rzutuje ona na koszty jednostkowe transportu: im głębszy szyb, tym droższy, a więc wzrastają równocześnie koszty amortyzacji. Tym samym rosną koszta jednostkowe, czyli koszt wywozu każdej tony odpadów w pionie z podziemi kopalni jest tym większy, im wywozi się ją głębszym szybem.

Wyniki obliczeń przeprowadzonych dla różnych przyjmowanych głębokości szybu, przy założeniu wychodu odpadów $\phi_0 = 20\%$ oraz pojemności całkowitej wyrobisk specjalnie przygotowanych dla zakładu przeróbki mechanicznej $V = 54 \text{ 193,5 m}^3$, a więc $V = 100\%$, ujęto w tablicy 47, korzystając z relacji jednostkowego kosztu głębienia szybu przedstawionej na wykresie rys. 4. Należy jednak zaznaczyć, że w obliczeniach zmierzających do ustalenia całości nakładów inwestycyjnych szybów o różnych głębokościach zmieniano tylko grupę kosztów związanych bezpośrednio z głębieniem szybu (patrz tablica 7 - wiersz 1), pozostawiając inne grupy kosztów na tym samym poziomie.

Zestawienie wyników obliczeń nad wpływem zmian głębokości szybu na rekompensatę, oszczędność lub stratę wynikającą z budowy zakładu przeróbki mechanicznej węgla pod ziemią

Lp.	2	3	4	5	6	7	8	9
	Koszt jednostk. transportu zł/rok	Ilość dni pracy w ciągu roku	Głębokość szybu H, m	Koszt głębienia 2 m szybu zł/m	Całkowity koszt inwest. szybu zł	Koszt ruchomy szybu, K zł/rok	Oszczędn. z tytułu nieustraspedów w pionie Z ₂ , zł/rok	Rekompensata - oszczędność lub strata (opłacalność) Z, zł/rok
1	15.489	360	1 000	136.666	298.572.240	55.762.040	11.151.080	4.027.800
2	13.516	360	840	112.000	255.968.240	48.661.137	9.731.520	2.602.200
3	11.477	360	600	83.333	211.906.040	41.317.670	8.263.440	1.140.600

U W A G A! Obliczenia wykonano dla inwestycji komór $I_k = 43,7$ mln zł oraz $\phi_0 = 20\%$ i $V = 100\%$, tzn. ok. 54.193 m³.

Nie jest to założenie ścisłe, gdyż pozostałe grupy kosztów - jak się wydaje - również będą miały tendencje zwykłe zależnie od głębokości szybu, aczkolwiek nie powinien to być przyrost znaczny, np. tak wyraźny jak przy samym koszcie głębienia. Warto w tym miejscu także wspomnieć, że zawyżenie pozostałych grup kosztów inwestycji szybu powoduje niejako automatycznie wzrost opłacalności podziemnej inwestycji zakładu przeróbki mechanicznej węgla (rosną koszty jednostkowe transportu pionowego). Ze względu na brak danych nie chciano podnosić kalkulatywności, zachowując raczej tendencje do jej zniżania, co jest zrozumiałe, dotyczy bowiem decyzji projektowych. Dokładna analiza pracy transportu pionowego wymagałaby oddzielnych oraz obszerniejszych badań, a zatem i oddzielnych nakładów finansowych.

Przebieg omawianych zmian zależności obrazuje wykres na rys. 14, który potwierdza wyraźny wpływ wzrostu głębokości szybu na wzrost efektywności podziemnej inwestycji zakładu przeróbki mechanicznej.

Przedstawiona funkcja ma charakter prostej. W celu aproksymacji tej funkcji założono, że:

$$y = (-ax_1 + b_1) + (a_2x_2 - b_2) = C_2 = \text{const},$$

po czym krzywą na wykresie rys. 14 aproksymowano funkcją typu:

$$y = C_2 + (a_3x_3 - b_3),$$

w której wyznaczono kolejne stałe b_3, a_3 .

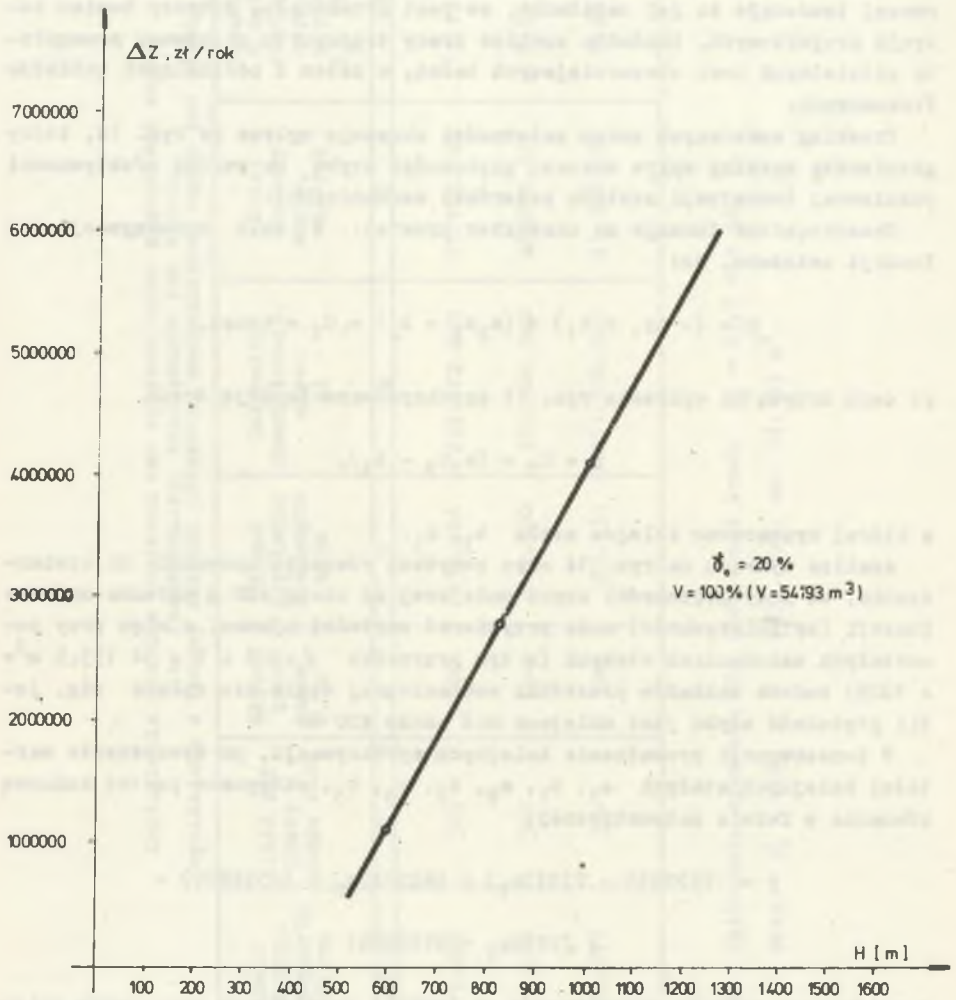
Analiza wykresu na rys. 14 oraz powyższe równanie upoważnia do stwierdzenia, że przy głębokości szybu mniejszej od około 420 m zmienna zależna funkcji (kalkulatywność) może przybierać wartości ujemne, a więc przy pozostałych założeniach stałych (w tym przypadku $\varphi_0 = 20\%$ i $V = 54\,193,5 \text{ m}^3 = 100\%$) budowa zakładów przeróbki mechanicznej węgla nie opłaca się, jeśli głębokość szybu jest mniejsza niż około 420 m.

W konsekwencji prowadzenia kolejnych aproksymacji, po wyznaczeniu wartości kolejnych stałych $a_1, b_1, a_2, b_2, a_3, b_3$, otrzymano postać końcową równania w formie matematycznej:

$$y = (9935533 - 73333x_1) + (629740x_2 - 12594800) + \\ + (7218x_3 - 5792400)$$

a zmieniając symbole matematyczne na symbole przyjęte na oznaczenie zmiennych w tej pracy, uzyskamy:

$$\Delta Z = (9935533 - 79333 V) + (629740 \varphi_0 - 12594800) + (7218 H - 5792400)$$



Rys. 14. Wpływ zmian głębokości szybu kopalni, na której ma być wybudowany zakład przeróbki mechanicznej węgla na oszczędność ΔZ

a po uproszczeniu

$$\Delta Z = 629740 \phi_0 - 73333 V + 7218 H - 8451667$$

Byłoby wskazane, aby niektóre stałe zaokrąglić, a zatem ostatecznie postać równania będzie następująca:

$$\Delta Z = 629740 \phi_0 - 73330 V + 7220 H - 8450000$$

W równaniu tym objętość podziemnych komór zakładu przeróbki mechanicznej V należy podstawiać w %, traktując jako 100% objętość pełną, kowieczną dla zakładu o wydajności brutto 10 000 t/dobę, tzn. równą ok. $54\,193,5 \text{ m}^3$.

Można także wyznaczyć równanie, w którym objętość V zostanie wyrażona w m^3 . Wówczas jego postać matematyczna będzie następująca:

$$y = (9\,935\,333 - 135,11 x_1) + (629\,740 x_2 - 12\,594\,300) + \\ + (7\,218 x_3 - 5\,792\,400)$$

zatem

$$\Delta Z = (9\,935\,533 - 135,11 V) + (629\,740 \phi_0 - 12\,594\,800) + \\ + (7\,218 H - 5\,792\,400)$$

upraszczając

$$\Delta Z = (629\,740 \phi_0 - 135,11 V + 7\,218 H - 8\,451\,667)$$

zaokrąglając

$$\Delta Z = 629\,740 \phi_0 - 135 V + 7\,220 H - 8\,450\,000$$

Przedstawione formuły empiryczne są prostej postaci, co może mieć istotne znaczenie dla ewentualnej powszechności ich stosowania. Należy pamiętać o tym, że zostały one ustalone przy założeniu, iż koszt budowy podziemnych wyrobisk (komór) zakładu przeróbki mechanicznej węgla (jak to ukazano na rys. 1B) wynosi około 43,7 mln zł (patrz podrozdział 4.10.1).

Następnie przeliczono ponownie w sposób identyczny wszystkie wzajemne zależności $\Delta Z = f(V, \phi_0, H)$ dla wariantu 2, tzn. przyjmując koszty inwestycyjne przygotowania podziemnych komór zakładu równe 100 mln zł. Wyniki obliczeń zestawiono w tablicy 48, 49 i 50, zaś zachodzące zmiany zależności $\Delta Z = f(V)$, $\Delta Z = f(\phi_0)$ oraz $\Delta Z = f(H)$ na wykresach rys. 15, 16 i 17.

Zestawienie wyników obliczeń nad wpływem zmian ilości wyrobisk podziemnych - komór przygotowanych specjalnie dla technologii przeróbcejszej na raskompensację, tzn. oszczędność lub stratę wynikającą z budowy zakładu przeróbki mechanicznej węgla pod ziemią

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ip.	Koszt inwestycyjny zakładu $I_d, z\text{ł}$	Koszty komór podziemnych $I_k = I_w + I_{db} + I_{dtb}$ z\text{ł}	Amortyzacja zakładu A, z\text{ł}/rok	Ruchomy koszt przeróbki K, z\text{ł}/rok	Koszt jedn. przeróbki z\text{ł}/t	Jednostk. przyrost kosztów pod ziemią E, z\text{ł}/t	Przyrost kosztów przeróbki pod ziemią Z, z\text{ł}/rok	Rekompensacja - oszczędność lub strata (opłacalność) $\Delta Z, z\text{ł}/rok$
1	316.261.406	100.000.000 (100%)	52.710.230	85.850.424	28.617	6.461	19.383.000	6.773.800
2	282.928.072	66.666.666 (66%)	47.154.670	80.294.864	26.765	4.609	13.827.000	1.217.800
3	249.594.740	33.333.333 (33%)	41.599.120	74.739.314	24.913	2.757	8.271.000	4.338.200

U W A G A! Obliczenia wykonano dla inwestycji komór równej ok. 100 mln złotych (a więc 100% kwoty) i kolejno 66%, 33% tej kwoty oraz $\phi_0 = 20\%$ i $H = 840$ m.

Tablica 49

Zestawienie wyników obliczeń nad wpływem zmian wychodu odpadów w węglu surowym ϕ_0 na rekompensatę tzn. oszczędność lub stratę wynikającą z budowy zakładu przerobczego pod ziemią

Lp.	Koszt jednostkowy transport. pionowego E_{TP} , zł/t	Ilość dni transportu w ciągu roku	Wychód odpadów ϕ_0 , %	Oszczędność z tytułu nie transportowania odpadów w pionie Z_2 , zł/rok	Rekompensata - oszczędność lub strata (opłacalność) ΔZ , zł/rok
1	2	3	4	5	6
1	13,51	360	20	14.961.600	- 6.773.800
2	13,51	360	30	29.923.200	- 483.000
3	13,51	360	40	44.884.800	5.817.000

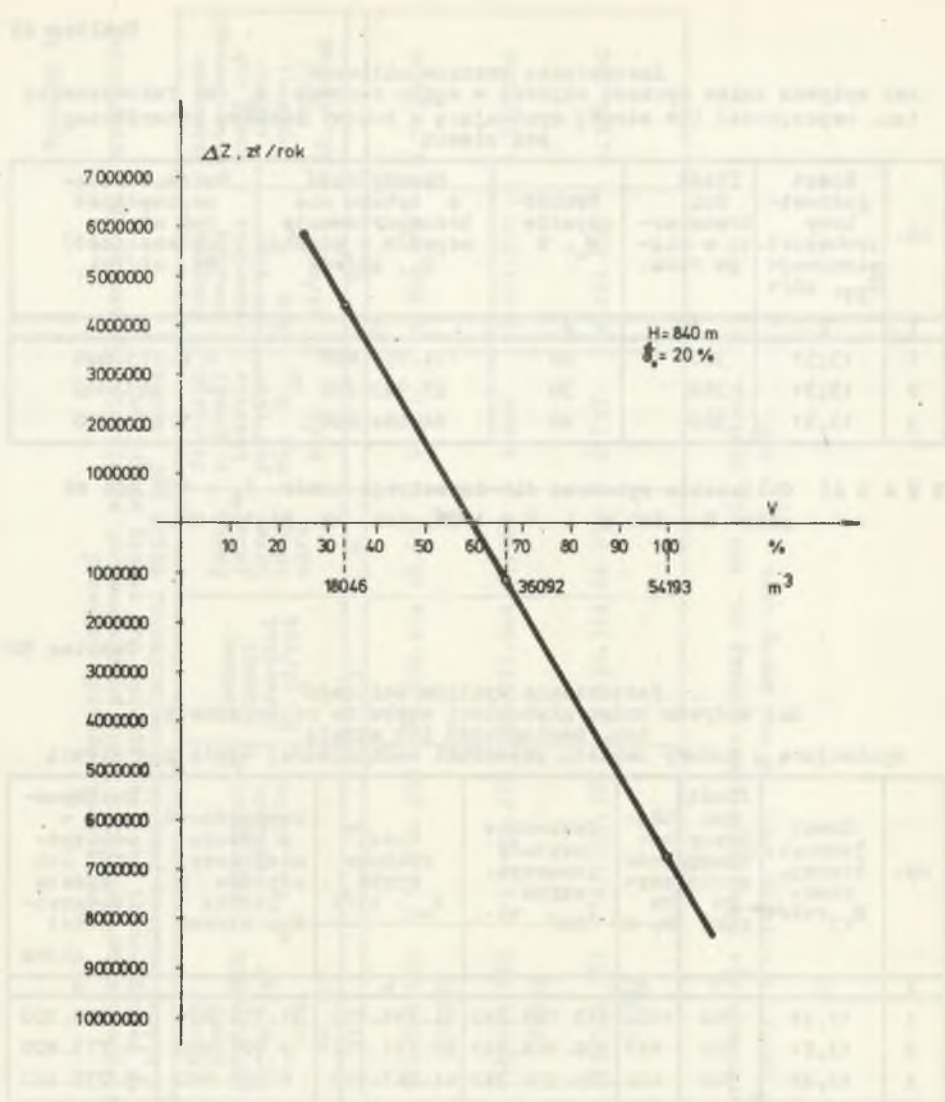
U W A G A! Obliczenia wykonano dla inwestycji komór $I_k = 100$ mln zł oraz $H = 840$ m i $V = 100\%$, tzn. ok. 54.193 m³.

Tablica 50

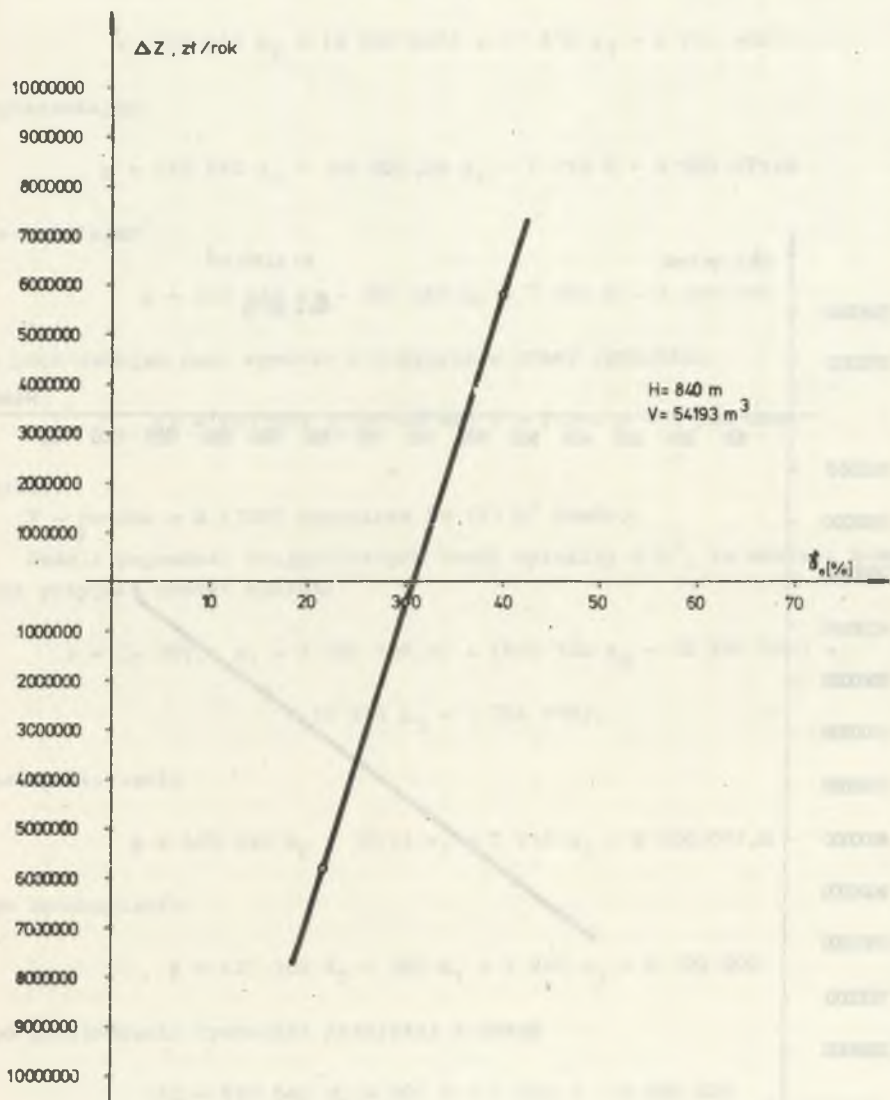
Zestawienie wyników obliczeń nad wpływem zmian głębokości szybu na rekompensatę, tzn. oszczędność lub stratę wynikającą z budowy zakładu przeróbki mechanicznej węgla pod ziemią

Lp.	Koszt jednost. transp. pion. E_{Tj} = zł/t	Ilość dni pracy transp. w ciągu roku	Głębokość szybu H , m	Całkowite nakłady inwestyc. szybu I_{sz} , zł	Koszt ruchowy szybu K_{sz} , zł/r	Oszczędność z tytułu nietransp. odpadów w pionie Z_2 , zł/rok	Rekompensata - oszczędność lub strata (opłacalność) Z , zł/rok
1	2	3	4	5	6	7	8
1	15,49	360	1000	412.768.240	74.794.706	11.152.800	-5.350.200
2	13,51	360	840	308.968.240	57.494.706	9.727.200	-6.775.800
3	11,48	360	600	229.556.240	44.261.373	8.265.600	-8.237.400

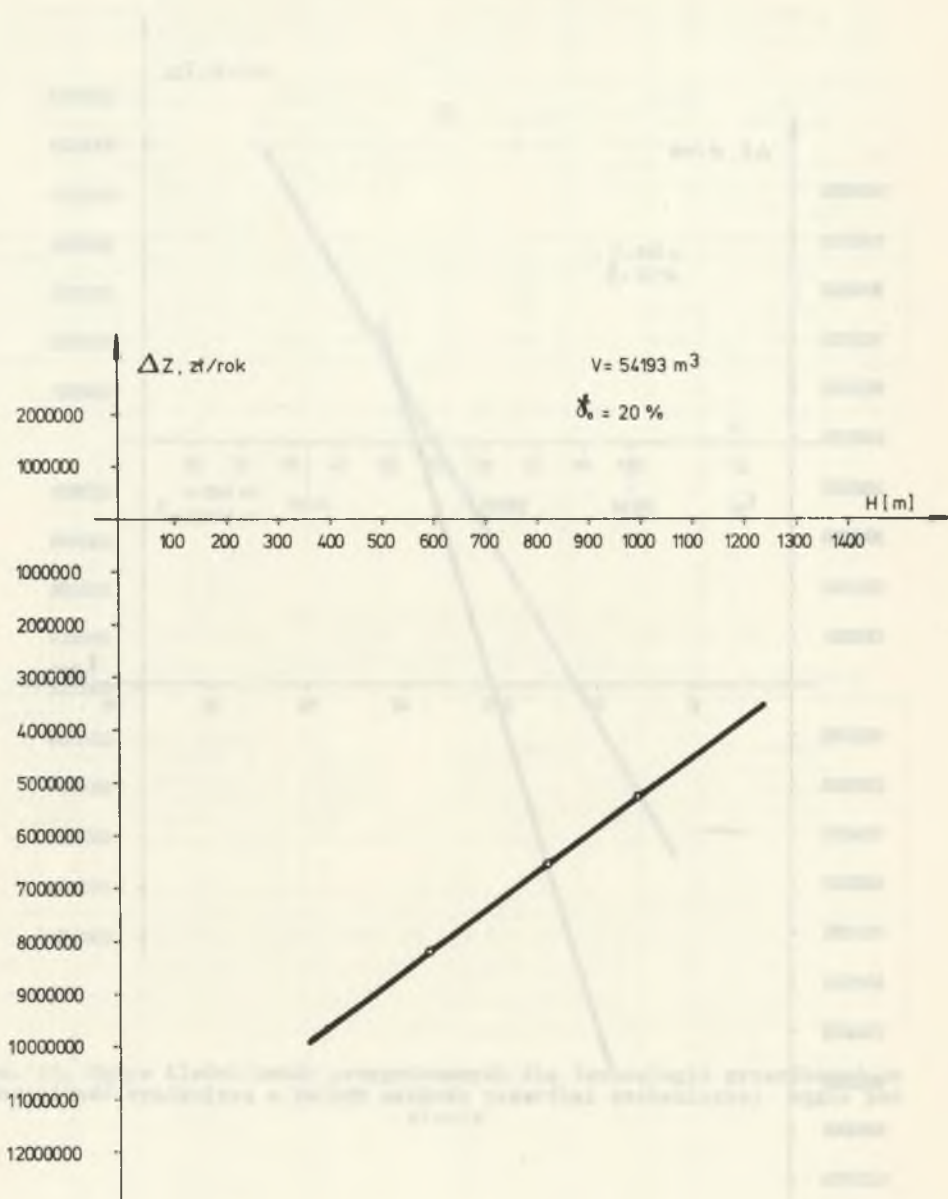
U W A G A! Obliczenia wykonano dla inwestycji komór $I_k = 100$ mln zł oraz $\phi_0 = 20\%$ i $V = 100\%$, tzn. ok. 54.193 m³.



Rys. 15. Wpływ ilości komór przygotowanych dla technologii przeróbczej na oszczędność wynikającą z budowy zakładu przeróbki mechanicznej węgla pod ziemią



Rys. 16. Wpływ wielkości wychodu odpadów w węgla surowym na oszczędność
 wynikającą z tytułu budowy zakładów pod ziemią



Rys. 17. Wpływ zmian głębokości szybu na oszczędność z tytułu budowy zakładów przeróbki mechanicznej węgla pod ziemią

Charakter funkcji nie uległ zmianie, zmieniły się tylko jej współczynniki stałe, dyskusja zmian jest więc analogiczna jak wyżej.

W następstwie kolejnych aproksymacji ustalono ogólną postać równania:

$$y = (-166\,846,84 x_1 + 9\,885\,128,2) + \\ + (629\,540 x_2 - 12\,590\,800) + (7\,218 x_3 - 5\,794\,400)$$

upraszczając

$$y = 629\,540 x_2 - 166\,846,84 x_1 + 7\,218 H - 8\,500\,071,8$$

zaokrąglając

$$y = 629\,540 x_2 - 166\,840 x_1 + 7\,220 H - 8\,500\,000$$

a podstawiając dane zgodnie z przyjętą w pracy symboliką

$$\Delta Z = 629\,540 \phi_0 - 166\,840 V + 7\,220 H - 8\,500\,000$$

gdzie:

V - podano w % (100% odpowiada $54\,193\text{ m}^3$ komór).

Jeżeli pojemność przygotowanych komór wyrazimy w m^3 , to wówczas równanie przyjmie postać ogólną:

$$y = (-307,4 x_1 + 9\,885\,128,2) + (629\,540 x_2 - 12\,590\,800) + \\ + (7\,218 x_3 - 5\,794\,400),$$

po uproszczeniu

$$y = 629\,540 x_2 - 307,4 x_1 + 7\,218 x_3 - 8\,500\,071,8$$

po zaokrągleniu

$$y = 629\,540 x_2 - 307 x_1 + 7\,220 x_3 - 8\,500\,000$$

po podstawieniu symboliki przyjętej w pracy

$$\Delta Z = 629\,540 \phi_0 - 307 V + 7\,220 H - 8\,500\,000$$

gdzie:

- V - obj. przygotowanych wyrobisk,
- ϕ_0 - wychód odpadów, %,
- H - głębokość szybu, m,
- ΔZ - rekompensata - kalkulatorywność - opłacalność (oszczędność lub strata), zł/rok.

Przedstawione w krótkiej, skondensowanej i prostej postaci równania końcowe jako formuły analityczno-empiryczne, wyrażające opłacalność podziemnej inwestycji zakładu przeróbki mechanicznej węgla funkcją tzw. rekompensaty, tzn. oszczędności lub strat (ΔZ , zł/rok), w stosunku do procesu wzbogacania węgla na powierzchni w funkcji trzech podstawowych i najważniejszych czynników zmiennych niezależnych, a mianowicie pojemności komór koniecznych do przygotowania dla zakładu przeróbki mechanicznej V, m³ lub %, wychodu odpadów w węglu surowym ϕ_0 i głębokości szybu H, są syntezą zasadniczej części tego opracowania.

Dotychczasowa literatura zarówno polska jak i zagraniczna, nie proponowała jeszcze rozwiązania tego problemu w takiej formie i w ten sposób, jak to uczyniono w niniejszym opracowaniu.

Należy zwrócić uwagę na fakt, że podstawowa funkcja typu

$$\Delta Z = f(V, \phi_0, H)$$

jest zasadniczo funkcją większej liczby zmiennych, które są tu utajone niejako w postaciach innych zmiennych niezależnych.

Przykładowo wielkość ΔZ stanowi m.in. funkcję jednostkowych kosztów transportu pionowego E_{jt} , które są różne i kształtują się głównie w zależności od różnych głębokości. Koszty te zostały obliczone dla różnych wielkości H, po czym dopiero ustalono wielkość ΔZ (patrz tablica 47 i 50). Równanie to można więc teoretycznie napisać następująco:

$$\Delta Z = f(V, \phi_0, E_{jt}),$$

a więc

$$\Delta Z = f(V, \phi_0, f(H)),$$

bowiem

$$E_{jt} = f(H)$$

Korzystając ewentualnie z powyższych równań, należy pamiętać o tym, że nie ma możliwości poddania ich dokładnej weryfikacji. Ustalono je dla pewnego, w miarę typowego, modelu zakładu przerobczego, który został wybudowany w podziemiach na głębokości około 840 m. Jednocześnie przyjęto, że

mamy do czynienia z przeciętnymi warunkami technicznymi eksploatacji i budownictwa podziemnego, spotykanymi przy głębszeniu szybu i wykonywaniu komór dla zakładu przeróbki mechanicznej w Górnośląskim Okręgu Przemysłowym.

Wszystkie te i inne ustalenia są tylko pewnym - czasem i znacznym - przybliżeniem, przy czym jest sprawą oczywistą, że zasadniczo nie istnieje w ogóle możliwość ścisłego, a zarazem w miarę uniwersalnego określenia takich zależności.

Z drugiej zaś strony odbiorca (czytelnik, użytkownik) każdego opracowania naukowego czy badawczego stawia zawsze konkretne pytanie, dotyczące ogólnych warunków, w jakich następują zmiany zasadniczych zmiennych rozważanego problemu. Przed ewentualną wstępną decyzją projektową chce bowiem mieć chociaż w miarę przybliżony obraz kształtowania się tych zależności; innymi słowy, w tym przypadku pragnie poznać choć w przybliżeniu granicę opłacalności takiej inwestycji.

Przybliżoną odpowiedź na to pytanie można łatwo uzyskać, znając głębokość szybu kopalni, na jakiej proponuje się zlokalizować pod ziemią zakład przerobczy (równoważną tu głębokości najniższego wylotu z szybu), wychód odpadów w węglu surowym odczytany np. z krzywych wzbogacalności dla proponowanego układu wzbogacania δ_0 (%) oraz mając określoną na podstawie wstępnie sporządzonego planu rozstawienia maszyn i urządzeń (jak na rys. 1B) objętość potrzebnych w pełni przygotowanych dla przeróbki komór V (m^3 lub %). Następnie dane te trzeba podstawić do jednej z opracowanych relacji analityczno-empirycznych, pamiętając o właściwym jej doborze ze względu na wielkość nakładów inwestycyjnych wyrobisk (43,7 lub 100 mln zł), tzn. wybierając jeden z przedstawionych tu wariantów.

Ten ostatni problem wymaga - zdaniem autorów - oddzielnego potraktowania i jednoznacznego ustalenia nakładów inwestycyjnych przez specjalistów z zakresu eksploatacji i budownictwa podziemnego kopalń. Sprawa ta jest o tyle trudna, że w zasadzie dotąd jeszcze nie budowano na taką skalę i na tak dużych głębokościach analizowanych podziemnych komór.

Rozpiętość tych nakładów, jak wiadomo, może być znaczna w zależności od bardzo wielu czynników - głównie warunków geologicznych.

Niemniej jednak niniejsza praca osiągnęła cel, jaki jej postawiono; jest ona zasadniczo pierwszym w miarę udokumentowanym rozwiązaniem całości kształtu zagadnień, na podstawie którego można szybko wydać wstępną ocenę jego istoty, tzn. opłacalności budowy podziemnego zakładu przeróbki mechanicznej.

Stosując określone w pracy równania obliczono przykładowo opłacalność podziemnej inwestycji dla dowolnie przyjętych wielkości δ_0 , H , V , a wyniki obliczeń ujęto w tablicach 52 i 53.

Podsumowując całość problemu spróbujmy założyć, iż inwestycję zakładu przeróbki mechanicznej węgla pod ziemią ustalono równaniem na tzw. równoważną, tzn. $\Delta Z = 0$. Wówczas o wyborze wariantu inwestycyjnego zadecydować powinna suma zalet i wad takiego przedsięwzięcia.

Do zalet podziemnej inwestycji zakładu przeróbki mechanicznej węgla można ogólnie zaliczyć:

- brak hałd (składowisk) na powierzchni, co wpłynie szczególnie korzystnie na krajobraz i szczególnie istotną aktualnie ochronę środowiska naturalnego, a więc zapobiegnie szkodliwym wyciekom gazów hałdowych, paleniu się hałd itp.; jest to korzyść niewymierna;
- kierownictwo kopalń zostanie zmuszone do powzięcia decyzji dotyczącej pełnego zużycia kamienia do podsadzania wyrobisk i starych zrobów pod ziemią, co poprawi ogólnie warunki BHP, zapobiegając w pewnym stopniu pożarom i zawałom;
- pracownicy przeróbki mechanicznej będą traktowani pod względem wynagrodzenia na równi z pracownikami dołowymi, co wydatnie poprawi ich sytuację finansową, a tym samym ułatwi głównemu inżynierowi o/s jakości produkcji odpowiedni dobór załogi i jej selekcji;
- istnieje możliwość zmniejszenia uciążliwego hałasu maszyn i urządzeń klasyfikujących przez zamontowanie ich według koncepcji wyporowej [23, 24], co w przypadku przeróbki podziemnej nie powinno napotkać trudności realizacyjnych ze względu na realne szanse uzyskania nawet znacznych głębokości basenu; powinno to także zahamować wpływ wibracji na górotwór;
- znaczenie militarne i strategiczne;
- ewentualna realizacja inwestycji z pozytywnym jej rezultatem będzie na pewno oryginalnym osiągnięciem.

Podobnie można zestawić wady wynikające z powzięcia decyzji o budowie zakładu przeróbki mechanicznej pod ziemią. Trzeba się jednak zastrzec, że pojęcie wad jest tu wyjątkowo względne, gdyż odnosi się do trudności piętrzących się w stadium realizacji, które w przypadku ich skutecznego pokonania - a taka możliwość istnieje - nie będą wadami. Mimo to ustalmy wady-trudności następująco:

- pewna część pokładów znajdujących się w obrębie komór zakładu przeróbki mechanicznej może być zamrożona, czego niniejsza analiza nie uwzględniła, a co rzutuje na efektywność inwestycji w ogóle;
- budowa tak dużych wyrobisk pod ziemią specjalnie dla zakładu przeróbki mechanicznej jest poważnym przedsięwzięciem i nosi w sobie ryzyko związane z urzeczywistnieniem takiego nowum;
- decyzja projektowa o budowie komór podziemnych dla zakładu przeróbki mechanicznej musi być uzależniona od występowania pozytywnych warunków hydrogeologicznych i geologicznych;
- zakład przeróbki mechanicznej pod ziemią jest narażony - ogólnie biorąc - na takie samo zniszczenie, pochodzące od warunków geologicznych, gazowych i eksploatacyjnych kopalni, jak inne podziemne wyrobiska górnicze;
- może zaistnieć konieczność zastosowania specjalnych, dodatkowych zabezpieczeń dotyczących wentylacji pomieszczeń zakładu przerobczego;

- może wystąpić zwiększone zawilgocenie powietrza, co nie pozostanie bez wpływu na warunki pracy załogi oraz maszyn i urządzeń (zwiększona korozja);
- w przypadku eksploatacji przez tę samą kopalnię pokładów na różnych poziomach wydobywczyczych realizacja inwestycji musi przewidzieć dodatkowe zabezpieczenia dot. dowozu urobku do zakładu (np. pochylnie, upadkowce, szybiki); wymaga to odpowiedniego rozwiązania, które może być trudne do zrealizowania i zwiększyć koszty ogólnokopalniane robót przygotowawczych;
- montaż i demontaż maszyn pod ziemią, np. w wyniku awarii lub wymiany urządzeń zużytych, jest bardziej uciążliwy, m.in. ze względu na transport elementów w pionie;
- w przypadku wzbogacania miałów mogą wystąpić trudności z ich transportem, załadunkiem i wyładunkiem - głównie w skipie - z uwagi na dużą zawartość wilgoci; dlatego też sugeruje się ewentualnie wzbogacanie tylko ziarn grubych;
- wibracja maszyn i urządzeń zakładu przerobczego może dodatkowo ujemnie wpływać na górotwór, a stąd na bezpieczeństwo całego zakładu (kopalni);
- przygotowanie medium podszadzkowego pod ziemią z zapewnieniem jego transportu będzie wymagało definitywnego rozwiązania;
- zawężająca się baza surowcowa (ewentualne stopniowe zanikanie hałd) spowoduje ograniczenie możliwości ewentualnego rozbudowywania się zakładów eksploatujących surowce odpadowe z hałd (np. Haldex);
- istnieje prawdopodobieństwo, że budowa (realizacja) inwestycji pod ziemią będzie trwała dłużej niż na powierzchni, co może wydłużyć w ogóle czas dojścia do pełnej pod względem wydajności i jakości produkcji kopalni.

Próba zbiorczego zestawienia zalet i wad (trudności) ewentualnej budowy podziemnego zakładu przeróbki mechanicznej węgla zapewne nie jest jeszcze kompletna, aczkolwiek - jak się wydaje - zawiera najistotniejsze pozytywne i negatywne decyzji o podjęciu takiej inwestycji.

W celu ułatwienia korzystania z opracowanych równań empirycznych, określających opłacalność podziemnej inwestycji zakładu przeróbki mechanicznej węgla, pełny ich zestaw zamieszczono w tablicy 51.

W tablicach 52 i 53 zestawiono rezultaty obliczeń przy wykorzystaniu tych równań.

4.12. Utylizacja kamienia pod ziemią

Aby budowa zakładów przeróbki mechanicznej pod ziemią okazała się celowa, konieczne jest równoczesne i pełne jego zagospodarowanie w wybranych już wyrobiskach.

Analityczno-empiryczne równania
na określenie kryterium kalkulatywności podziemnej budowy
zakładu przeróbki mechanicznej węgla

Lp.	Nakłady inwestycyjne komór jak na planie - schemat 18 I _k , zł	Ogólna postać równania	Dla objętości V komór podstawia-nej w: % lub m ³
1	2	3	4
1	43.735.486	$\Delta Z = 629.740 \phi_0 - 73.330 V + 7\ 220 H - 8.450.000$	gdzie V (%) 100% ok. 54.193 m ³
2	43.735.486	$\Delta Z = 629.740 \phi_0 - 135 V + 7\ 220 H - 8.450.000$	gdzie V (m ³)
3	100.000.000	$\Delta Z = 629.540 \phi_0 - 307 V + 7\ 220 H - 8.500.000$	gdzie V (%) 100% około 54.193 m ³
4	100.000.000	$\Delta Z = 629.540 \phi_0 - 307 V + 7\ 210 H - 8.500.000$	gdzie V (m ³)

gdzie:

ΔZ - tzw. rekompensata lub inaczej kalkulatywność, tzn. oszczędność lub strata z tytułu prowadzenia przeróbki pod ziemią w stosunku do analogicznego procesu przeróbki na powierzchni, zł/rok,

ϕ_0 - wychód odpadów w węglu surowym, %,

H - głębokość szybu, m.

Uwagi dla użytkownika:

1. Ustalone metodą supozycji równania empiryczne zawierają wypadkową błędów prowadzonej analizy i dają w rezultacie wartość orientacyjną.
2. Różnice wyników ΔZ w granicach do 1 mln zł/rok należy przyjąć za leżącą w granicach błędu.
3. Zaleca się stosowanie tych równań dla warunków brzegowych, dla których równania te budowano; nie należy podstawiać do równań wartości znacznie przekraczających warunki brzegowe, a więc np. $\phi_0 > 75\%$, $H > 1500$ m, $V > 70\ 000$ m³.
4. Równania w wierszach 1, 2 oraz 3 i 4 nie są porównywalne ze względu na inne założenie wartości wielkości kosztów I_k, przy ich budowaniu.

Zestawienie wyników obliczeń
dla wybranych wartości wielkości ϕ , V, H, równaniem empirycznym;

$$I_k = 43,7 \text{ mln zł}$$

Lp.	Wychód odpadów ϕ , %	Głębokość szybu H, m	Objętość wyrobisk V, m ³	Rekompensata-kalkulatywność -opłacalność ΔZ , zł/rok
1	2	3	4	5
1	75	1500	70.000	40.160.500
2	50	1500	70.000	24.417.000
3	75	1000	70.000	36.550.500
4	50	1000	70.000	20.807.000
5	75	1500	35.000	44.885.500
6	50	1500	35.000	29.142.000
7	75	1000	35.000	41.275.500
8	50	1000	35.000	25.531.500

Zestawienie wyników obliczeń
dla wybranych wartości wielkości ϕ , V, H, równaniem empirycznym

$$I_k = 100 \text{ mln zł}$$

Lp.	Wychód odpadów ϕ , %	Głębokość szybu H, m	Objętość wyrobisk V, m ³	Rekompensata-kalkulatywność -opłacalność ΔZ , zł/rok
1	2	3	4	5
1	75	1500	70.000	28.055.500
2	50	1500	70.000	12.317.000
3	75	1000	70.000	24.445.500
4	50	1000	70.000	2.179.700
5	75	1500	35.000	38.800.500
6	50	1500	35.000	23.062.200
7	75	1000	35.000	35.190.500
8	50	1000	35.000	19.452.000

Aktualnie [27] około 60% wydobycia prowadzi się na zawał, natomiast około 40% na podsadzkę, przy czym aż około 34% na podsadzkę hydrauliczną, zaś tylko około 6% na podsadzkę pneumatyczną.

Plany resortu górnictwa zakładają 26,27, że w 1976 roku zapotrzebowanie na podsadzkę płynną wyniesie około 9,9 mln m³, podsadzkę suchą - około 8,0 mln m³ oraz bezpośrednie lokowanie na dole - około 4,0 mln m³.

Przewiduje się, że w 1976 roku otrzymamy około 15,3 mln m³ kamienia z robót przygotowawczych oraz około 22,4 mln m³ z produkcji zakładów przeróbki mechanicznej (bez Zjednoczenia Dolnośląskiego). Z tej ilości planuje się zużycie części odpadów:

- około 2,9 mln m³ - Zakłady S.A. Haldex,
 - około 3,1 mln m³ - roboty inżynierskie,
 - około 10,3 mln m³ - zwały podziemowe,
 - około 7,7 mln m³ - zwały centralne,
 - około 0,9 mln m³ - zwały nadziemowe (hałdy)
- resztę może wykorzystać na podsadzkę.

Przytoczone dane liczbowe rzucają pewne światło na problem ogólnego zagospodarowania kamienia w górnictwie.

W przypadku ewentualnej budowy zakładów pod ziemią należy od razu przewidzieć taką eksploatację, aby część (procent) eksploatacji na podsadzkę pokrywała swym zapotrzebowaniem produkcję podziemnego zakładu przeróbki mechanicznej węgla. Gdyby produkcja kamienia z zakładu przeróbki mechanicznej przewyższała zapotrzebowanie podsadzki, trzeba by w ten sposób ustawić plany ruchu podziemnego kopalni, aby zapewnić także czas na ewentualne wypełnianie (podsadzanie) starych, nieużytecznych zrobów (chodników, przekopów itp.), które niekiedy są skupiskiem gazów, pyłów itd., a więc i przyczynami wypadków (wybuchy, pożary itd.).

Zalecenia takie, chociaż technicznie trochę uciążliwe, zmusiłyby kierownictwa kopalń do systematycznej likwidacji starych zrobów będących - zdaniem niektórych specjalistów górniczych z zakresu BHP - plagą naszego górnictwa. Dlatego też rozpatrując problem z tego punktu widzenia, należałoby uznać budowę zakładu przeróbki mechanicznej węgla pod ziemią za pozytywną inicjatywę.

Kończąc rozważania na temat eksploatacji z podsadzką przy ewentualnej budowie zakładów przeróbki mechanicznej pod ziemią, wypada jeszcze wspomnieć o pewnych dodatkowych trudnościach technicznych, które występują w toku przygotowywania medium podsadzkowego. Dotychczas podsadzkę przygotowano na powierzchni, a następnie transportowano ją rurociągiem w szybie, dzięki czemu masa transportowanego medium uzyskiwała odpowiednie ciśnienie, a więc i przyspieszenie oraz prędkość.

Podziemny zakład przeróbki mechanicznej wymagałby przygotowywania medium podsadzkowego także w podziemiach. Do jego transportu musiano by wówczas użyć dodatkowej energii, jak i odpowiednio skonstruowanych i zabezpieczonych (wirniki i korpus) pomp. Zgodnie z opinią specjalistów trudności te można jednak pokonać, tym bardziej że aktualnie opracowuje się w Instytucie Technicznej Eksploatacji Źródeł Politechniki Śląskiej oryginalną metodę przygotowania podsadzki hydraulicznej, gdzie woda będzie podawana z powierzchni i dzięki odpowiedniemu rozwiązaniu zabierze przygotowany pod ziemią materiał podsadzkowy [30].

4.13. Lokalizacja zakładu przeróbki mechanicznej węgla pod ziemią

Własna analiza problemu, jak i dyskusje toczone w gronie znawców problematyki budownictwa podziemnego kopalń skłaniają do opowiedzenia się za umieszczeniem zakładu przeróbki mechanicznej węgla pod ziemią w pobliżu szybu (podszybia), a w przypadku kopalń wielopoziomowych na poziomie głównym lub najniższym w obrębie filaru ochronnego szybowego.

Inni sugerują, że zakład taki powinien znajdować się w pobliżu szybu, ale nie w samym filarze szybowym, jak na schemacie - rys. 18. Istnieją również propozycje zlokalizowania zakładu przeróbki mechanicznej węgla na dole, jeśli pozwolą na to warunki geologiczne, mniej więcej w środku rejonów (pól) wydobywczych, jak np. na schemacie - rys. 19, gdzie zaznaczono także ewentualne możliwości obiegu powietrza.

Zasygnalizowany problem będzie wymagał jeszcze odrębnego potraktowania przez specjalistów z zakresu eksploatacji i mechaniki górotworu oraz rozpatrzenia w kontekście konkretnej propozycji projektowej.

4.14. Montaż i praca maszyn przeróbczych pod ziemią

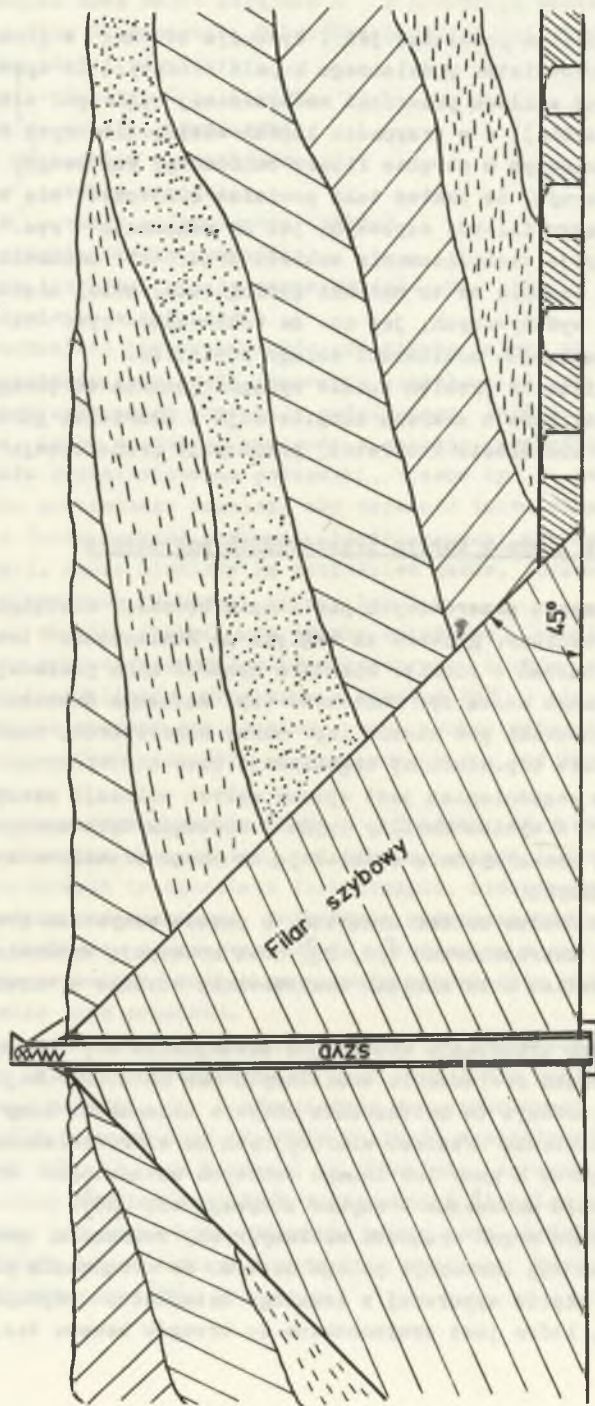
Montaż maszyn przeróbczych pod ziemią będzie, niewątpliwie, w pewnym stopniu utrudniony, głównie ze względu na konieczność transportu elementów tych urządzeń w pionie. Niektóre spośród nich posiadają duże gabaryty, a tym samym muszą być montowane (np. łączenia śrubami, spawania itp.) dopiero w komorach pod ziemią (np. wanny separatorów, osadzarka itp.), co wymagać będzie odpowiedniej organizacji prac montażowych.

Odrębnym zagadnieniem jest sprawa wpływu wibracji maszyn przeróbczych na górotwór. W wyniku analizy typów i rodzajów tych maszyn ustalono, że najbardziej niekorzystnie oddziałują na niego przesiewacze układów drgająco-wibrujących.

Mając na uwadze montaż urządzeń, a przede wszystkim pracę przesiewaczy pod ziemią, zaproponowano [28, 29] nową koncepcję wytłumiania drgań, która z powodzeniem może znaleźć zastosowanie właśnie w warunkach płuczki podziemnej.

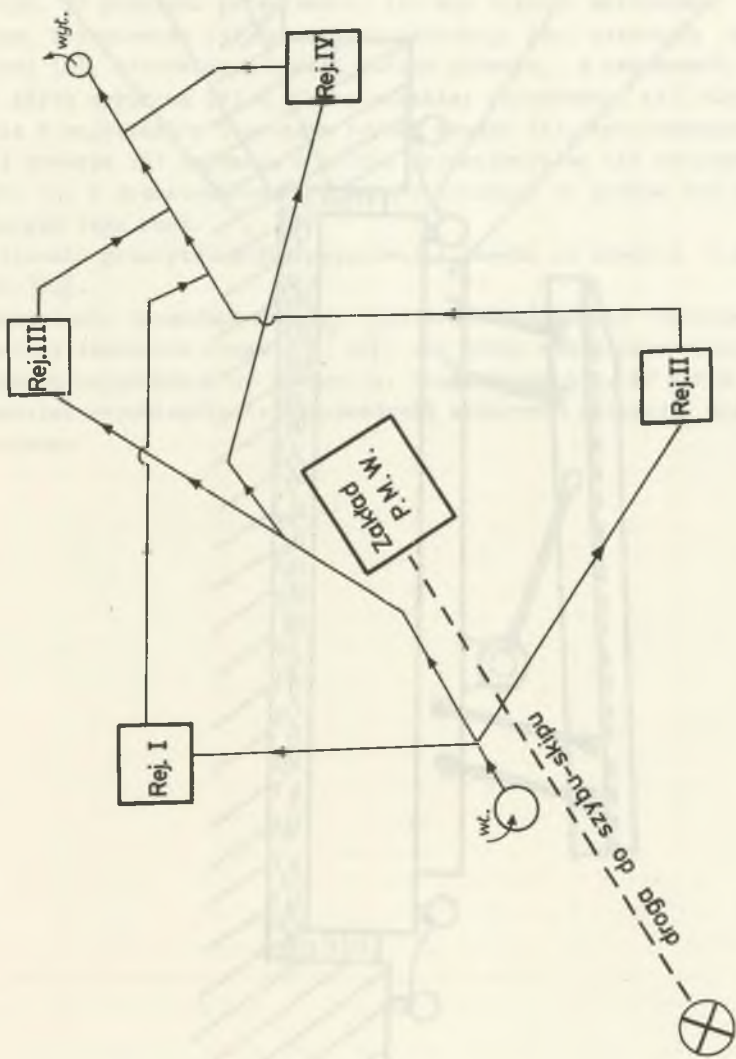
Dotychczas urządzenia wibracyjne zabezpiecza się przed niepożądanymi drganiami przez zawieszanie dodatkowych mas na konstrukcji nośnej urządzeń, ale powoduje to zwiększenie zużycia materiału. Inny znany sposób polega na ustawianiu urządzeń wibracyjnych na wibroizolatorach, stanowiących rodzaj podpórek z gumy lub innego tworzywa sztucznego. Wibroizolatory te są jednak mało skuteczne i szybko zużywają się [25].

Wytłumiania drgań urządzeń wibracyjnych, zwłaszcza przesiewaczy, według założeń tej koncepcji polega na tym, że urządzenie wibracyjne umieszcza się na płycie wyporowej z lekkiego materiału, najlepiej z tworzywa sztucznego, która jest przymocowana do brzegów basenu tak, aby miała ogra-

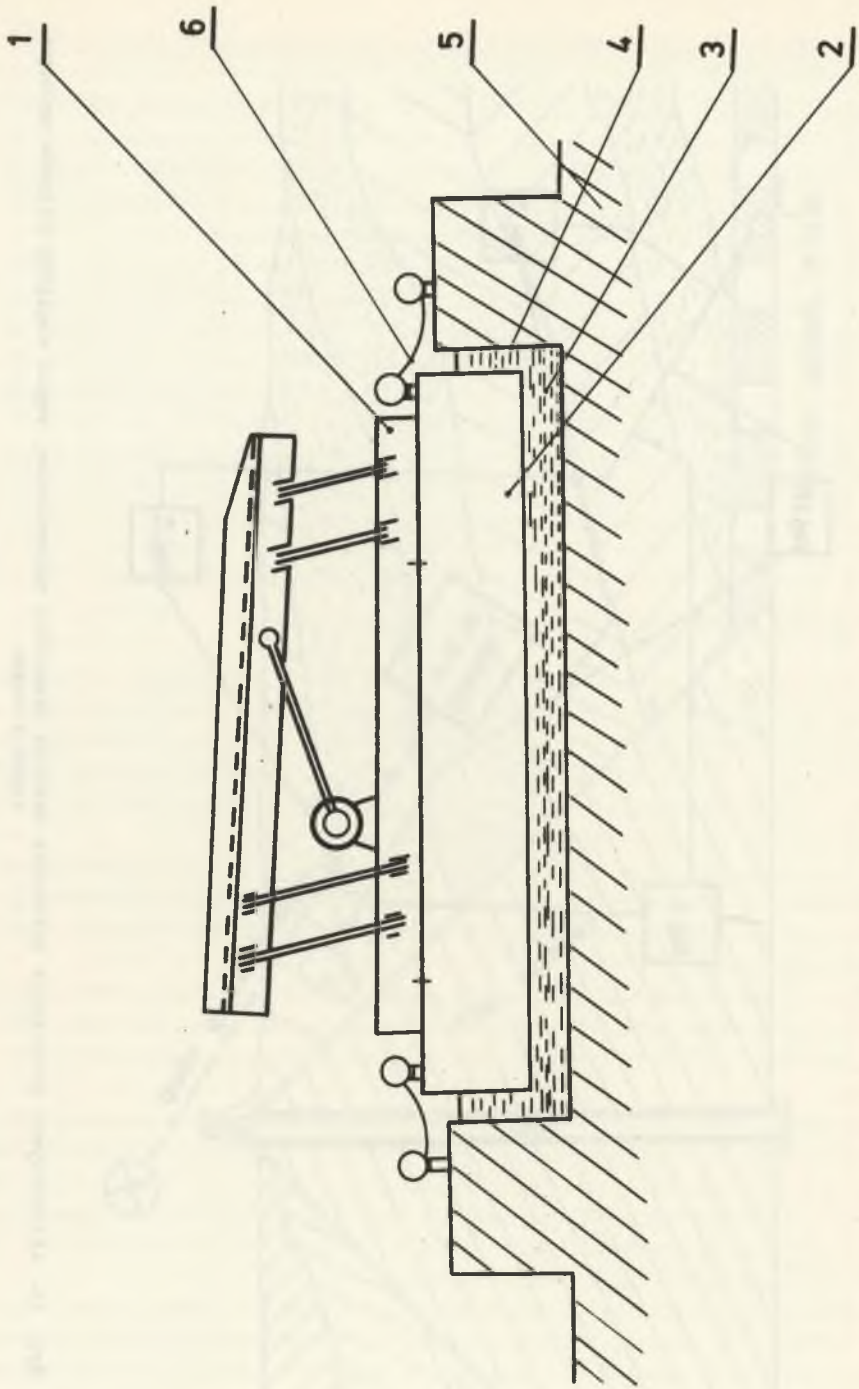


Komory zakładu P. M.W.

rys. 18. Alternatywna propozycja położenia zakładu przeróbki mechanicznej węgla względem filara szybowego



Rys. 19. Alternatywna propozycja położenia zakładu przeróbki mechanicznej, węgla względem rejonów wydobywczych i szybu



Rys. 20. Wyporowy sposób tłumienia drgań przesiewaczy

niczona swobodę ruchu we wszystkich kierunkach. Płytę zanurza się w cieczy jednorodnej oleistej, wypełniającej basen.

Metoda ta pozwala uniknąć zawieszania zbędnych mas na konstrukcji nośnej urządzeń oraz wytłumić w znacznym stopniu hałas.

Na rys. 20 pokazano przesiewacz, którego drgania wytłumiono omawianym sposobem. Przesiewacz (1) dowolnej konstrukcji jest ustawiony na płycie wyporowej (2), stanowiącej rodzaj dużego pływaka, w ten sposób pływa (1) wraz z płytą wyporową (2) w cieczy ciężkiej jednorodnej (3). Ciecz ta znajduje się w zagłębieniu tworzącym rodzaj basenu (4), wybudowanego w podziemnej komorze (5) zakładu, w której przesiewacz ma być umieszczony.

Płyta (2) z przesiewaczem (1) jest zamocowana za pomocą cum (6), ograniczających jego ruch.

Obliczenia gabarytów płyty wyporowej i basenu są zawarte w publikacji autorów [28].

W Instytucie Przeróbki Kopalni Politechniki Śląskiej opracowano także inne metody tłumienia drgań [24, 29]^o, ale wyżej wymieniona wydaje się być najlepsza i najprostsza do wykonania. Przypuszcza się, że takie rozwiązanie umożliwi zapobiegnięcie ewentualnemu wpływowi wibracji przesiewaczy na górotwór.

5. WNIOSKI KOŃCOWE

Z przeprowadzonych w pracy analiz zagadnienia z obliczeń wykonanych według przyjętej metodyki, a także z owocnej dyskusji nad interesującym nas problemem w gronie inżynierów różnych specjalności poczyniono wiele spostrzeżeń, które można ująć w formie ogólnych wniosków końcowych.

1. Granica opłacalności budowy podziemnej inwestycji zakładu przeróbki mechanicznej węgla jest zależna przede wszystkim od wartości, jakie przyjmują następujące czynniki:

- objętość wyrobisk górniczych przygotowanych specjalnie dla zakładu przeróbki mechanicznej węgla pod ziemią, V
- wychód odpadów w węglu surowym, ϕ_0
- głębokość szybu, H .

2. Funkcję efektywności podziemnej inwestycji zakładu przeróbki mechanicznej można ustalić jako tzw. rekompensatę, tzn. oszczędność lub stratę złotych w ciągu roku, otrzymaną w wyniku prowadzenia przeróbki mechanicznej węgla pod ziemią w stosunku do prowadzenia przeróbki mechanicznej węgla na powierzchni; kryterium opłacalności takiej inwestycji stanowi równanie empiryczne o prostej postaci matematycznej $\Delta Z = f(V, \phi_0, H)$.

3. Wzrost kosztów jednostkowych produkcji brutto około 10 000 t/dobę modelowego, a zarazem typowego zakładu przeróbki mechanicznej węgla energetycznego (tzn. bez wzbogacania mułków) pod ziemią o wydajności dobowej w stosunku do identycznego zakładu na powierzchni waha się w granicach od około 3,335 zł/t do około 6,444 zł/t nadawy. Koszty te kształtują się w zależności od sposobu obliczania przewidywanych nakładów finansowych, przeznaczonych na przygotowanie wyrobisk komorowych dla tych maszyn i urządzeń przeróbczych, które będą zlokalizowane pod ziemią. Są to maszyny i urządzenia następujących operacji: klasyfikacji wstępnej, rozdrabniania, wzbogacania, odwadniania produktów wzbogacania i odwadniania zawiesin.

4. Budowa podziemnego zakładu przeróbki mechanicznej węgla jest opłacalna tylko przy znacznych wychodach kamienia w węglu surowym ϕ_0 i znacznych głębokościach szybu H , gdyż rosną wówczas koszty transportu pionowego, a tym samym wzrośnie oszczędność wynikająca z pozostawienia kamienia na dole, która może zrekompensować wyższe koszty produkcji w podziemnym zakładzie przeróbki mechanicznej węgla.

5. Ewentualny zakład przeróbki mechanicznej węgla pod ziemią musi być zaprojektowany łącznie z eksploatacją pokładów i drogami transportowymi. Projekt powinien zatem przewidywać zagospodarowanie w pełni odpadów pod ziemią, w związku z tym realizacja takiej inwestycji będzie możliwa w zasadzie tylko w kopalniach nowo projektowanych.

6. Budowa zakładu przeróbki mechanicznej węgla pod ziemią jest inwestycją bardzo drogą, skomplikowaną i nowatorską; należy się liczyć z pewnymi dodatkowymi trudnościami, które mogą wystąpić przy realizacji inwestycji, a których może projekt nie przewidzieć.

7. Zakład przeróbki mechanicznej węgla budowany pod ziemią powinien być w pełni doinwestowany; nie może być obiektem tymczasowym i prowizorycznym.

8. Celowe jest wykonanie projektu wstępnego oraz wyceny ekonomicznej zakładu przeróbki mechanicznej węgla pod ziemią dla konkretnego przykładu nowo budowanej kopalni, wzbogacającego tylko sortymenty grube (ciecz ciężka). Pozwoli to uzyskać oszczędności z tytułu ograniczenia gospodarki wodno-mułowej, zaś miały będą suche, co ułatwi transport, załadunek i rozładunek materiału w szybie. Prace nad takim projektem należy uznać za uzasadnione tylko wówczas, gdy dla znanych warunków budowy kopalni i zakładu (V , σ_0 , H) kryterium opłacalności ΔZ określone w tej pracy przyjmie wyrażne wartości dodatnie.

9. Projekt zakładu przeróbki mechanicznej węgla pod ziemią musi być realizowany przez zespoły techniczne różnych specjalistów górniczych przy ścisłej ich współpracy pod jednolitym kierownictwem.

LITERATURA

- [1] Meier H.: Zur Aufbereitung der Rohförderkohle unter Tage. Glückauf, 49/50, 1952.
- [2] Wrozowski M.: Referat sprawozdawczy z pobytu polskiej delegacji na Międzynarodowym Kongresie Górniczym w Limie (Peru) - 1974.
- [3] Olszowski J.: Wstępne wzbogacanie węgla pod ziemią. Część I. Studium literatury zagranicznej z zakresu podziemnego wzbogacania węgla. Dokumentacje GIG - NT XX. 8.1.2 - 1967.
- [4] Olszowski J.: Wstępne wzbogacanie węgla pod ziemią. Część II. Badania laboratoryjne i półprzemysłowe na stanowisku doświadczalnym GIG - Dokumentacje GIG - NT XX. 8.1.2.2 - 1967.
- [5] Olszowski J.: Badania rozruchowe w płuczce podziemnej kopalni "Makoszowy" na poz. 530 m. Dokumentacje GIG - U.K./T. - XX. 2 - 1969.
- [6] Piławski J.: Instrukcja ogólna w sprawie obliczania efektywności ekonomicznej inwestycji. PWE - 1962.
- [7] Nawrocki J.: Naprawa i montaż maszyn przerobczych. Skrypt Pol. Śl. - 1974. Nr 411.
- [8] Kostrz J., Pogoda W.: Górnictwo, cz. II - Wyd. "Śląsk" 1970.
- [9] Nawrocki J., Piecuch T., Szołtysek A.: Sposób i urządzenie do transportu pionowego urobku. Zgłoszenie Patentowe Pol. Śl. - P-180074.
- [10] Klich P.: Koszty przeróbki mechanicznej węgla. Biuletyn J-MZPW, Z. 5, 1973.
- [11] Katalog pomp. POWEN - Zabrze, 1968.
- [12] Katalog rurociągów. Energomontaż.
- [13] Cennik rurociągów i armatury Nr 31-Z/70.
- [14] Cennik pomp Nr 3-Z/72.
- [15] Informator techniczno-handlowy. Armatura rurociągów. Energomontaż.
- [16] Wytyczne do projektowania Zakładu Przeróbki Mechanicznej Węgla - B.P. SEPARATOR - 1975.
- [17] Poradnik Górnika, tom II, część II. Katowice, WGH, 1959.
- [18] Van Hung Vuong: Kompleksowa organizacja drażenia wyrobisk korytarzowych kamiennych. Gliwice, 1973. Praca doktorska.
- [19] Przybyła H.: Model organizacyjnej synchronizacji robót przygotowawczych z eksploatacyjnymi. Praca doktorska 1973.
- [20] Wojciechowski L.: Informator dla budowlanych. Wyd. Arkady, Warszawa 1974.
- [21] Paździora J. i inni: Katalog cen obiektów kopalń węgla kamiennego wg projektów technicznych. Materiały pomocnicze do Z.T.E. Katowice 1974.
- [22] Świst E., Strózik E.: Wyrobiska podziemnej elektrowni wodnej. Porąbka - Zar. Projekty - Problemy 1975/2.
- [23] Nawrocki J., Piecuch T.: Sposób wytłumiania drgań urządzeń wibracyjnych zwłaszcza przesiewaczy. Zgłoszenie Patentowe - 819/36 Pol.Śl. - P 179436.

- [24] Nawrocki J., Piecuch T.: Sposób wytłumiania drgań urządzeń wibracyjnych, zwłaszcza przesiewaczy. Zgłoszenie Patentowe - 823/40 Pol. Śl. P-179513.
- [25] Grabowski J.: Przegląd wibroizolatorów. Przegląd techniczny, 4/1975.
- [26] Kulpiński J., Adamek R.: Postęp techniczny w technologii hydraulicznej podszadzki wyrobisk. Wiadomości Górnicze Nr 5/1965.
- [27] Paździóra J.: Praca zbiorowa. Kompleksowe zagospodarowanie kamienia i innych odpadów z kopalń węgla kamiennego. Opracowanie GBSiPG, Katowice 1974.
- [28] Nawrocki J., Piecuch T.: Nowa koncepcja montażu przesiewaczy na zakładach przerobczych pod kątem tłumienia drgań. Zeszyty Naukowe Pol. Śl. - Górnictwo 69 - 1976.
- [29] Nawrocki J., Piecuch T.: Sposób tłumienia drgań urządzeń wibracyjnych, zwłaszcza przesiewaczy. Zgłoszenie Patentowe - Pol. Śl. P-179514.
- [30] Adamek R., Palarski J.: Nowa koncepcja przygotowania podszadzki hydraulicznej. Prace Instytutu Technicznej Eksploatacji Ziół - Pol. Śl.
- [31] Piecuch T., Opiełka J.: Techniczno-ekonomiczna analiza pracy zakładów utylizacji hałd. Biuletyn SITG - Informacja Techn.-Ekonom. J-MZPW, Zeszyt 5, 1973.
- [32] Sówka J., Piecuch T.: Możliwość a celowość utylizacji hałd Jaworznicko-Mikołowskiego Zjednoczenia Przemysłu Węglowego. Biuletyn SITG - J-MZPW, Zeszyt 2, 1974.
- [33] Sówka J., Piecuch T., Sówka R., Szyszka Fr.: Opracowanie technologii procesu filtracji dla zawieszin popłuczkowych zakładu przeróbki mechanicznej kopalni "Mysłowice" pod kątem zamknięcia obiegu wodno-mułowego. NB-486/377/RG-5.
- [34] Korol D., Olszowski J.: Płuczka podziemna i sortownia odwadniająca dla hydrotransportu ciśnieniowego. Prace GIG - Seria A, Komunikat Nr 311.
- [35] Katalog - Wibroizolatory. SID - Zabrze, ul. Wolności 278.
- [36] Hermanowski H. i inni: Przykłady i zadania z ekonomiki przemysłu. PWN - Warszawa 1973.
- [37] Piecuch T., Czypionka T.: Techniczno-ekonomiczna analiza możliwości utylizacji hałd Dąbrowskiego Zjednoczenia Przemysłu Węglowego (zgłoszono do druku w Zeszytach Naukowych AGH).

STUDIUM TECHNICZNO-EKONOMICZNE
BUDOWY ZAKŁADÓW PRZERÓBKII MECHANICZNEJ WĘGLA POD ZIEMIĄ
NA DUŻYCH GŁĘBOKOŚCIACH

S t r e s z c z e n i e

W pracy omówiono bardzo trudne, skomplikowane w praktycznej realizacji a tym samym dyskusyjne zagadnienie możliwości a celowości budowy zakładów przeróbki mechanicznej węgla pod ziemią na dużych głębokościach. Dokonano analizy istniejących doświadczeń w tym względzie a następnie na bazie dwu typowych zakładów modelowych o identycznej mocy przerobowej na powierzchni i pod ziemią wg założonej w tej pracy metodyki obliczeń porównano efektywność pracy obydwu zakładów. Końcowym rezultatem prowadzonej analizy jest ustalenie równań analityczno-empirycznych określających jako zmienną zależną tzw. rekompensatę ΔZ , tzn. zysk lub stratę zł/rok z tytułu budowy i eksploatacji zakładu przeróbki mechanicznej węgla pod ziemią w stosunku do budowy i eksploatacji tego zakładu na powierzchni od najważniejszych czynników zmiennych niezależnych jak wychodu odpadów w węglu surowym ϕ_0 , głębokości szybu H oraz pojemności podziemnych komór przygotowanych specjalnie (wybierka i obmurówka) jako pomieszczeń dla maszyn i urządzeń zakładu przerobczego V . Zestaw tych równań stanowiących meritum tego opracowania ujmuje tablica 51. Dyskusja tych równań wskazuje, że po przekroczeniu pewnych wartości wielkości ϕ_0 , H oraz V istnieje kalkulatorywność budowy zakładów przeróbki mechanicznej węgla pod ziemią, tzn. wówczas gdy wartość $\Delta Z > 0$.

ИЗУЧЕНИЕ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ СТРОИТЕЛЬСТВА ПРЕДПРИЯТИЙ
МЕХАНИЧЕСКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ УГЛЯ ПОД ЗЕМЛЁЙ НА БОЛЬШИХ ГЛУБИНАХ

С о д е р ж а н и е

В настоящей работе исследован очень трудный, сложный в практическом осуществлении, а тем самым дискуссионный вопрос возможности и целесообразности строительства предприятия механической переработки угля под землёй на больших глубинах. Произведён анализ имеющихся по этому вопросу опытов, а затем на базе двух типичных модельных предприятий с идентичной перерабатывающей мощностью на поверхности и под землёй согласно принятой в данной работе методике вычислений была сравнена эффективность работы обоих предприятий. Конечным результатом производимого анализа является установление аналитические - эмпирических уравнений, определяющих как зависимое переменное так называемую компенсацию ΔZ т.е. прибыль или страту зл./год. в связи со строительством и эксплуатацией предприятия механической переработки угля под землёй по отношению к строительству и эксплуатации этого предприятия на поверхности по сравнению с важнейшими факторами зависимыми от переменных как выход отходов в необработанном угле ϕ_0 с глубиной ствола H , а также объём подземных специально подготовленных камер разработка и обмуровка - помещений для машин и оборудования перерабатывающего предприятия V . Состав этих уравнений являющихся сутью, данной работы представляет таблица 51.

Анализ этих уравнений показывает что после превышения некоторых значений величины ϕ_0 , H , а также V оправдывается расчёт подземного строительства предприятий механической переработки угля т.е. $\Delta Z > 0$.

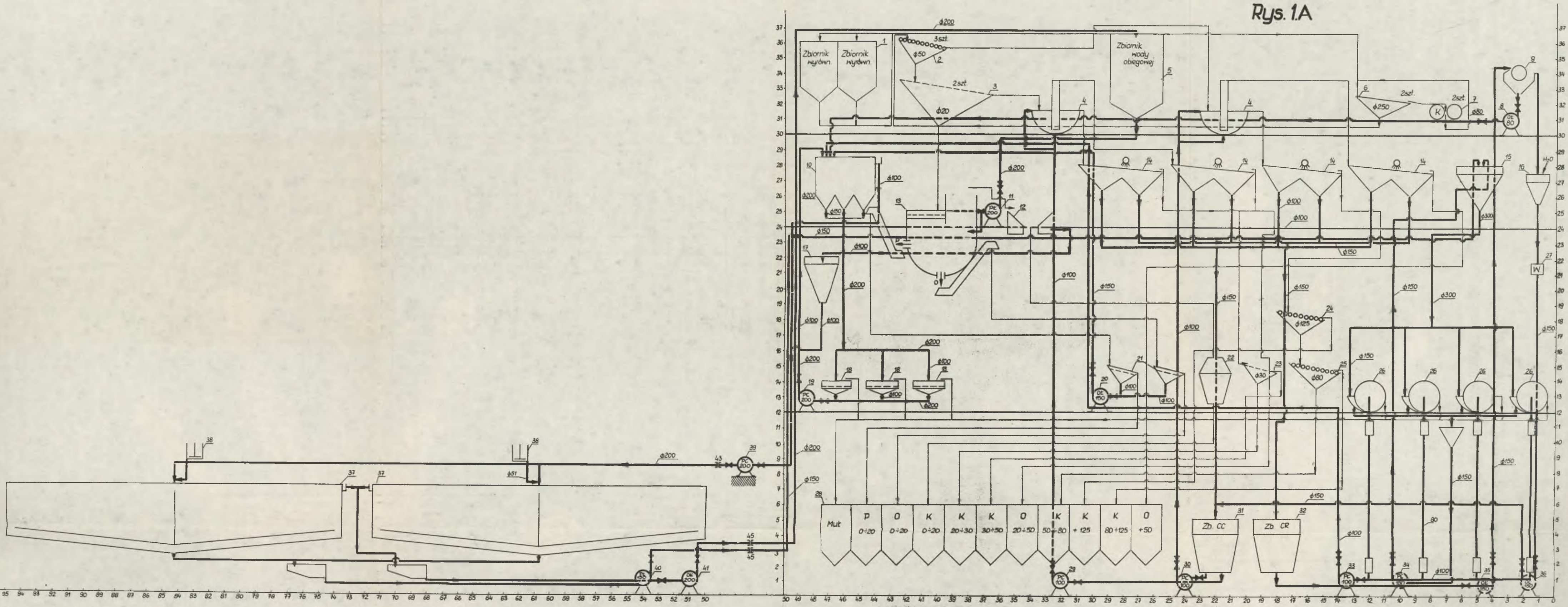
STUDIES OF TECHNOLOGICAL - ECONOMIC
IN BUILDING OF UNDERGROUND WORKS FOR MECHANICAL DRESSING
OF COAL IN GREAT DEPTH

S u m m a r y

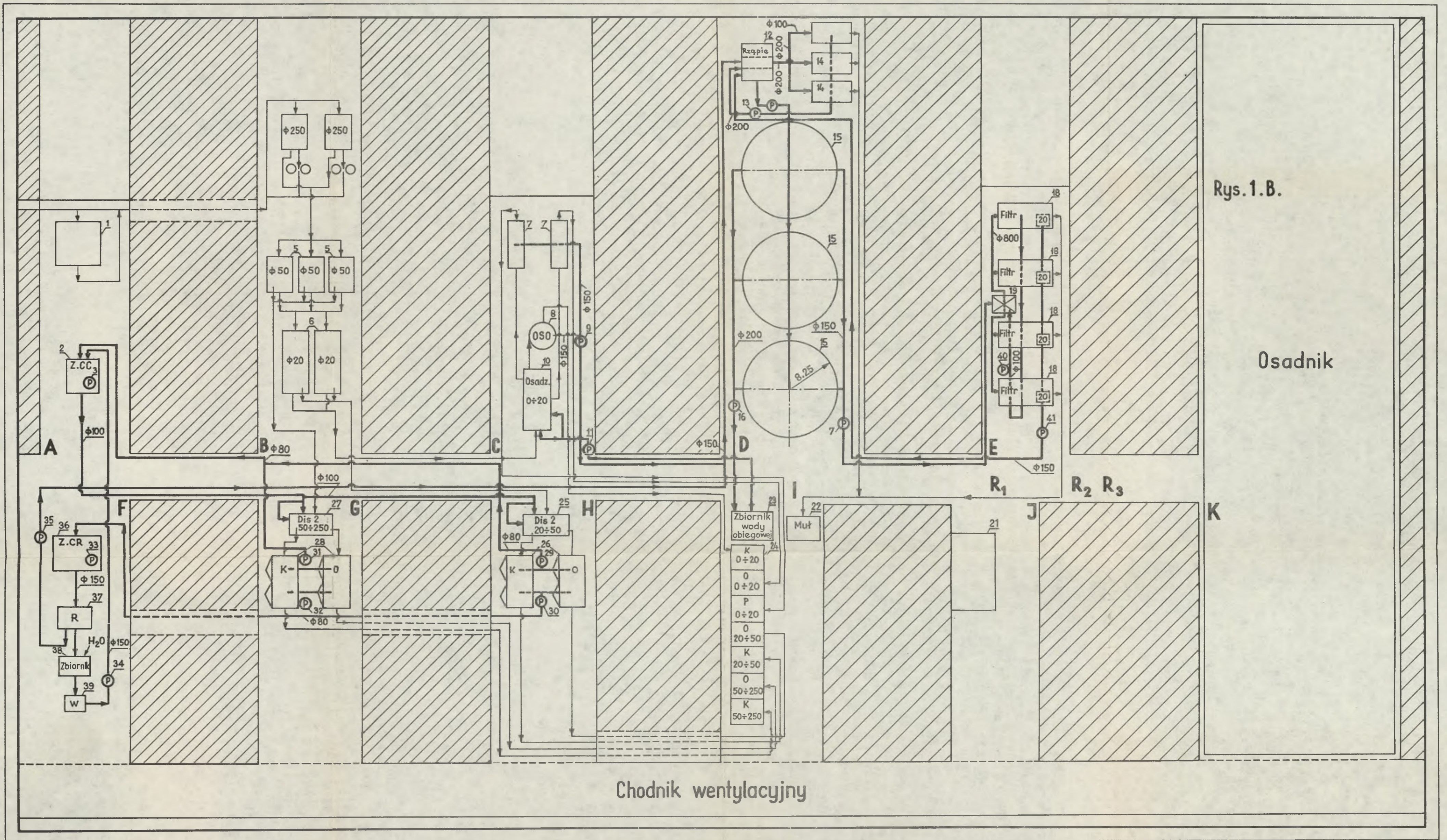
In this study a controversial problem of possibility dealing with the purpose of building underground works for mechanical dressing of coal in great depth, very difficult and complicated in its realization in practice, has been discussed in full. An analysis was made of existing experiments of the problem in question and then a comparison made according to the accepted in this paper method of calculation, between effectiveness of the two selected typical model works with the identical efficiency of dressing one above and one under the surface of the earth.

The final result of the carried analysis is to establish analytical-empirical equations determining as a dependent variable so called ΔZ compensation i.e. profit or loss in $z\$/year$. This ΔZ compensation develops because of building and exploitation of the underground works of mechanical coal dressing in relation to the similar building and exploitation of such works above the earth surface and it depends on the most important factors of independent variables such as outcrop of mucks ϕ_0 in raw coal, the depth of shaft H , and underground capacity of stalls specially prepared (excavation and lining) as the rooms for machines and technical devices of the dressing works V . The set of the equations which are the core of this paper is shown in table 51. Discussion over the equation indicates that after having exceeded certain values of ϕ_0 , H and V there exists calculation of the underground works of mechanical dressing of coal then when values of $\Delta Z > 0$.

Rys. 1A



95 94 93 92 91 90 89 88 87 86 85 84 83 82 81 80 79 78 77 76 75 74 73 72 71 70 69 68 67 66 65 64 63 62 61 60 59 58 57 56 55 54 53 52 51 50 49 48 47 46 45 44 43 42 41 40 39 38 37 36 35 34 33 32 31 30 29 28 27 26 25 24 23 22 21 20 19 18 17 16 15 14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1



Rys. 1.B.

Osadnik

Chodnik wentylacyjny

