

**ZESZYTY  
NAUKOWE  
POLITECHNIKI  
ŚLĄSKIEJ**

**MAŁGORZATA KOZDRÓJ-WEIGEL**

**ANALIZA SYSTEMOWA  
KIEROWANIA PRODUKCJĄ GÓRNICZĄ**

**GÓRNICtwo**

**Z. 151  
GLIWICE  
1988**



**POLITECHNIKA ŚLĄSKA**

**ZESZYTY NAUKOWE**

**Nr 1015**

**MAŁGORZATA KOZDRÓJ-WEIGEL**

**ANALIZA SYSTEMOWA  
KIEROWANIA PRODUKCJĄ  
GÓRNICZĄ**

**GLIWICE**

**1988**

## OPINIODAWCY

Prof. dr hab. inż. Włodzimierz Sitko

**Doc. dr hab. Stanisława Pankiewicz**

## KOLEGIUM REDAKCYJNE

REDAKTOR NACZELNY — Prof. dr hab. inż. Wiesław Gabzdyl  
REDAKTOR DZIAŁU — Prof. dr hab. inż. Mirosław Chudek  
SEKRETARZ REDAKCJI — Mgr Elżbieta Stinzing  
CZŁONKOWIE KOLEGIUM — Prof. dr hab. inż. Adolf Maciejny  
— Prof. dr inż. Stanisław Malzacher  
— **Prof. dr hab. inż. Bronisław Skinderowicz**

## OPRACOWANIE REDAKCYJNE

Mgr Anna Błażkiewicz

Wydano za zgodą  
Rektora Politechniki Śląskiej

PL ISSN 0372-9508

Dział Wydawnictw Politechniki Śląskiej

ul. Kujawska 3, 44-100 Gliwice

---

Nakł. 170+55 Ark. wyd. 6,6 Ark. druk. 7,375 Papier offset, kl. III 70x100, 70 g  
Oddano do druku 26.05.87 Podpis. do druku 23.05.88 Druk ukończ. w lipcu 1988  
Zam. 484/87 L-24 Cena zł 132,—

---

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

## SPIS TREŚCI

	Str.
WSTĘP .....	9
1. ANALIZA SYSTEMOWA KIERUNKÓW KSZTAŁCENIA I DOBORU KADR KIEROWNICZYCH .....	15
1.1. Kierunki kształcenia .....	15
1.2. Dobór kadr kierowniczych .....	23
1.2.1. Metoda programowania dynamicznego .....	23
1.2.2. Metoda probabilistyczna .....	35
2. PROJEKTOWANIE STRUKTURY ORGANIZACYJNEJ KOPALŃ .....	39
2.1. Wprowadzenie .....	39
2.2. Typologiczny podział kopalń metodą zmiennych losowych wielowymiarowych .....	42
2.2.1. Metoda zmiennych losowych wielowymiarowych .....	42
2.2.2. Przygotowanie materiału statystycznego .....	46
2.2.3. Zastosowanie metod grupowania zmiennych losowych wielowymiarowych dla podziału typologicznego kopalń .....	50
2.2.4. Analiza typologicznego podziału kopalń .....	52
2.2.5. Metoda mierzenia stopnia rozwoju kopalń .....	53
2.3. Wybór z grupy kopalń jednorodnych kopalń o najkorzystniejszej strukturze organizacyjnej .....	54
2.3.1. Zakłócenia w realizacji zadań planowych kopalń węgla kamiennego .....	54
2.3.2. Stochastyczny model badań zakłóceń w produkcji w kopalni o danej strukturze organizacyjnej .....	60
2.4. Optymalne strategie obciążenia wg stanowisk pracy w KWK ...	72
2.4.1. Chłonność pracy na poszczególnych stanowiskach w KWK .....	72
2.4.2. Model badań chłonności pracy na danym stanowisku pracy w KWK .....	73
2.4.3. Przykład zastosowania modelu w praktyce .....	76
2.5. Wyznaczenie optymalnej liczby osób dozoru niższego i wyższego oraz koniecznej liczby poziomów hierarchicznych ....	80
2.5.1. Wyznaczenie optymalnej liczby osób dozoru podporządkowanych kierownikowi oddziału .....	80
2.5.2. Praktyczny przykład zastosowania modelu .....	81

	Str.
2.5.3. Wyznaczenie optymalnej liczby oddziałów ze strukturą obciążenia oraz liczby poziomów hierarchicznych dla danej KWK .....	84
2.6. Wnioski .....	85
3. SYSTEMOWE KIEROWANIE KOPALNIĄ .....	87
3.1. Wprowadzenie .....	87
3.2. Model organizacyjny kopalni zautomatyzowanej .....	90
3.2.1. Zasady budowy modelu .....	91
3.2.2. Ramowy podział czynności .....	93
3.3. Projektowanie systemu zarządzania z wykorzystaniem elektronicznych maszyn cyfrowych .....	94
LITERATURA .....	108
STRESZCZENIA .....	112

## СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
ВВЕДЕНИЕ .....	9
<b>1. СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ НАПРАВЛЕНИЙ ОБУЧЕНИЯ И ПОДБОРА УПРАВЛЯЮЩЕГО ПЕРСОНАЛА .....</b>	<b>15</b>
1.1. Направления обучения .....	15
1.2. Подбор управляющего персонала .....	23
1.2.1. Метод динамического программирования .....	23
1.2.2. Стохастический метод .....	35
<b>2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИОННОЙ СТРУКТУРЫ ШАХТ .....</b>	<b>39</b>
2.1. Введение .....	39
2.2. Топологическое деление шахт по методу случайных многомерных величин .....	42
2.2.1. Метод случайных многомерных величин .....	42
2.2.2. Подготовка статистического материала .....	46
2.2.3. Применение методов группирования случайных многомерных величин для топологического деления шахт .....	50
2.2.4. Анализ топологического деления шахты .....	52
2.2.5. Метод измерения степени развития шахт .....	53
2.3. Выбор из группы однородных шахт, шахт с наилучшей организационной структурой .....	54
2.3.1. Помехи в реализации плановых заданий шахт каменного угла .....	54
2.3.2. Стохастическая модель исследования производственных помех в шахте с данной организационной структурой .....	60
2.4. Оптимальная стратегия размещения по рабочим местам в ШКУ ..	72
2.4.1. Поглотительная способность работы на отдельных местах в ШКУ .....	72
2.4.2. Модель исследований поглотительной способности работы на данном рабочем месте в ШКУ .....	73
2.4.3. Пример применения модели на практике .....	76
2.5. Определение оптимального числа надзирательского нижнего и высшего персонала а также необходимое число иерархических уровней .....	80
2.5.1. Определение оптимального числа надзирательского персонала, подчиненного начальнику отдела .....	80
2.5.2. Практический пример применения модели .....	81

	Стр.
2.5.3. Определение оптимального количества отделов со структурой размещения а также числа иерархических уровней для данной ШКУ .....	84
2.6. Выводы .....	85
3. СИСТЕМНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ШАХТОЙ .....	87
3.1. Введение .....	87
3.2. Организационная модель автоматизированной шахты .....	90
3.2.1. Принципы построения модели .....	91
3.2.2. Общее деление действий .....	93
3.3. Проектирование системы управления с использованием электронноцифровой техники. ....	94
ЛИТЕРАТУРА .....	108
РЕЗЮМЕ .....	112



## CONTENTS

	Page
INTRODUCTION .....	9
1. SYSTEM ANALYSIS OF TRENDS IN EDUCATION AND CHOICE OF MANAGEMENT STAFF .....	15
1.1. Trends of the education .....	15
1.2. Choice of the management staff .....	15
1.2.1. Dynamic programming technique .....	23
1.2.2. Probabilistic method .....	35
2. DESIGN OF THE ORGANIZATION STRUCTURE OF MINES .....	39
2.1. Introduction .....	39
2.2. Typologic division of mines by the method of multivariant random variables .....	42
2.2.1. A method of multivariant random variables .....	42
2.2.2. Preparation of statistical material .....	46
2.2.3. The use of the method of multivariant random variables grouping for typologic division of mines .....	50
2.2.4. Analysis of typologic division of mines .....	52
2.2.5. A method of measurement of development degree in the mines .....	53
2.3. The choice of mines with the most advantageous organization structure in the group of homogenous mines .....	54
2.3.1. Disturbances in the realization of plan tasks in the coal mines .....	54
2.3.2. A stochastic model of disturbances investigation in the production of mines with given organization structure .....	60
2.4. Optimal strategies of posts facing in the coal mine .....	72
2.4.1. Work absorptivity in the given posts .....	72
2.4.2. Model of the work absorptivity investigation in the given post .....	73
2.4.3. An example of the practical use of the model .....	76
2.5. Assignment of the optimal number of supervision of lower and higher level and the number of levels .....	80
2.5.1. Assignment of the optimal number of supervision persons dependent of department manager .....	80
2.5.2. Practical example of the use of the model .....	81

	Page
2.5.3. Assignment of the optimal number of departments with the facing structure and the number of hierarchical levels for given coal mine .....	84
2.6. Conclusions .....	85
3. SYSTEM MANAGEMENT OF THE MINE .....	87
3.1. Introduction .....	87
3.2. Organization model of automatized mine .....	90
3.2.1. Principle of model building .....	91
3.2.2. Frame division of activities .....	93
3.3. Management system design using computers .....	94
REFERENCES .....	108
SUMMARIES .....	112

## WSTĘP

Przez analizę systemową należy rozumieć metody rozwiązywania złożonych problemów związanych z doskonaleniem funkcjonowania organizacji w płaszczyźnie ekonomicznej, społecznej i ekologicznej [13].

Analiza systemów jest dziedziną nauki, która według R. Kulikowskiego, L. Krusia, A. Straszaka, K. Cichockiego i R. Ostrowskiego [34] w ostatnich latach rozwija się bardzo intensywnie, czego wyrazem jest szersze stosowanie jej w górnictwie.

Ze względu na wielorakość i złożoność problemów związanych z produkcją górnictwem konieczne jest dobre przygotowanie inżynierów, właściwy dobór kadr kierowniczych, dobrej struktury organizacyjnej oraz pełniejsze wykorzystanie elektronicznej techniki obliczeniowej.

Zakres prac obejmujący systemowe kierowanie produkcją górnictwem poprzez jej projektowanie tak dla kopalń nowych, rekonstruowanych, czynnych o ustabilizowanym wydobyciu i w toku likwidacji jest zróżnicowany, a w szczególności rozszerzony zakres obejmuje kopalnie nowe w obrębie danego rejonu węglowego. Dalsze pogłębianie zróżnicowania wynika z warunków naturalnych wymagających bardziej złożonych rozwiązań technologicznych i bezpieczeństwa załóg. W konsekwencji powoduje to wydłużenie się horyzontu realizacji przedsięwzięć dla uzyskania założonej produkcji górnictwem. Szczęólnego znaczenia w tym przypadku nabiera postulat oszczędności czasu. Dla spełnienia tego postulatu konieczna jest umiejętność opracowania i wdrożenia nowoczesnych metod projektowania, które umożliwiłyby wyznaczenie planów, wykonania zadań w czasie, odpowiadających tylko efektywnym realizacjom przedsięwzięć.

Wykorzystując matematyczne metody optymalizacyjne i elektroniczną technikę obliczeniową kierownictwo kopalni może wybrać spośród projektów efektywnych projekt najbardziej w danych warunkach ekonomicznie uzasadniony spełniający warunki bezpiecznej pracy.

Efektywność ekonomiczna prac inżynierskich w górnictwie zaczyna się już od koncepcji rozwiązania problemu projektowego produkcji górnictwem dla kopalń węgla nowo budowanych. Jak wielki jest zakres kierowniczych prac inżynierskich w górnictwie, zostanie to w skrócie naszkicowane w tym wstępie.

Po rozpoznaniu podziemnych złóż kopaliny użytecznej wstępna czynnością inżynierów przy każdej inwestycji jest studium programowe, którego przedmiotem jest rozważanie (w zarysach) różnych możliwości usytuowania kopalni

lub kopalń zarówno z technicznego, jak też i gospodarczego punktu widzenia, w obrębie danego rejonu węglowego.

Aby racjonalnie zaprojektować kopalnię lub kilka kopalń w obrębie rejonu węglowego i nie chcąc popełnić błędów w projektowaniu ich powiązań zewnętrznych, należy równocześnie z koncepcją rejonu węglowego opracować, przynajmniej w formie koncepcji, pozostałe nowe kopalnie danego rejonu węglowego oraz ująć w formie projektów podstawowych rekonstrukcję kopalń czynnych. Nie można bowiem mówić o racjonalnym ustaleniu granic obszarów górniczych, nie mając wcześniej opracowanych regionów geologicznych, ponieważ może zajść przypadek, że:

- a) rejon węglowy pokrywa się z regionem geologicznym,
- b) rejon węglowy obejmuje tylko część regionu geologicznego,
- c) rejon węglowy sięga poza jeden region geologiczny.

Rozpoznanie geologiczne musi obejmować w przypadku a) i b) cały dany region geologiczny, w przypadku c) wszystkie regiony geologiczne należące w całości lub częściowo do danego regionu węglowego. Zatem całość opracowania należy ująć w koncepcji rejonu węglowego w koncepcjach nowych kopalń i projektach podstawowych rozwoju kopalń czynnych.

W wyniku tego opracowania otrzymuje się materiał do:

- prawidłowej lokalizacji nowych zakładów górniczych,
- założeń do podstawowych projektów nowych kopalń oraz projektów technicznych rekonstrukcji kopalń czynnych,
- ustalenia racjonalnej kolejności budowy bądź rozbudowy lub likwidacji kopalń na podstawie analizy podstawowych wskaźników techniczno-ekonomicznych poszczególnych kopalń,
- założeń dla planów perspektywicznych rozwoju przemysłu węglowego oraz planów zbytu węgla,
- założeń dla regionalnych i miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego,
- planu dalszych nieodzownych geologicznych robót badawczych.

Na podstawie przedstawionego toku postępowania można wydzielić cztery zasadnicze pionory organizacji projektowania:

- opracowania geologiczne,
- projektowanie górnicze,
- projektowanie powierzchni,
- opracowania związane.

Na podstawie założeń i dokumentacji układa się harmonogramy, które z kolei są wskaźnikiem terminowości robót. Strona techniczna dokumentacji powinna być przeanalizowana przez zamawiającego, projektanta i wykonawcę. W razie bowiem nieodpowiedniego stanu dokumentacji wykonawca przede wszystkim napotyka duże trudności w zorganizowaniu robót tak pod względem strony technicznej, jak i zaopatrzenia, zatrudnienia oraz rozliczenia robót.

Dlatego w opracowaniu projektu zawsze należy się liczyć z możliwościami wykonawców. Nie można projektować tylko po to, aby zadość uczynić rzekomemu postępcowi technicznemu bez liczenia się z realnymi możliwościami tak w zakresie zaopatrzenia materiałowego, jak i w zakresie możliwości zaopatrzenia w maszyny i sprzęt, jak wreszcie w zakresie postępów wyrobisk górniczych, które dla wykonawcy mogą stać się nieosiągalne.

Najważniejsze zadania przygotowawcze do budowy kopalni po wykonaniu całkowitej dokumentacji to:

- zabezpieczenie kredytów inwestycyjnych,
- wyłączenie potrzebnych terenów spod własności państwowej lub prywatnej,
- budowa dróg dojazdowych i kolei,
- zabezpieczenia sprzętu, maszyn, materiałów, dopływu energii i wody,
- wzniesienie pomieszczeń budowlanych,
- dowóz i składowanie materiałów i wyposażenia,
- założenie zwałów skały płonnej wydebytej przy głębieniu szybu lub szybów,
- zgłębienie przypowierzchniowej części szybu lub szybów i postawienie wieży lub wież wyciągowych.

Prawidłowe zorganizowanie i kontrola przebiegu procesu inwestycyjnego dużych przedsięwzięć wymaga zastosowania siatki zależności, która przy użyciu elektronicznej maszyny cyfrowej pozwala na szybkie przygotowanie różnych wariantów rozwiązania przedsięwzięć i wybór wariantu optymalnego.

Do dużych przedsięwzięć można niewątpliwie zaliczyć problemy techniczno-ekonomiczne, jakie występują w działalności inwestycyjnej górnictwa, wymagające wykonania licznych kalkulacji w sposób szybki i z wystarczającą dokładnością.

Cała siatka zależności obejmuje następujące fazy procesu inwestycyjnego:

- programowania inwestycji,
- projektu koncepcyjnego rejonu węglowego,
- projektu koncepcyjnego kopalni,
- projektu wstępnego kopalni,
- projektowania dokumentacji techniczno-kosztorysowej i realizacji budowy.

#### Faza programowania inwestycji

W siatce zależności ujmuje się syntetycznie czynności obejmujące prace Komisji Planowania przy Radzie Ministrów oraz Inwestora Centralnego nad opracowaniem planu perspektywicznego. W tej fazie następuje wyznaczenie zadań i ustalenie środków do realizacji. Inwestor Centralny, poprzez planowanie długofalowe, opracowuje system zagospodarowania rejonów węglowych.

Faza programowania obejmuje rozeznanie geologiczne poprzez wykonanie badań geologiczno-poszukiwawczych, a następnie progresywne badanie geologiczno-rozpoznawcze na bazie prac kameralnych, pomiarów i dokumentacji geodezyjnej.

Gwarectwo przemysłu węglowego czynnie włącza się w fazę programowania między innymi przez opracowywanie danych do projektu koncepcyjnego rejonu węglowego.

W wyniku fazy programowania otrzymuje się założenia do następnej fazy, tj. projektu koncepcyjnego rejonu węglowego. Założenia są zatwierdzane, uzgadniane i opiniowane przez odpowiednie władze.

#### Faza projektu koncepcyjnego rejonu węglowego

Na podstawie danych do projektu biuro geodezyjne opracowuje projekt koncepcji rejonu zgodnie z odpowiednimi wymaganiami przepisów. Następnie projekt jest opiniowany przez Inwestora Centralnego oraz Państwową Radę Górnictwa. Po zatwierdzeniu na Kolegium Inwestora Centralnego projekt koncepcyjny rejonu podlega zatwierdzeniu przez Radę Ministrów. Zatwierdzony projekt koncepcyjny rejonu (z ewentualnymi wskazówkami zmian) jest podstawą do rozpoczęcia następnej fazy.

#### Faza projektu koncepcyjnego kopalni

Biuro projektowe opracowuje projekt koncepcyjny kopalni, uzgadniając go z odpowiednimi władzami i urzędami. Ważną rzeczą w tym etapie jest opracowanie wstępnych wytycznych przygotowania organizacji i realizacji planowanej inwestycji.

Projekt koncepcyjny kopalni jest opiniowany i zatwierdzony przez Inwestora Centralnego i stanowi dane wyjściowe do następnej fazy. Do prac inwestycyjnych włącza się powołany pod koniec tej fazy inwestor bezpośredni.

#### Faza projektu wstępnego

W fazie projektu wstępnego inwestor bezpośredni uzgadnia wykonawstwo inwestycji z wykonawcami. Biuro projektowe uzgadnia realizację inwestycji z wykonawcami robót górniczych i powierzchniowych oraz dostawcami maszyn, urządzeń i konstrukcji, a także przeprowadza uzgodnienia z władzami i urzędami. W tej fazie projektowania opracowuje się również dane i wytyczne przygotowania organizacji i realizacji inwestycji.

Na podstawie zatwierdzonego projektu koncepcyjnego kopalni przeprowadza się wiercenia badawcze w celu opracowania ekspertyzy projektu głębienia szybów.

Projekt wstępny kopalni jest opiniowany i zatwierdzany według trybu zatwierdzania projektu koncepcyjnego rejonu węglowego. Zatwierdzony projekt wstępny kopalni wraz z decyzją o realizacji inwestycji jest podstawą do przeprowadzenia robót inwestycyjnych.

Faza projektowania dokumentacji techniczno-kosztorysowej i realizacji budowy

Siatka zależności ujmuje tutaj następujące główne prace:

- Prace przygotowawcze w rejonie kopalni oraz na terenie zakładu głównego i szybów peryferyjnych.
- Budowę kopalni:
  - dostęp do złoża szybami - drażenie szybów metodami zwykłymi i specjalnymi (mrożenie górotworu w obrębie szybu),
  - roboty udostępniające,
  - roboty przygotowawcze,
  - budowę obiektów i urządzeń na powierzchni kopalni,
- Rozruch kopalni.

Ustalenie kolejności i czasów wykonania poszczególnych prac zależy od technologii budowy kopalni i ich podstawowych zależności. Wszystkie te prace poprzedzone są fazą projektowania technicznego. Dokumentacja projektowo-kosztorysowa jest opiniowana i zatwierdzana według obowiązujących przepisów. W rozpatrywanej siatce zależności poprzedzono realizację poszczególnych robót odpowiednimi czynnościami przygotowawczymi obejmującymi:

- opiniowanie, zatwierdzenie i rozdzielenie dokumentacji,
- sprawdzenie dokumentacji i planowanie robót,
- zawarcie umów,
- wystawienie podzlecenia,
- zapotrzebowanie materiałów,
- opracowanie projektu organizacji robót,
- zapotrzebowanie maszyn, urządzeń i konstrukcji,
- dostawę maszyn, urządzeń, konstrukcji i materiałów.

Na podstawie takiego przedstawienia przygotowania robót można określić czas wyprzedzenia w dostarczaniu dokumentacji projektowo-kosztorysowej przez biuro projektowe inwestorowi bezpośrednio, przy spełnieniu wymagań obecnych przepisów i warunków realizacji.

W siatce zależności należy przedstawić również koordynację robót generalnych wykonawców powierzchniowych i dołowych. Koordynacja ta zaczyna się już w fazie robót przygotowawczych w rejonie kopalni i na placach budowy. W tym celu generalny wykonawca robót powierzchniowych opracowuje projekt zagospodarowania budowy oraz ogólny projekt organizacji budowy. Projekt

ten zostaje uzgodniony i obowiązuje wykonawców, aby uniknąć wzajemnego przeszkadzania sobie w trakcie realizacji poszczególnych robót.

Siatka robót górniczych obejmuje:

- projektowanie głębień szybów,
- przygotowania do głębień szybów,
- głębień szybów,
- projektowanie rozcinki złoża,
- przygotowanie do rozcięcia złoża,
- udostępnienie poszczególnych poziomów,
- wstępną eksploatację złoża,
- pełną - docelową eksploatację złoża.

Siatka robót powierzchniowych obejmuje budowę wszystkich robót kubaturowych i niekubaturowych na powierzchni zakładu głównego i szybów peryferyjnych. Kolejność ich realizacji jest powiązana z robotami górniczymi za pomocą czynności zerowych i musi być z nimi zsynchronizowana. Na siatce zależności należy wyszczególnić także budownictwo towarzyszące inwestycji kopalnianej i powiązanie jej z budownictwem powierzchniowym kopalni poprzez czynności zerowe. Budowa głównych urządzeń wydobywczych i zakładu przerobczego winna być zsynchronizowana z eksploatacją wstępną i docelową. Ogólnie można stwierdzić, że dzięki wprowadzeniu siatki zależności do działalności inwestycyjnej będzie ona planowana i kontrolowana za pomocą sprawnego i obiektywnego narzędzia, jakimi są szeroko stosowane mikrokomputery. Przyczyni się to do znacznego podniesienia ekonomicznej efektywności procesów inwestycyjnych w przemyśle węglowym.

W tym krótkim omówieniu zakresu górniczych inwestycyjnych prac inżynierskich wystarczająco jest podkreślona potrzeba systemowej umiejętności projektowania i kierowania produkcją górniczą.



## 1. ANALIZA SYSTEMOWA KIERUNKÓW KSZTAŁCENIA I DOBORU KADR KIEROWNICZYCH

### 1.1. KIERUNKI KSZTAŁCENIA

Zagadnienie sprawnej organizacji i kierownictwa budzi coraz większe zainteresowanie, co wynika z rosnącego skomplikowania nowoczesnej kopalni.

Przed górnictwem stoją do wykonania duże zadania nie tylko w zakresie produkcji, ale przede wszystkim w zakresie jej unowocześnienia, poprawy jakości asortymentów oraz kosztów produkcji. Niemożliwe jest realizowanie tych zadań za pomocą przestarzałych metod zarządzania i organizacji.

Sprawność działania kierownictwa na wszystkich szczeblach hierarchicznych staje się szczególnie aktualna i nabiera specjalnego znaczenia w ogólnych dążeniach do kompleksowej poprawy funkcjonowania organizmów gospodarczych. Co więcej, nie podlega dyskusji stwierdzenie, że poprawa nie może nastąpić wyłącznie w wyniku bardziej doskonałych systemów planowania i zarządzania bez uwzględnienia zasadniczych, daleko idących posunięć w układach ludzkich - umiejętnościach wykonawczych, a szczególnie kierowniczych.

Sprawne kierownictwo, jego wysoka fachowość i wysoka jakość wykonywanych funkcji sprzyjają osiągnięciu wysokiej efektywności w działalności kopalni.

Jako najbardziej istotne w kierowaniu kopalnią wymienia się następujące tendencje:

- jedność politycznego i gospodarczego kierownictwa, państwowy i planowy charakter zarządzania,
- centralizm demokratyczny w zarządzaniu,
- jednoosobowe kierownictwo,
- rozrachunek gospodarczy,
- oraz produkcyjno-terytorialny system budowy aparatu zarządzania.

Sprecyzujemy bliżej te tendencje:

- Socjalistyczne przedsiębiorstwo stanowi własność ogólnospołeczna. W imieniu społeczeństwa zarządza nim państwo, przy czym jego bezpośrednim reprezentantem jest dyrektor. Działalność całej gospodarki, jak i każdego przedsiębiorstwa, jest podporządkowana politycznym celom państwa. Zadania przedsiębiorstwa są więc podporządkowane zadaniom całej gospodarki narodowej. W związku z tym zarządzanie przedsiębiorstwem ma charakter państwowy i obowiązkiem dyrektora jest reprezentować przede wszystkim szerszy państwowy punkt widzenia.

- Centralizm demokratyczny jest to cecha łączna scentralizowanego kierownictwa przemysłu na podstawie jednolitego planu gospodarki narodowej z uwzględnieniem miejscowych właściwości i warunków oraz wykorzystaniem inicjatyw miejscowych organów.
- Jednoosobowe kierownictwo jest koniecznością racjonalnej organizacji zarządzania, której nie można uniknąć w warunkach nowoczesnego przemysłu. Wymaga to ścisłej jedności woli kierującej działalnością setek i tysięcy pracowników, a więc podporządkowania ich woli, woli jednej osoby.
- Rozrachunek gospodarczy określić można jako metodę zarządzania socjalistycznego przedsiębiorstwa.
- Produkcyjno-terytorialny system oznacza budowę całego aparatu kierownictwa według kryterium produkcyjnego z uwzględnieniem lokalizacji poszczególnych komórek.

Dodać jeszcze wypada, że kopalnie nasze posiadają ogromny majątek trwały, który w dalszym ciągu jest powiększany w związku z realizowaną sukcesywnie tendencją tworzenia przedsiębiorstw o dużej koncentracji produkcji. Kierowanie więc w socjalistycznych przedsiębiorstwach naszego przemysłu jest rzeczą nader ważną, wymagającą od kadry kierowniczej odpowiedniej wiedzy i uzdolnień. Fałszywe decyzje, szczególnie podjęte na wyższych szczeblach zarządzania, związane są z ogromnymi nieodwracalnymi stratami ekonomicznymi.

Charakteryzując sylwetkę dobrego, świadomego swej odpowiedzialności kierownika, ponoszącego w swej działalności tylko pewne ryzyko pozbawione hazardu, ryzyko dokładnie i wszechstronnie skalkulowane, wymienia się na ogół bardzo wiele cech. Kandydaci na kierowników powinni znać charakter działalności, której się będzie od nich wymagać. Przy tym takie funkcje jak: planowanie, organizowanie, polityka kadrowa, kierowanie i kontrola muszą być dokładnie określone. Wykonywanie typowych funkcji kierowniczych wymaga określonych uzdolnień, które mają duży wpływ na podniesienie efektywności pracy kierownictwa. Należą do nich: inteligencja, umiejętność przewodzenia, łatwość porozumiewania się z ludźmi, logiczne rozumowanie, zainteresowania kulturalne, wartości moralne, umiejętność właściwej oceny oraz inicjatywa. Lista tych wymagań jest pokaźna. Każda z tych cech przyczynia się do sprawnego wykonywania funkcji kierownika.

W ramach kierowania kopalnią na czoło wysuwają się dwie podstawowe funkcje: planowanie i realizacja planów, czyli zarządzanie.

Rozważając ekonomiczną treść roli kierownika, należy zdać sobie sprawę z rozmieszczenia w strukturze gospodarki narodowej ośrodków podejmowania decyzji w sferze planowania i zarządzania. Plan jest dziełem wspólnym wszystkich szczebli zarządzania gospodarką. Kierownicy przedsiębiorstw pełnią w trakcie planowania funkcje sztabowe, będąc niejako doradcami układającymi plan.

Ogólnie można stwierdzić, że kierowanie polega na wykonaniu określonych zadań za pośrednictwem podległych ludzi, za pomocą planowania, organizowania, zabezpieczenia kadr, wydawania poleceń i kontroli. Warunkiem wykonywania tych zadań jest to, że podwładni akceptują nie tylko formalnie władzę, jaką nad nimi sprawuje kierownik. Pracownicy akceptują z zaufaniem polecenia tego kierownika, który potrafi dobrze planować, jasno określać zadania, umiejętnie dobrać i szkolić podwładnych, właściwie nimi kierować i efektywnie wykonywać plany. Przy czym na szczególne podkreślenie zasługuje wysoka moralność kierownika, gdyż jedna z podstawowych funkcji jest funkcja społeczno-wychowawcza. Aby temu sprostać na stanowisku kierowniczym, trzeba być człowiekiem dojrzałym w sensie społeczno-politycznym, posiadać obszerną wiedzę fachową zarówno branżową jak i z zakresu zarządzania, organizacji i ekonomiki oraz posiadać te cechy, które ogólnie określić można umiejętnością przewodzenia zespołami ludzkimi.

Zę względu na ważkość zagadnienia istotny jest problem odpowiedniego doboru kandydatów na stanowiska kierownicze. Dobór kandydata na stanowisko kierownicze może się odbywać spośród własnych pracowników lub z pracowników spoza danego przedsiębiorstwa. Ważne jest, aby zgłosiło się jak najwięcej kandydatów, co stwarza otwartą konkurencję i ułatwia znalezienie kandydata właściwego.

Dobór kandydatów na stanowiska kierownicze szczególnie wyższego szczebla, ze względu na wagę podejmowanych decyzji, wymaga bardzo dokładnego rozeznania.

Rozeznanie winno być trójetapowe:

- wstępne - w okresie rekrutacji,
- ogólne - oraz
- szczegółowe - wszechstronne.

Rozeznanie wstępne obejmuje:

- określenie postawy moralno-politycznej, wieku, prezencji itp.,
- wstępne badanie inteligencji na podstawie standardowego testu na inteligencję lub świadectw.

Rozeznanie ogólne obejmuje: stopień dojrzałości, doświadczenia, ogólną wiedzę teoretyczną, ogólną wiedzę praktyczną, szerokość horyzontów myślowych, badanie zdrowego rozsądku przy stawianiu celów i wyborze środków ich realizacji.

Rozeznanie szczegółowe wszechstronne obejmuje:

- inteligencję,
- zakres zainteresowań,
- zdolność analizowania,
- umiejętność porozumiewania się z ludźmi,
- przedsiębiorczość, aktywność, energię,
- osobowość,

- szczegółową wiedzę teoretyczną i praktyczną w zakresie przewidywanego stanowiska,
- wiedzę z ekonomiki przedsiębiorstw,
- wiedzę z zakresu zarządzania przedsiębiorstwem.

Ostateczny wybór z dwu lub kilku kandydatów powinien mieć miejsce przy wykorzystaniu wszystkich nowoczesnych metod i środków opartych na naukowych podstawach, m.in. rachunku prawdopodobieństwa. Dzięki nim ustalić można np. prawdopodobieństwo podjęcia fałszywych decyzji przez kandydatów w określonym przedziale czasu. Oczywiście wybór powinien paść na kandydata, który na podstawie przeprowadzonych testów gwarantuje mniejsze prawdopodobieństwo podjęcia fałszywych decyzji od pozostałych kandydatów.

Właściwa obsada stanowisk kierowniczych, właściwy dobór kadr kierowniczych posiadają podstawowe znaczenie dla efektywnej działalności przedsiębiorstwa. Przy tym, sam dobór kadr na stanowiska kierownicze nie rozwiązuje całości zagadnienia, wiąże się z tym bowiem w ogóle racjonalna gospodarka kadrami przedsiębiorstwa. Do tego jednak konieczna jest znajomość uzdolnień, możliwości i postawy poszczególnych pracowników wchodzących w skład zespołu. Z jednej strony umożliwia ona określenie potrzeb przedsiębiorstwa w zakresie doboru nowych kadr, z drugiej strony zaś pozwala na opracowanie programu doskonalenia posiadanej kadry w sposób dostosowany do rzeczywistych potrzeb. Przeprowadzenie jednak przypadkowych ocen nie spełnia praktycznie żadnej roli wychowawczej ani nie wskazuje kierunku doskonalenia pracowników.

Zagadnienie racjonalnej gospodarki kadrami, obiektywnego doboru kandydatów na stanowiska kierownicze, z zastosowaniem nowoczesnych metod opartych na podstawach matematycznych wykorzystując osiągnięcia z zakresu techniki cyfrowej do przeprowadzania i obiektywizacji odpowiednich testów, jest bardzo rozległe. Należy podkreślić, że problem właściwego kierowania jest zagadnieniem wysokiej wagi. Jest to również problem złożony i aby go właściwie rozwiązać, przemysł nasz i w ogóle cała gospodarka potrzebują wysoko kwalifikowanych fachowców w tym zakresie. Oceniając sytuację w górnictwie, dostrzega się ostrą dysproporcję pomiędzy poziomem technicznym a poziomem organizacyjnym. Dysproporcja ta jest wynikiem nienadażania organizacji za rozwojem techniki i technologii produkcji. Przyczyną tego stanu jest głównie niedocenianie roli organizacji w całym procesie wytwarzania i zarządzania produkcją, niedocenianie jej znaczenia dla wzrostu wydajności pracy oraz niedocenianie konieczności dostosowania organizacji do zmieniającej się bazy produkcji i warunków ekonomicznych. Znalazło to swój wyraz w braku formalnej regulacji zawodu organizatora i określeniu w przemyśle stanowisk kierowniczych, których obsada wymaga specjalistycznego dyplomu organizatora produkcji, jak i w niedostatecznym rozwoju odpowiednich kierunków studiów. Bez radykalnego programu poprawy sytuacji w zakresie szkolenia kadr nie jest możliwe zasadnicze podniesienie poziomu organizacji w górnictwie.

Podstawowe znaczenie posiada przygotowanie kadr zawodowych organizatorów i osiągnięcie dostatecznego stopnia nasycenia gospodarki narodowej tymi kadrami.

Zawodowi organizatorzy niezbędni są w wielu dziedzinach działalności gospodarczej. Można jednak wyodrębnić poniższe trzy dziedziny różniące się specyficznym charakterem pracy:

- operatywne zarządzanie i kierownictwo,
- projektowanie systemów organizacyjnych,
- działalność naukowo-badawcza i dydaktyczna.

We wszystkich tych zakresach występuje konieczność rozwiązywania pewnych podstawowych grup zagadnień organizacyjnych, takich jak np.:

- organizacja i planowanie podstawowych procesów produkcyjnych,
- organizacja służb pomocniczych,
- organizacja pracy i stanowisk roboczych,
- organizacja aparatu zarządzania,
- organizacja systemów przetwarzania i obiegu informacji.

Jeśli ponadto uwzględnimy, że ścisły związek problemów organizacji produkcji i technologii wymaga tzw. branżowej specjalizacji organizatora, to tym bardziej uwydatni się skomplikowany charakter przygotowania i doskonalenia kadr zawodowych organizatorów.

W zakresie operatywnego zarządzania i kierownictwa praca organizatora polega na organizowaniu bieżącej działalności produkcyjnej przedsiębiorstw przemysłowych i innych instytucji gospodarki narodowej. Organizator może tu wykonywać bezpośrednio funkcje kierownicze jako kierownik wydziału produkcyjnego, służby pomocniczej itp. albo pracować w wydzielonej komórce (np. sekcji) organizacji przedsiębiorstw. Wymaga to, aby organizator pracujący w takich komórkach lub na stanowiskach operatywnego kierownika posiadał możliwie szeroki i uniwersalny zakres przygotowania zawodowego o wyraźnie praktycznym i specjalistycznym dla danej branży charakterze.

W zakresie projektowania systemów organizacyjnych zawodowi organizatorzy mogą pracować w biurach projektów, opracowując odpowiednie elementy projektów nowych fabryk bądź rozbudowywanych i modernizowanych zakładów. Projektowanie systemów organizacyjnych jest również podstawowym zadaniem pracy specjalistycznych biur i ośrodków organizacji tworzonych w różnych resortach. Zadaniem tych ośrodków jest projektowanie i wdrażanie systemów usprawnień organizacyjnych dla przedsiębiorstw. Osiągnięcie istotnego postępu w poziomie organizacji przedsiębiorstw nie jest bowiem możliwe bez rozbudowy sieci biur projektowania organizacyjnego. Działalność naukowo-badawcza i dydaktyczna w dziedzinie organizacji realizowana jest przez instytuty naukowo-badawcze i specjalistyczne instytuty wyższych uczelni.

Istotne są tutaj dwie funkcje:

- opracowywanie nowoczesnych metod projektowania organizacyjnego i nowych systemów organizacji,
- przygotowanie i doskonalenie kadr organizatorów.

Zrozumiałe, że w instytucjach naukowych konieczne jest zatrudnienie szczególnie wysoko kwalifikowanych kadr.

Należy wyraźnie podkreślić, że przedstawione powyżej trzy podstawowe zakresy działania organizacyjnego stanowią układ wzajemnie sprzężony. Wydajność pracy i rytmiczność produkcji w przedsiębiorstwach zależą przede wszystkim od poziomu ich organizacji, sprawnego operatywnego zarządzania i kierownictwa. Powszechne dążenie przedsiębiorstw do podnoszenia poziomu ich organizacji stwarza wzrastający popyt na projektowanie racjonalnych systemów organizacyjnych. Trudny i skomplikowany charakter tych prac wymaga zatrudnienia specjalistycznych zespołów projektantów i rozwoju sieci biur projektujących. Biura projektujące muszą opierać się na działalności na nowych metodach i systemach organizacyjnych opracowanych w wyniku prac naukowo-badawczych. Cały układ projektowo-wdrożeniowy organizacji wymaga zatrudnienia specjalnie przygotowanych kadr organizatorów. Niedobór tych kadr w przemyśle szybko wzrasta. Konieczne jest rozwijanie wszystkich zakresów działalności organizacyjnej stosownie do potrzeb gospodarki narodowej i odpowiednie zaspokojenie jej potrzeb kadrowych.

Podstawową rolę w przygotowaniu kadr kierowniczo-organizacyjnych spełniać powinno szkolnictwo wyższe, a przede wszystkim tzw. studia z zakresu organizacji, dla których charakterystyczne powinno być:

- dostosowanie programów studiów do specyficznych gałęziowych cech produkcji,
  - ściśle powiązanie wiedzy organizacyjnej, ekonomicznej i technicznej,
- albowiem rosnące tempo współczesnego życia gospodarczego, gwałtowny rozwój i specjalizacja procesów technologicznych, a jednocześnie narastające między nimi wzajemne powiązania i uwarunkowania zmuszają nas do coraz bardziej głębokiego opanowania i praktycznego stosowania podstaw naukowych sterowania i zarządzania procesami w bardzo szerokim słowa znaczeniu.
- Pojęcia modeli matematycznych procesów funkcji celu, procesu algorytmów sterowania i zarządzania występują w najróżnorodniejszych dziedzinach działalności ludzkiej, stając się coraz bardziej istotnym elementem praktyki nowoczesnego zarządzania i sterowania. Zdecydowało o tym również osiągnięcie w technologii maszyn matematycznych takiego postępu, dzięki któremu stało się możliwe ich bezpośrednie włączanie do systemów sterowania i zarządzania. Dlatego rozwój podstaw naukowych zarządzania i organizacji należy uznać za konieczne i pierwszoplanowe zapotrzebowanie społeczne.

Można też powiedzieć, że początek stosowania i rozwoju metod matematycznych w tych nowych, olbrzymich obszarach zastosowań oparty na wykorzystaniu maszyn matematycznych, już został zrobiony. Dały temu wyraz, wprawdzie jeszcze nieliczne, ale udane i praktycznie zrealizowane struktury organizacyjne, w których maszyny matematyczne sterują złożonymi kompleksowymi procesami technologicznymi, współdziałają w zarządzaniu, sterują rozdziałem środków transportowych, sterują optymalnym rozdziałem energii lub zasobów.

Uzyskany w tym zakresie konkretny dorobek jest już obecnie porozrzucany po różnych działach techniki, zarządzania, komunikacji, operatywnego sterowania produkcją i gospodarką zasobami.

Dalszy powszechny rozwój tej dziedziny w dużym stopniu zależeć będzie od tego, jak szybko uda się ten niewątpliwy dorobek zebrać, usystematyzować, a co najważniejsze - uogólnić, uprościć i stworzyć jednolite podstawy naukowe sterowania i zarządzania, oparte z jednej strony na pojęciu modeli matematycznych procesów, a z drugiej na maszynach cyfrowych i technicznych środkach rejestracji i przetwarzania danych. Inżynier wyspecjalizowany w zagadnieniach organizacji i zarządzania produkcją powinien posiadać umiejętność stosowania nowoczesnych metod w zakresie rozwiązywania następujących podstawowych zagadnień:

- prowadzenia analizy diagnostycznej stanu przedsiębiorstwa oraz kompleksowej organizacji przedsiębiorstw,
- organizacji i operatywnego planowania procesów produkcyjnych na wydziałach podstawowych oraz organizacji służb pomocniczych,
- badania i usprawniania organizacji pracy oraz tworzenia normatywów, norm wartościowania i taryfikowania pracy,
- opracowania planów techniczno-ekonomicznych oraz analizy techniczno-ekonomicznej działalności przedsiębiorstw i ich działów,
- projektowania aparatu zarządzania w przedsiębiorstwach z uwzględnieniem systemów zmechanizowanego przetwarzania danych,
- współdziałania przy projektowaniu i automatyzowaniu zakładów przemysłowych, łącznie z transportem wewnątrzzakładowym.

Określenie profilu absolwenta nie oznacza stosowania jednolitego schematu na różnych kierunkach studiów inżyniersko-ekonomicznych, wprost przeciwnie, występuje tu dość duża różnorodność form kształcenia i konkretnych układów programowych, ograniczona jednak przedstawionymi powyżej wspólnymi cechami studiów inżyniersko-organizacyjnymi i ekonomicznymi. Zapotrzebowanie gospodarki narodowej na kadrę zawodowych organizatorów jest ogromne. Wystarczy przytoczyć, że w wysoko rozwiniętych krajach średnio od 1,0% do 1,5% stanu zatrudnienia stanowi kadra zawodowych organizatorów. Przyjmując wskaźnik 0,5% w stosunku do ogółu zatrudnionych w przemyśle i budownictwie, Centralny Ośrodek Doskonalenia Kadr Kierowniczych ocenia potrzeby naszej gospodarki na około 20 tys. zawodowych organizatorów.

Szeroko powinny być prowadzone studia podyplomowe dla aktualizacji wiedzy, szczególnie dla energetyków. Wynika to stąd, że praca energetyków w górnictwie stanowi o prawidłowej produkcji i bezpieczeństwie zakładów górniczych. Umiejętność planowania, organizowania, kierowania podległymi zespołami ludzkimi w pionie energetycznym umożliwia rytmiczną produkcję przez zwiększenie efektywności pracy. Pełna obecnie elektryfikacja kopalń wymaga od pionu energetycznego umiejętności rozdziału i przesyłania energii elektrycznej (EE), eliminowania strat w sieciach zasilających i przy transformacji, uzyskiwania wysokiej sprawności napędów elektrycznych oraz stosowania zdalnego sterowania i automatyzacji procesów produkcyjnych.

Dla sprostania tym zadaniom kopalniane służby energetyczne winny być inspiratorem kompleksowego stosowania minikomputerów, mikroprocesorów i czujników dla potrzeb operatywnego sterowania kopalnią, przez co uzyska się:

- zwiększenie pewności ruchu zakładu poprzez zmniejszenie awaryjności maszyn i urządzeń oraz odpowiednie planowanie wielkości frontu eksploatacyjnego,
- stworzenie spójnego systemu wczesnego ostrzegania o zagrożeniach. Informacje o stanie bezpieczeństwa będą dostępne w czasie rzeczywistym dla kierownictwa kopalni,
- bieżący dostęp do informacji dotyczących pracy poszczególnych przedków górniczych i innych ogniw procesu technologicznego,
- uzyskanie w trybie operatywnym informacji dotyczących uzyskiwanych wyników technicznych i ekonomicznych, stopnia realizacji wyznaczonych zadań, występujących zagrożeń w produkcji itp. Informacje te umożliwiają kierownictwu sprawniejsze reagowanie na występujące nieprawidłowości,
- realizację w minikomputerze szeregu zadań umożliwiających wariantowe rozwiązywanie różnorodnych problemów związanych z planowaniem frontu eksploatacyjnego, gospodarowaniem maszynami i urządzeniami, obciążeniem itp.,
- zmniejszenie pracochłonności w działkach technicznych i ekonomicznych związanej z bieżącym ręcznym gromadzeniem i przekazywaniem kierownictwu różnych szczebli dużego zakresu informacji oraz prowadzeniem w tradycyjny sposób różnego rodzaju kartotek i ich wykorzystywaniem,
- zmianę zasad i trybu pracy kadry inżyniersko-technicznej i ekonomicznej kopalni. Zmiana ta powoduje niewątpliwie przeniesienie wysiłku specjalistów z zagadnień związanych z ewidencją i obróbką informacji na analizę przyczyn występujących nieprawidłowości.



## 1.2. DOBÓR KADR KIEROWNICZYCH

### 1.2.1. Metoda programowania dynamicznego

Jednym z najistotniejszych czynników warunkujących dobre wyniki w organizacji i zarządzaniu procesem produkcyjnym w PW jest odpowiedni dobór osób dozoru. Zmieniające się bowiem obecnie w nie spotykanym dotychczas tempie warunki techniczne i organizacyjne eksploatacji węgla wymagają od dozoru nie tylko wysokich kwalifikacji, ale także innych niezbędnych cech osobowości. W szczególności chodzi głównie o zdolność szybkiej adaptacji do zmieniających się warunków pracy oraz o gotowość i inklinację do permanentnego dokształcania się.

Doświadczenie wykazało, że dla ujawnienia pożądanych charakterystycznych cech osobowości kandydata dozoru konieczne jest prowadzenie systematycznych obserwacji oraz badań za pomocą współczesnych modeli matematycznych.

W nauce i praktyce górnictwa stosowane były dotychczas modele analityczne, oparte na prawach matematyki klasycznej, wykorzystywane zresztą we wszystkich gałęziach badań operacyjnych. Obecnie do badań różnych zależności w procesie produkcyjnym wprowadzane są coraz szerzej, z dobrymi wynikami, modele programowania liniowego, nieliniowego i dynamicznego.

W niniejszej pracy, która stanowi empiryczną próbę rozwiązania bardzo ważnego dla kierownictwa kopalń problemu, jakim jest dobór osób dozoru, autorka opierała się właśnie na programowaniu dynamicznym. Badania, które przeprowadzono nad grupą nowo przyjętych do PW absolwentów wyższych szkół górniczych, stanowiącą dla nas populację, były dwuetapowe.

W pierwszym etapie prowadzono dokładne i systematycznie wypełnianą kartoteczkę z obserwacjami pracy i ocenę cech osobowości młodych kandydatów dozoru. Wyniki tych obserwacji stanowiły podstawę do dokonania selekcji i wybrania z tej populacji pewnej grupy osób dozoru, które uzyskały w czasie obserwacji pozytywną ocenę.

W drugim etapie z tą wybraną grupą przeprowadzono w okresie czasu  $t = 20$  miesięcy badania testowe. Wszystkie przeprowadzone w tym badaniu, z rozważań i analizy, wnioski odnoszą się wyłącznie do badanej w wyżej wymienionym okresie czasu grupy dozoru, mogą natomiast nie dotyczyć innych, gdyż badana grupa została przez eksperymentatora wybrana, a nie wylosowana.

W tym etapie badania oparto na założeniu, że dla właściwego zarządzania personelem dozoru bezspornie najistotniejszą sprawą jest możliwość wskazania momentu czasu, od którego początkująca osoba dozoru staje się przydatna w produkcji w sensie przysparzania określonych korzyści dla zakładu pracy.

Oczywiste jest, że im krótszy będzie czas adaptacji i praktycznego oraz teoretycznego dokształcania kandydata na przewidywane stanowisko, tym wcześniej jego wkład będzie ewidentny.

Wyniki badań przedstawia tablica 1.

Tablica 1

Liczba pozytywnych odpowiedzi w podejmowaniu prawidłowej decyzji na koniec miesiąca  $y(t_i)$

Czas (miesiąc) $t_i$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Liczba pozytywnych odpowiedzi w podejmowaniu prawidłowej decyzji na koniec m-ca $y(t_i)$	25	37	46	62	82	104	141	180	228	286
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
340	422	496	571	642	708	770	814	855	890	

Liczby pozytywnych odpowiedzi  $y(t_i)$  nazywać będziemy realizacjami ciągu dynamicznego. Przez różnicę pierwszego rzędu rozumiemy tutaj różnicę:

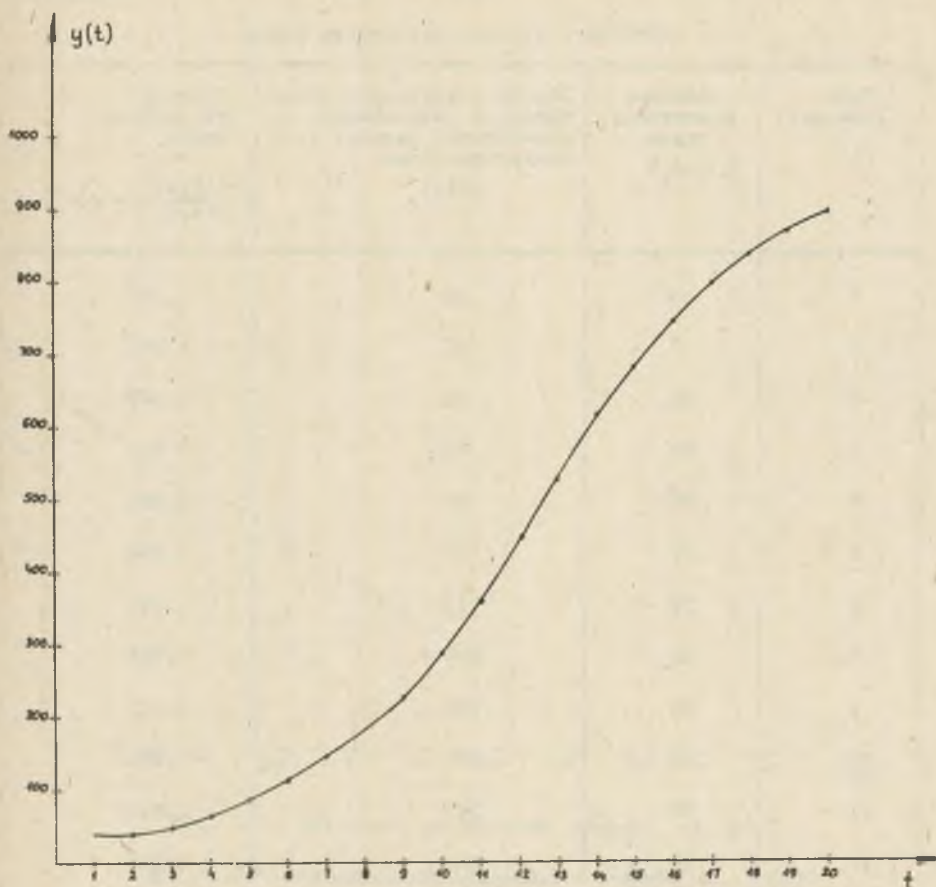
$$y(t_{i+1}) - y(t_i) = \Delta y(t_i) \quad (i = 1, 2, \dots, 19)$$

wyrazów realizacji ciągu dynamicznego, a przez iloraz pierwszego rzędu rozumiemy liczbę:

$$k(t_i) = \frac{y(t_{i+1})}{y(t_i)} \quad (i = 1, 2, \dots, 19)$$

Wielkości  $\Delta y(t_i)$  oraz  $k(t_i)$  podane są w tablicy 2 i przedstawione na rys. 1.1.

Zbiór punktów empirycznych ciągu dynamicznego  $\{t_i, y(t_i)\}$  (por. tablica 1) można aproksymować różnymi funkcjami i w związku z tym pojawia się pytanie, jaka krzywa najlepiej nadaje się do scharakteryzowania i opisu badanego problemu, którym jest dobór kierowniczego dozoru. Zadanie



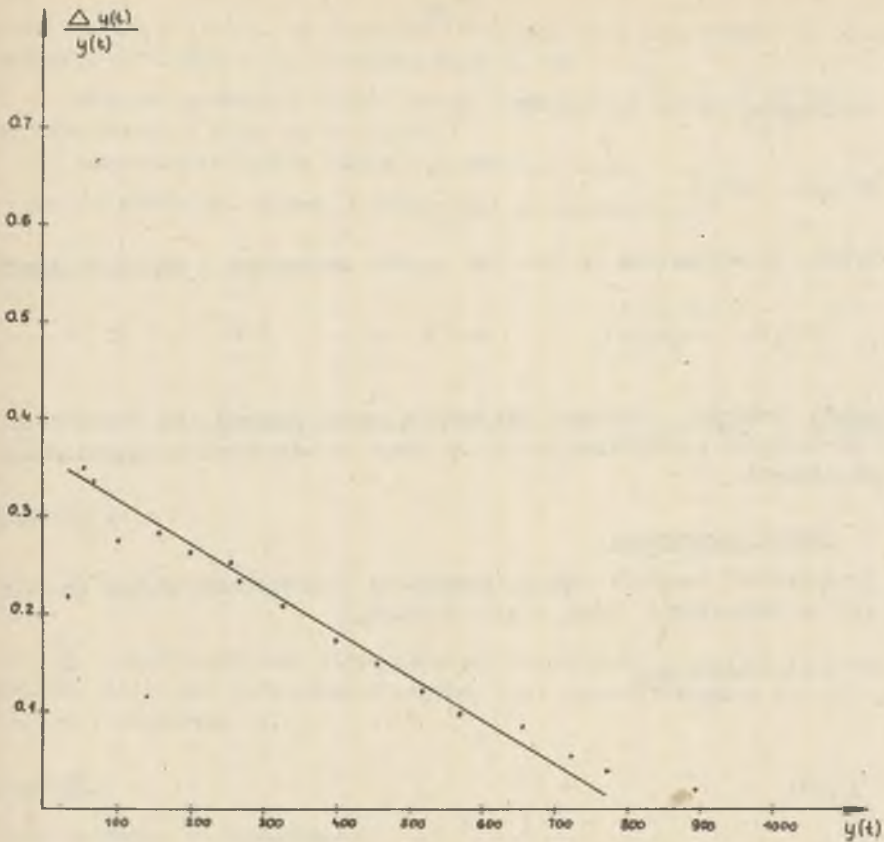
Rys. 1.1. Wykres wzrostu w czasie potencjału kierowniczego badanej grupy dozoru górniczego

Fig. 1.1. Diagram of growth in time of managing potential of the examined group of mining inspection

sprowadza się do wyznaczenia realizacji ciągu dynamicznego  $\{t_1, y(t_1)\}$  równania trendu o najodpowiedniejszym kształcie przy założonym warunku. Założonym warunkiem potencjału kierowniczego wybranej grupy dozoru jest wzrost (rozwój), zatem krzywa będąca obrazem ciągu dynamicznego musi być w podanym przedziale rosnąca; równocześnie musi istnieć pewien czynnik hamujący szybkość wzrostu badanego procesu.

Różnica 1 ilorazy pierwszego rzędu

Czas (miesiąc) $t_1$	Różnice pierwszego rzędu $\Delta y(t_1)$	Liczba pozytywnych odpo- wiedzi w podsumowaniu prawidłowej decyzji na koniec miesiąca $y(t_1)$	Ilorazy pierwszego rzędu $\frac{y(t_{1+1})}{y(t_1)} = k(t_1)$
1	12	25	1,480
2	9	37	1,243
3	16	46	1,347
4	20	62	1,322
5	22	82	1,268
6	37	104	1,354
7	39	141	1,276
8	48	180	1,266
9	58	228	1,253
10	54	286	1,210
11	82	340	1,189
12	74	422	1,175
13	75	496	1,152
14	71	571	1,123
15	66	642	1,103
16	62	708	1,088
17	44	770	1,059
18	41	814	1,051
19	35	855	1,042
20		890	



Rys. 1.2. Zależność przyrostów  $\frac{\Delta y(t)}{y(t)}$  od  $y(t)$

Fig. 1.2. Dependence of increments  $\frac{\Delta y(t)}{y(t)}$  on  $y(t)$

Ponieważ zakłada się stały wzrost realizacji ciągu dynamicznego i równocześnie hamowanie tego wzrostu, więc ilorazy pierwszego rzędu muszą stale spełniać nierówność:

$$\frac{y(t_{i+1})}{y(t_i)} > 1$$

ale od pewnego momentu przejawiać winny tendencje malejące.

Rozumowania powyższe mają charakter pomocniczy, ich celem jest zmniejszenie ryzyka doboru analitycznej postaci trendu. Należy je uzupełnić badaniem liniowości związku między przyrostami względnymi:

$$\frac{\Delta y(t_1)}{y(t_1)}$$

a zmienną  $y(t_1)$ .

Istotnie, przedstawione na rys. 1.2 punkty empiryczne o współrzędnych:

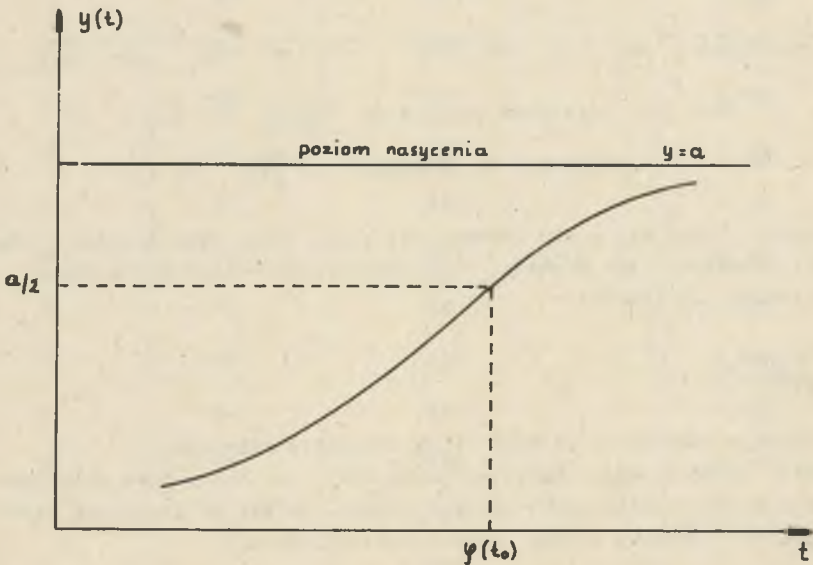
$$\left\{ y(t_1), \frac{\Delta y(t_1)}{y(t_1)} \right\}$$

wskazują tendencję układania się wzdłuż pewnej prostej, do której może być sprowadzony poszukiwany przez nas trend po zastosowaniu odpowiednich przekształceń.

### 1. Krzywa logistyczna

Po dokładnej analizie natury zagadnienia oraz warunków możemy zauważyć, że krzywa logistyczna (rys. 1.3) o równaniu:

$$y = \frac{a}{1 + b \cdot e^{-ct}}$$



Rys. 1.3. Wykres krzywej logistycznej

Fig. 1.3. Diagram of logistic curve

(gdzie stałe  $a$ ,  $b$  i  $c$  są liczbami dodatnimi) jest odpowiednia do opisu badanego problemu. Z jej własności wynika, że:

- 1) różnice pierwszego rzędu szeregu dynamicznego osiągają maksimum, po czym maleją i stałe są dodatnie,
- 2) jednocześnie maleją ilorazy pierwszego rzędu.

Dalsze własności krzywej logistycznej są następujące:

### Własność 1

$$y < a \quad \text{oraz} \quad \lim_{t \rightarrow \infty} y = a, \quad (1.1)$$

Parametr  $a$  nazwiemy poziomem nasycenia, do którego dąży  $y$  w miarę upływu czasu  $t$ .

### Własność 2

$$\frac{dy}{dt} = \frac{a}{b} y \cdot (a - y) > 0 \quad (\text{dla } t < \infty) \quad (1.2)$$

$\mathcal{E} = \frac{dy}{dt}$  nazywać będziemy stopą wzrostu. Z własności 2 wynika, że stopa wzrostu  $\mathcal{E}(t)$  nie jest stałą w czasie; jest zawsze dodatnia, ale maleje do zera ze wzrostem  $y$ .

### Własność 3

Druga pochodna  $y$  względem  $t$ :

$$\frac{d^2y}{dt^2} = \frac{d}{dt} \left( \frac{dy}{dt} \right) = \frac{a}{b} y' (a - 2y) \quad (1.3)$$

przyjmuje w punkcie  $t_0 = \frac{1}{2} \frac{a+b}{c}$  wartość równą zero, a w otoczeniu tego punktu zmienia znak z dodatniego na ujemny. Z własności 3 wynika więc, że istnieje taki punkt krytyczny  $p(t_0)$ , że dla  $t < t_0$  wielkość  $\frac{dy}{dt}$  (czyli szybkość wzrostu wielkości  $y$ ) rośnie, natomiast dla  $t > t_0$  maleje. W punkcie  $t = t_0$  wielkość  $\frac{dy}{dt}$  przyjmuje maksimum.

Celem wyznaczenia wartości parametrów  $a$ ,  $b$  i  $c$  przyjmujemy założenia, że różniczka funkcji jest w przybliżeniu równa przyrostowi funkcji, tzn.:

$$dy \approx y(t_{i+1}) - y(t_i) = \Delta y_i \quad (i = 1, 2, \dots, 19)$$

czyli:

$$\frac{\Delta y}{\Delta t} = \frac{a}{b} y(a - y) \quad (1.4)$$

Przyjmując jednostkowy przyrost czasu,  $\Delta t = 1$ , staramy się tak przekształcić wyrażenie  $\frac{\Delta y}{\Delta t}$ , aby otrzymać zależność liniową:

$$\frac{\Delta y}{y} = c - \frac{c}{a} y \quad (1.5)$$

Oznaczmy przez:

$$z_i = \frac{y(t_{i+1}) - y(t_i)}{y(t_i)} = \frac{\Delta y(t_i)}{y(t_i)} \quad (i = 1, 2, \dots, 19) \quad (1.6)$$

przyrosty względne z miesiąca na miesiąc. Przyrosty względne  $z_i$  obliczamy z danych empirycznych  $(t_i, y_i)$ ,  $i = 1, 2, \dots, 20$  (tablica 1) przyjmując je jako przybliżone wartości  $\frac{dy}{dt} \cdot \frac{1}{y}$  w punktach  $t = t_i$ .

Z kolei stosujemy pomocnicze podstawienia:

$$a_0 = c \quad \text{oraz} \quad a_1 = -\frac{c}{a}$$

i otrzymujemy prostą postać równania (1.5):

$$\frac{\Delta y}{y} = a_0 + a_1 y$$

Parametry  $a_0$  i  $a_1$  możemy wyznaczyć metodą najmniejszych kwadratów zakładając, że dla danych otrzymanych z badań  $y_i$  wyrażenie:

$$S = \sum_{i=1}^n (z_i - a_0 - a_1 y_i)^2$$

osiąga najmniejszą wartość. Następnie korzystamy z warunków koniecznego i dostatecznego dla istnienia minimum funkcji dwu zmiennych.

Obliczamy zatem:

$$\frac{\partial S}{\partial a_0} = -2 \sum_{i=1}^n (z_i - a_0 - a_1 y_i) \quad (1.7)$$

$$\frac{\partial S}{\partial a_1} = -2 \sum_{i=1}^n y_i (z_i - a_0 - a_1 y_i)$$

i przyrównujemy obie pochodne cząstkowe do zera.



Po pewnych prostych przekształceniach otrzymujemy układ równań:

$$n a_0 + a_1 \sum_{i=1}^n y_i = \sum_{i=1}^n y_i$$

$$a_0 \sum_{i=1}^n y_i + a_1 \sum_{i=1}^n y_i^2 = \sum_{i=1}^n y_i^2$$

Z tego układu równań metodą wyznaczników obliczamy parametry  $a_0$  i  $a_1$ .  
Obliczone wartości  $a_0$  i  $a_1$  powinny spełniać dodatkowy warunek  $w(a_0, a_1) > 0$ ,  
gdzie:

$$w(a_0, a_1) = \begin{vmatrix} \frac{\partial^2 S}{\partial a_0^2} & \frac{\partial^2 S}{\partial a_0 \partial a_1} \\ \frac{\partial^2 S}{\partial a_0 \partial a_1} & \frac{\partial^2 S}{\partial a_1^2} \end{vmatrix}$$

Dla danych z tabelicy 1 parametry  $a_0$  i  $a_1$  przyjmują wartość:

$$a_0 = 0,3 \quad a_1 = -0,00033.$$

Wielkość parametru  $b$  wyznaczamy z warunku, że wyrażenie:

$$\sum_{i=1}^n \left[ \frac{a - y(t)}{y(t)} e^{ct} - \frac{a - y(t_1)}{y(t_1)} e^{ct} \right]^2$$

przyjmuje wartość minimalną. Korzystając z warunków dla istnienia ekstremum, postępujemy podobnie jak w obliczeniach (1.7) i otrzymujemy:

$$b = \frac{1}{20} \sum_{i=1}^{20} \frac{a - y(t_1)}{y(t_1)} e^{ct_1}$$

Dla danych empirycznych (tablica 1):

$$b = 52,0$$

Równanie krzywej logistycznej, obrazującej przebieg wzrostu potencjału kierowniczego badanej grupy doworu górniczego, przyjmuje postać:

$$y = \frac{909,1}{1 + 52 e^{-0,3t}}$$

## 2. Testowanie liniowego kształtu trendu

Liniowość otrzymanego trendu należy zweryfikować, gdyż podane kryterium jest spełnione w sposób przybliżony. W tym celu rozpatrzmy tożsamość:

$$\eta_1 - \bar{\eta} = (y_1 - \bar{y}) + (\eta_1 - y_1) \quad (1.8)$$

która stanowi podstawę analizy regresji liniowej:

$$y_1 = a_0 + a_1 y$$

względem  $y$ .

Jeżeli obie strony tożsamości (1.8) podniesiemy do kwadratu i zsumujemy, to otrzymamy:

$$\sum_{i=1}^{n_1} (\eta_i - \bar{\eta})^2 = \sum_{i=1}^{n_1} (y_i - \bar{y})^2 + \sum_{i=1}^{n_1} (\eta_i - y_i)^2$$
$$(n_1 = 1, 2, \dots, 19) \quad (1.9)$$

Można bowiem łatwo wykazać, że pominięty składnik:

$$\sum_{i=1}^{n_1} (y_i - \bar{y})(\eta_i - y_i)$$

jest równy zeru.

Oznaczmy przez:

$$n_1 s_1^2 = \sum_{i=1}^{n_1} (\eta_i - \bar{\eta})^2$$

$$\begin{aligned}n_1 s_2^2 &= \sum_{i=1}^{n_1} (y_i - \bar{y})^2 = \sum_{i=1}^{n_1} (a_0 + a_1 y_i - a_0 - a_1 \bar{y})^2 = \\&= a_1^2 \sum_{i=1}^{n_1} (y_i - \bar{y})^2 \\n_1 s_3^2 &= \sum_{i=1}^{n_1} (z_i - y_i)^2\end{aligned}$$

Przy tych oznaczeniach tożsamość (1.9) przyjmuje postać:

$$n_1 s_1^2 = n_1 s_2^2 + n_1 s_3^2 \quad (1.10)$$

Zauważmy obecnie, że zmienna losowa  $Y = a_0 + a_1 y$  ma rozkład normalny o wariancji  $G^2$ , a zmienne losowe  $S_2^2$  i  $S_3^2$  są niezależne i mają rozkład  $N(0,1)$ . Obie strony nierówności (1.10) dzielimy przez  $G^2$ :

$$\frac{n_1 s_1^2}{G^2} = \frac{n_1 s_2^2}{G^2} + \frac{n_1 s_3^2}{G^2}$$

Zmienna losowa  $\frac{n_1 s_2^2}{G^2}$  podlega rozkładowi  $\chi^2$  o jednym stopniu swobody, zaś  $\frac{n_1 s_3^2}{2}$  o  $n_1 - 2$  stopniach swobody. Zatem zmienna losowa  $\frac{n_1 s_1^2}{G^2}$  ma rozkład  $\chi^2$  o  $n_1 - 1$  stopniach swobody.

Zmienna losowa  $F = \frac{s_2^2}{s_3^2} = \frac{(n_1 - 2) s_2^2}{s_3^2}$  ma rozkład Fishera o 1 i  $n_1 - 2$  stopniach swobody.

Weryfikację hipotezy, że przyrost potencjału kierowniczego wybranej grupy dozoru górniczego jest funkcją liniową malejącą, opieramy więc na statystyce:

$$F = \frac{a_1^2 \sum_{i=1}^{n_1} (y_i - \bar{y})^2}{\frac{1}{n_1 - 2} \sum_{i=1}^{n_1} (z_i - y_i)^2}$$

gdzie:

$$Z_1 = \frac{\Delta y(t_1)}{y(t_1)}$$

Licznik sprawdzianu  $F$  jest miarą rozproszenia wszystkich wyników eksperymentu, natomiast mianownik jest miarą zmienności przypadkowej. Warunkiem liniowości trendu:

$$Y = a_0 + a_1 y$$

jest:

$$F \leq F_\alpha$$

$F_\alpha$  jest wartością krytyczną rozkładu  $F$  Fishera, odczytana z tabel dla 1,  $n-2$  stopni swobody i obranego prawdopodobieństwa.

Dla obliczonych na podstawie tablicy 2 wartości:

$$S_2^2 = a_1^2 \sum_{i=1}^{19} (y_i - \bar{y})^2 = 0,169$$

$$S_3^2 = \sum_{i=1}^{19} (Z_1 - y_1)^2 = 0,765$$

otrzymujemy:

$$F = \frac{S_2^2}{\frac{1}{n_1-2} S_3^2} = \frac{17 \cdot 0,196}{0,765} = 4,355$$

Z tabeli rozkładu  $F$  Fishera dla  $\alpha = 0,01$  oraz dla  $n = 1$  i  $n = 17$  stopni swobody odczytujemy wartość krytyczną:

$$F = 4,3689$$

Ponieważ z porównania  $F$  i  $F_\alpha$  wynika, że:

$$F = 4,355 \leq 4,3689 = F_\alpha$$

nie ma więc podstawy do odrzucenia hipotezy, że stopa wzrostu potencjału kierowniczo wybranej grupy dozoru górniczego jest funkcją liniową malejącą.

A zatem doboru osób dozoru, opartego dotychczas prawie wyłącznie na intuicji i doświadczeniu kierownictwa, można dokonać na podstawie obliczeń matematycznych, stosując badania testowe oraz modele programowania dynamicznego. Wykazano bowiem, że do charakterystyki przydatności poszczególnych osób dozoru nadaje się w zupełności krzywa logistyczna.

Dla osób dozoru, wykazujących tendencję szybszego rozwoju, tzn. których charakteryzujące zależności przyrostów względnych (por. rys. 1,2) leżą ponad poziomem nasycenia krzywej  $y = \frac{a}{1+b \cdot e^{-ct}}$ , można wyznaczyć tą samą drogą dodatkowy trend logistyczny.

### 1.2.2. Metoda probabilistyczna

Równie wnikliwym sposobem doboru kadr kierowniczych jest stosowanie rachunku prawdopodobieństwa. Ma on tę zaletę, że bez wyszczególnienia wszystkich czynników i ich wag, w sposób obiektywny ocenia kandydata. Można to uzyskać przez trafny dobór rozkładów dobrze opisujących proces oceny kandydata w zakresie popełnienia przez niego fałszywej decyzji w konwencjonalnie przyjętym przedziale czasu.

Dla zilustrowania tej metody posłużono się przykładem.

Na stanowisko dyrektora w kopalni jest dwóch kandydatów. Stanowisko chcemy powierzyć temu kandydatowi, u którego prawdopodobieństwo podjęcia mylnej decyzji w określonym przedziale czasu  $t$  będzie najmniejsze. Badania będą przeprowadzone w  $n = 10$  okresach o przedziałach czasu  $t = 10$  min zgodnie z programem wielokrotnego wyboru. Kandydat dokonuje wyboru jednej odpowiedzi uważanej za prawdziwą spośród kilku odpowiedzi już gotowych, a zawartych w tekście. Wszystkie odpowiedzi zawarte w tekście, z wyjątkiem jednej, są fałszywe lub niepełne.

W naszym przypadku dla każdego przedziału czasu  $t = 10$  min przewiduje się cztery pytania, przy czym na każde z tych pytań jest sześć odpowiedzi, w tym jedna prawdziwa. Kandydat podkreśla numer odpowiedzi, którą uważa za prawdziwą. Komisja egzaminacyjna wpisuje każdemu kandydatowi liczbę nieprawidłowych ocen w jego tabelę. Kandydat z większą liczbą okresów, w których nie zanotowano pomyłek, będzie miał korzystniejsze wyniki, ponieważ prawdopodobieństwo podjęcia przez niego mylnej decyzji będzie mniejsze. Na podstawie badań przeprowadzonych w opisany powyżej sposób uzyskano wyniki:

Kandydat A

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
k		1	2	2	1		2	1		1

Kandydat B

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
k	3		1				1	3	2	

przy czym:

n - liczba okresów, w których przeprowadzone zostały badania,

k - liczba fałszywych odpowiedzi udzielona przez kandydata w odpowiednim okresie.

Zakładając, że liczba fałszywych odpowiedzi k jest w określonym przedziale czasu t zmienną losową (k = 0, 1, 2, 3 i 4), wykorzystujemy do tego celu dwa typy procesów losowych: proces Poissona i proces Poly'a. Za pomocą tych dwóch procesów oceniamy, który z dwu kandydatów powinien objąć stanowisko dyrektora.

Proces Poissona. Prawdopodobieństwo k fałszywych odpowiedzi w okresie t wynosi:

$$P_k(t) = \frac{(\lambda t)^k}{k!} e^{-\lambda t}$$

Zmienna losowa o takim rozkładzie ma średnią  $m_1 = \lambda t$  i wariancję  $\sigma_1^2 = \lambda t$ . Parametr oznacza więc średnią liczbę fałszywych odpowiedzi w jednostce czasu.

Proces Poly'a. Prawdopodobieństwo k fałszywych odpowiedzi w okresie t wynosi:

$$Q_k(t) = \frac{v(v+1)\dots(v+k-1)}{k!} \left(\frac{t}{a+t}\right)^k \left(\frac{a}{a+t}\right)^v$$

Zmienna losowa o powyższym rozkładzie ma średnią  $m_2 = \frac{v \cdot t}{a}$  i wariancję  $\sigma_2^2 = \frac{v \cdot t}{a} \left(1 + \frac{t}{a}\right)$ . Do znajomości potrzebne są więc wartości dwóch parametrów n i k. Na podstawie tablic znajomości tych parametrów obliczamy dla każdego z kandydatów średnią  $\bar{x}$  i wariancję z poniższych wzorów:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum k \cdot n_k$$

$$\sigma^2 = \frac{1}{n} \sum (k^2 \cdot n_k) - \bar{x}^2$$

Aby oszacować nieznane parametry  $\lambda$  i  $\nu$  w rozkładzie Poly'a lub w rozkładzie Poissona, zastępujemy  $m$  przez  $\bar{x}$ , a  $G^2$  przez  $s^2$ .

Stąd

$$\lambda = \frac{\bar{x}}{t}$$

$$a = \frac{\bar{x}t}{s^2 - \bar{x}}$$

$$\nu = \frac{\bar{x}^2}{s^2 - \bar{x}}$$

Podstawiając obliczone w ten sposób wartości do wyrażeń  $P_k(t)$  i  $Q_k(t)$ , możemy już wyznaczyć prawdopodobieństwo w obu procesach. Na podstawie badań przeprowadzonych w tym zakresie stwierdzono, że gdy  $s^2 > \bar{x}$ , wówczas dany proces uważa się za proces Poly'a, gdy zaś  $s^2 \leq \bar{x}$ , wówczas proces ten uważamy za proces Poissona.

Rozpatrując dane przedstawione poprzednio dla poszczególnych kandydatów wykonamy następujące obliczenia:

Kandydat A

k	0	1	2	3	4
$n_k$	3	4	3	0	0

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{k=0}^4 k \cdot n_k = \frac{1}{10} \sum_{k=0}^4 (4 + 6) = 1$$

$$s^2 = \frac{1}{n} \sum_{k=0}^4 (k^2 \cdot n_k) - \bar{x}^2 = \frac{1}{10} \sum_{k=0}^4 (4 + 12) - 1 = 0,6$$

$$\lambda = \frac{\bar{x}}{t} = \frac{1}{10} = 0,1$$

Kandydat B

k	0	1	2	3	4
$n_k$	5	2	1	2	0

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{k=0}^4 k \cdot n_k = \frac{1}{10} \sum_{k=0}^4 (2 + 2 + 6) = 1$$

$$s^2 = \frac{1}{n} \sum_{k=0}^4 (k^2 \cdot n_k) - \bar{x}^2 = \frac{1}{10} \sum_{k=0}^4 (2 + 4 + 18) - 1 = 1,4$$

$$a = \frac{\bar{x}t}{s^2 - \bar{x}} = \frac{1 \cdot 10}{1,4 - 1} = 25$$

$$v = \frac{\bar{x}t}{s^2 - \bar{x}} = \frac{1^2}{1,4 - 1} = 2,5$$

Dla kandydata A

$$P_0(10) = \frac{(\lambda \cdot 10)^0}{0!} \cdot e^{-\lambda \cdot 10} = \frac{(0,1 \cdot 10)^0}{0!} \cdot e^{-0,1 \cdot 10} = e^{-1} = 0,37$$

Prawdopodobieństwo podjęcia co najmniej jednej fałszywej decyzji w określonym przedziale czasu przez kandydata A wynosi:

$$1 - e^{-1} = 0,63$$

Dla kandydata B:

$$Q_0(10) = \left(\frac{10}{a+10}\right)^0 \left(\frac{a}{a+10}\right)^v = \left(\frac{25}{35}\right)^{2,5} = 0,43$$

Prawdopodobieństwo podjęcia co najmniej jednej fałszywej decyzji w określonym przedziale czasu przez kandydata B wynosi:

$$1 - \left(\frac{25}{35}\right)^{2,5} = 0,57$$

Mimo że obydwaj kandydaci popełnili przy podejmowaniu decyzji po 10 pomyłek, to jednak kandydat B wykazał mniejsze prawdopodobieństwo podjęcia co najmniej jednej fałszywej decyzji w określonym przedziale czasu. Wynika stąd, że liczba okresów bez fałszywej decyzji u kandydata B jest większa niż u kandydata A, dlatego też dyrektorem powinien zostać kandydat B.

Za pomocą zaprezentowanych metod matematycznych wykazano, że istnieją obiektywne sposoby oceny kandydatów na stanowiska kierownicze.



## 2. PROJEKTOWANIE STRUKTURY ORGANIZACYJNEJ KOPALNI

### 2.1. WPROWADZENIE

Problematyką budowy struktury systemów wielkich na bazie metod matematycznych zainteresowano się w świecie stosunkowo niedawno. Zauważono, że w systemach wielkich wynik pracy całego systemu zależy od właściwie wybranej dla systemu struktury oraz od odpowiednich sterowań wewnątrz systemu. W pracach teoretycznych w tym zakresie zajęto się optymalizacją sterowań wewnątrz systemu ze względu na pewien określony wskaźnik jakości. Natomiast w zakresie optymalizacji struktury wielkich systemów jest stosunkowo mało opublikowanych wyników prac badawczych. Systemem wielkim jest również kopalnia. Chociaż modyfikacje struktury kopalń są ze względu na zmieniające się technologie wybierania konieczne, nie opracowano dotychczas naukowo uzasadnionych metod doboru właściwej struktury kopalni, czego dowodzi przegląd literatury w tym zakresie.

Etapem wyjściowym wszelkiego rodzaju prac badawczych, których przedmiotem są szczególnie złożone obiekty opisane wieloma wskaźnikami, jakimi są kopalnie, jest systematyzacja i uporządkowanie badanych zbiorów. W celu scharakteryzowania kopalni należałoby użyć wielu cech, z których jedne są mierzalne, a inne typu jakościowego. Różnicowanie się w tak dużej liczbie cech jest niemożliwe, stąd też zachodzi konieczność modelowego ujęcia zagadnienia, co podkreślone jest przez autorów prac [37] i [63].

Rozwój algebry, statystyki matematycznej i teorii grafów przyczynił się do opracowania metod i algorytmów pozwalających na typologiczne podziały i klasyfikacje złożonych obiektów.

Z. Hellwig w pracy [22] dowodzi, iż w przypadku badania populacji skończonych winna być stosowana taksonomia stochastyczna, a nie metody korelacji i regresji.

Algorytm wydzielenia grup przedsiębiorstw podobnych oraz wyboru przedsiębiorstw "wzorców" przy użyciu taksonomii stochastycznej przedstawiono w pracy [54]. Podobny charakter zastosowań taksonomii stochastycznej oraz innych metod taksonomicznych zawierają prace [2], [10] i [21].

W górnictwie zastosowaniem metod taksonomicznych zajmowali się autorzy prac [29], [64], [70] i [73].

W pracy [70] J. Szeja dokonał podziału niejednorodnego zbioru kopalń na grupy wewnętrzne bardziej jednorodne wykorzystując metodę głównych składowych Hotellinga w połączeniu z metodą przeciętnych różnic Czekanowskiego.

Podejście takie umożliwiło autorowi cytowanej pracy przeprowadzenie badań kształtowania się kosztów własnych w kopalniach.

Autorzy pracy [73] wykorzystując metody taksonomiczne opracowali metodę, która umożliwiłaby doprowadzenie do porównywalności wyników produkcyjnych uzyskiwanych w określonych filarach wybierkowych oraz ocenę ich pracy.

W pracy [29] autor metodą taksonomii wrocławskiej uporządkował zbiór KWK (na podstawie wskaźników techniczno-organizacyjnych) oraz określił syntetyczny miernik techniczno-organizacyjny rozwoju kopalń. Miernik ten stwarza przesłanki do obiektywnej oceny pracy kopalń, co ma duże znaczenie w praktyce organizatorskiej przemysłu węglowego. Efektywność działalności produkcyjnej przedsiębiorstw zależy od wielu sprzężonych ze sobą czynników, spośród których niezwykle istotna jest struktura organizacyjna.

Konieczność modyfikacji struktur organizacyjnych systemów spowodowana jest faktem "starzenia" się struktur oraz brakiem naukowo uzasadnionych metod, w oparciu o które klasyczne struktury zostały zbudowane.

Wprowadzenie innowacji o charakterze technicznym wpływa w znacznym stopniu na potrzebę ciągłego przystosowywania istniejących struktur organizacyjnych do nowych warunków.

Autor artykułu [52] opierając się na doświadczeniach zebranych w zakładach produkcyjnych Europy i USA przeprowadza analizę relacji pomiędzy strukturą organizacyjną przedsiębiorstwa a możliwością wprowadzenia innowacji. Podobny problem podjęto również w pracy [1].

H.M. Carlisle w publikacji [7] argumentuje konieczność modyfikacji istniejących systemów strukturalnych lub zastąpienie ich innymi.

Trudności techniczne wynikające przy wprowadzaniu zmian strukturalnych w istniejących już przedsiębiorstwach można w znacznym stopniu ominąć przeprowadzając wybór najkorzystniejszej struktury nie w toku eksploatacji systemu produkcyjnego, lecz jeszcze na etapie jego projektowania. Zagadnienie projektowania struktur organizacyjnych podejmowane jest przez wielu autorów prezentujących różne kryteria optymalnego ich doboru.

W ramach problematyki systemów wielkich, wiele prac poświęcono zagadnieniom optymalizacji tych systemów.

Znajomość własności, jakie winny posiadać struktury optymalne, znacznie może ułatwić znajdowanie struktur optymalnych przy projektowaniu systemów. Ciekawe rezultaty w tym zakresie można znaleźć w pracach R. Kulikowskiego [32], [33], [34] i [35].

Zagadnienie wyboru struktur systemów z punktu widzenia układu sterującego rozważono w pracach A. Straszaka [67], [68] i [69]. Ze względu na złożoność zadań optymalizacji struktury zaproponowane stosowanie metod heurystycznych wyboru struktury optymalnej.

Interesujące wyniki dotyczące optymalizacji wielopoziomowej struktury organizacyjnej przedstawił K. Mańczak w pracy [43], rozważając zadania optymalizacji struktur dla systemów skomponowanych z elementów o określonym typie charakterystyk statystycznych.

Aktualnie istniejące struktury organizacyjne kopalń węgla kamiennego tworzyli praktycy górnictwa opierając się na doświadczeniu i intuicji.

Autorzy pracy [59] przedstawili propozycje wzorcowych struktur organizacyjnych kopalń: prostej, złożonej i zespolonej, odnoszące się głównie do pewnych elementów systemu (służb ruchowych).

W związku z przechodzeniem kopalń na ciągły ruch pracy Minister Górnictwa w wytycznych [38] przedstawił ramowy schemat organizacyjny kopalni.

Znaczne jednak zróżnicowanie kopalń pod względem warunków naturalnych, a także różnice w działalności produkcyjnej i pozaprodukcyjnej oraz wobec potokowego charakteru procesu produkcji górniczej, rosnącej koncentracji oraz prawie pełnej mechanizacji kierowania stropem, wybierania i ładowania, przy coraz szerszym stosowaniu automatyzacji w technologii i zarządzaniu okazują się konieczne modyfikacje ramowych struktur organizacyjnych kopalń (SOK).

Aby eliminować możliwość wprowadzania w nowo projektowanych kopalniach SOK metodą prób i błędów, należy opierając się na metodach matematycznych opracować sposób doboru odpowiedniej struktury organizacyjnej dla danej kopalni.

Projektowanie nowych SOK może mieć zastosowanie wyłącznie dla wydzielonych jednorodnych grup kopalń, a nie dla całego resortu.

Opracowanie nowej SOK winno postępować od gniazd produkcyjnych (najniższego poziomu w systemie hierarchicznym), które mają dać założoną planem produkcję z danej kopalni. Wszystkie poziomy hierarchiczne są uzasadnione wtedy, gdy wynikają z konieczności stworzenia warunków rytmicznego i bezpiecznego wykonywania założonych planów wydobywania.

Z tych uwag nasuwa się bezpośrednio potrzeba opracowania procedury projektowania SOK opartej na:

- 1) podziale kopalń na statystycznie jednorodne grupy,
- 2) wyznaczonej dla jednorodnej grupy kopalń liczbie dniówek na określonym stanowisku pracy podporządkowanych jednej dniówce dozoru, przy której chłonność pracy jest najmniejsza,
- 3) wyznaczonej optymalnej liczbie osób dozoru podporządkowanych jednej osobie każdego wyższego poziomu hierarchicznego dla wszystkich pionów,
- 4) doborze liczby poziomów hierarchicznych, przy której prawdopodobieństwo niewykonania zadań planowych w konwencjonalnie przyjętym przedziale czasu jest najmniejsze.

Kopalnia węgla kamiennego jest systemem złożonym, o hierarchicznej strukturze. Poziomem produkcyjnym jest najniższy poziom hierarchiczny złożony ze stanowisk pracy.

W dalszej części tego rozdziału wykazano, że istnieje możliwość zbudowania i zweryfikowania za pomocą metod matematycznych optymalnej struktury organizacyjnej dla jednorodnych grup kopalń. Za optymalną uważać będziemy

taką SOK, która przy najmniejszej obciążalności pracy poziomu produkcyjnego wykazuje najmniejsze prawdopodobieństwo niewykonania założonych planem zadań.

## 2.2. TYPOLOGICZNY PODZIAŁ KOPALN METODĄ ZMIENNYCH LOSOWYCH WIELOWYMIAROWYCH

Wobec prawie pełnej mechanizacji wybierania i kierowania stropem, przy coraz częstszym stosowaniu automatyzacji w eksploatacji kopalń i zarządzaniu, istniejące obecnie struktury organizacyjne kopalń (SOK) mogą okazać się nieoptymalne.

Projektowanie dla całego resortu optymalnego wariantu SOK z powodu dużego zróżnicowania kopalń pod względem wskaźników (cech) górniczo-geologicznych i techniczno-organizacyjnych jest ekonomicznie niecelowe.

Dla poszczególnych grup kopalń jednorodnych można zaprojektować wspólny optymalny wariant SOK, wychodząc od gniazd produkcyjnych, które mają dać oczekiwaną produkcję z tych kopalń.

Kopalnię węgla kamiennego, jako zakład produkcyjny, można scharakteryzować skończoną liczbą cech (wskaźników). Wartości poszczególnych cech tworzą macierz informacji wyjściowych. Opracowana metoda zmiennych losowych wielowymiarowych dla typologicznego podziału kopalń, oparta na informacjach wyjściowych, umożliwia wnioskowanie w zakresie:

- a) podziału kopalń na podgrupy, w ramach których wnioskowanie statystyczne będzie bardziej skuteczne niż w odniesieniu do całej grupy,
- b) określania względnych różnic między kopalniami.

### 2.2.1. Metoda zmiennych losowych wielowymiarowych

Zakładamy, że w przemyśle węglowym pracuje  $N$  kopalń węgla kamiennego. Każda z tych  $N$  kopalń charakteryzuje  $m$  wskaźników (cech) górniczo-geologicznych i techniczno-organizacyjnych.

Każda z kopalń w przedstawionym modelu matematycznym przyjmujemy jako zmienną losową wielowymiarową:

$$X_j(x_{j1}, x_{j2}, \dots, x_{jm})$$

gdzie:

$j = 1, 2, \dots, N$ ),  $x_{j1}, x_{j2}, \dots, x_{jm}$  zaś są cechami górniczo-geologicznymi i techniczno-organizacyjnymi opisującymi określoną kopalnię.

Cechy otrzymane jako informacje wyjściowe możemy podać w postaci macierzy:

$$\begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1m} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{N1} & x_{N2} & \dots & x_{Nm} \end{bmatrix} \quad (2.1)$$

Ze zbioru  $N$  wartości zmiennych losowych wielowymiarowych:

$$X_j \{ x_{j1}, x_{j2}, \dots, x_{jm} \} \quad (2.2)$$

należy utworzyć  $L$  grup takich, aby w zakresie każdej z tych grup nie występowały między zmiennymi istotne różnice.

Przyjmuje się na początku założenie, że każda zmienna losowa  $X_j$  stanowi grupę o liczebności równej 1, zatem  $L = N$ , czyli liczba grup  $L$  jest na początku procedury równa liczbie zmiennych  $N$ .

Dla zmiennych losowych  $X_j$   $m$ -wymiarowych, rozpatrywanych jako  $m$  - wymiarowe punkty losowe w  $m$  - wymiarowej przestrzeni, wszystkie możliwe odległości między grupami zmiennych zdefiniowano w przestrzeni metrycznej w następujący sposób:

$$d_{kl} = \left[ \sum_{i=1}^m (x_{ki} - x_{li})^2 \right]^{1/2} \quad (2.3)$$

Współrzędne  $x_{ji}$  punktu losowego  $X_j$  w naszych obliczeniach są wielkościami standaryzowanymi. Spośród wszystkich odległości wybiera się odległość najmniejszą:

$$d_{\min}$$

oraz określa się numery grup  $s$  i  $t$ , dla których to zachodzi.

Z grup  $X_s$  i  $X_t$  tworzy się jedną grupę, nadając jej numer 1 i charakteryzuje się ją średnimi arytmetycznymi.

$$x_{(1)i} = \frac{x_{si} + x_{ti}}{2} \quad (2.4)$$

Wartości  $x_{(1)i}$  określają nową zmienną:

$$X_1 \{ x_{(1)1}, x_{(1)2}, \dots, x_{(1)m} \} \quad (2.5)$$

umownie zwaną "zmienną średnią", którą podstawiamy w miejsce zmiennej losowej o niższym wskaźniku  $X_{\min(st)}$ . Drugą z tych zmiennych zaznacza się w tablicy danych, tak aby nie brała ona już udziału w obliczeniach. Całkowita liczba grup jest obecnie pomniejszona o 1 i wynosi  $L = N-1$ .

Cały tok postępowania powtarza się teraz od początku; oblicza się odległości  $d_{kl}$  między grupami, znajduje się ponownie  $d_{\min}$  oraz wskaźniki grup, między którymi odległość jest najmniejsza. Łączy się te dwie grupy w jedną grupę. Całkowita liczba grup zmniejsza się znowu o 1. Postępowanie takie powtarza się do momentu, gdy przez naturalne łączenie zmiennych otrzyma się jedną tylko grupę, lub do chwili, gdy zastosowany test nie spowoduje przerywania grupowania.

W trakcie grupowania mogą wystąpić trzy różne przypadki:

- a) Nowa grupa zostaje utworzona z elementów, które dotąd nie podlegały grupowaniu. Postępuje się wtedy jak w pierwszym kroku, nadając tej grupie kolejny numer i tworzy się nową zmienną średnią. Zmienną tę znowu podstawia się w miejsce zmiennej o niższym wskaźniku. Drugą o wskaźniku wyższym eliminuje się z tablicy danych.
- b) Jednym z elementów nowej grupy  $G_p$  jest zmienna utworzona przez wcześniejsze grupowanie. Nowa grupa zachowuje poprzedni numer. Oblicza się zmienną średnią  $X_{(G_p)}$ , której składową tworzy się jako średnie składowych wszystkich zmiennych wchodzących w skład tej grupy:

$$x_{(G_p)1} = \frac{1}{N_{G_p}} \cdot \sum_k x_{ki} ; (x_{ki} \in G_p)$$

gdzie:

$N_{G_p}$  - liczebność zmiennych losowych wchodzących w skład grupy  $G_p$ .

Otrzymaną zmienną średnią  $X_{(G_p)}$  podstawia się w miejsce zmiennej  $X_{\min(s,t)}$  o niższym wskaźniku.

Druga zmienna  $X_{\max(s,t)}$  eliminuje się z tablicy danych.

- c) Nowa grupa powstaje przez połączenie dwóch wcześniej utworzonych grup. Zachowuje ona w takim przypadku numer niższy, a numerację wszystkich pozostałych grup zmienia się tak, aby zachowana została kolejność numerów.

Nową grupę charakteryzuje się jak poprzednie zmienną średnią, której składowe są wartościami średnimi składowych wszystkich zmiennych two-

rzających tę grupę. Dla każdej nowo utworzonej grupy oblicza się odległości zmiennych ją tworzących od centrum grupy, czyli

$$d_{(G_p)k} = \left[ \sum_{i=1}^m (x_{ki} - x_{(G_p)i})^2 \right]^{1/2} \quad (2.6)$$

gdzie:

$k$  - przybiera numery zmiennych losowych wchodzących w skład rozpatrywanej grupy.

W każdym kroku grupowania oblicza się wariancję międzygrupową  $S_{mg}^2$  odległości:

$$S_{mg}^2 = \frac{1}{L-1} \sum_{p=1}^L N_{G_p} \left| x_{(G_p)} - \bar{x} \right|^2 \quad (2.7)$$

gdzie:

$$\bar{x} = \bar{x} \{ \bar{x}_1, \bar{x}_2, \bar{x}_3, \dots, \bar{x}_m \}$$

$$\bar{x}_1 = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N x_{j1}$$

$$\left| x_{(G_p)} - \bar{x} \right|^2 = \sum_{i=1}^m (x_{(G_p)i} - \bar{x}_1)^2$$

stąd:

$$S_{mg}^2 = \frac{1}{L-1} \sum_{p=1}^L N_{G_p} \sum_{i=1}^m (x_{(G_p)i} - \bar{x}_1)^2 \quad (2.8)$$

Oblicza się również wariancję wewnątrzgrupową  $S_{wg}^2$  odległości:

$$S_{wg}^2 = \frac{1}{N-1} \sum_{p=1}^L \sum_{k=1}^{N_{G_p}} \left| x_{(p)k} - x_{(G_p)} \right|^2$$

czyli:

$$S_{wg}^2 = \frac{1}{N-L} \sum_{p=1}^L \sum_{k=1}^{N_{G_p}} \sum_{i=1}^m (x_{(p)ki} - x_{(G_p)i})^2 \quad (2.9)$$

Obliczone wartości wariancji wewnątrzgrupowej i międzygrupowej pozwalają sprawdzić hipotezę o równości środków utworzonych grup.

Sprawdzamy hipotezę zerową  $H_0$ :

$$G_{mg}^2 = G_{wg}^2$$

wobec hipotezy alternatywnej  $H_1$ :

$$G_{mg}^2 > G_{wg}^2$$

Obliczając wartość zmiennej:

$$F = \frac{S_{mg}^2}{S_{wg}^2} \quad (2.10)$$

można ją porównać z wielkością  $F$  z tablicy Fishera-Snedecora na poziomie istotności  $\alpha$  przy stopniach swobody  $f_1 = L - 1$  oraz  $f_2 = N - L$ .

W przypadku gdy  $F \leq F_{\alpha}$ , można stwierdzić, że nie ma podstaw do odrzucenia hipotezy  $H_0$  głoszącej, że współrzędne środków grup nie różnią się od siebie w sposób statystycznie istotny. Wskazuje to na jednorodność zbioru utworzonego z tych grup.

Jeżeli natomiast  $F > F_{\alpha}$ , przyjęta hipoteza należy odrzucić, gdyż odchylenia międzygrupowe nie mieszczą się w granicach wyznaczonych przez rozrzut w obrębie badanego materiału.

### 2.2.2. Przygotowanie materiału statystycznego

Podstawą podziału zbioru kopalń na grupy kopalń jednorodnych za pomocą metody grupowania zmiennych losowych wielowymiarowych są przyjęte cechy będące wskaźnikami górniczo-geologicznymi i techniczno-organizacyjnymi.

W celu wyeliminowania wpływu wyboru jednostek miary poszczególnych cech przeprowadzono ich standaryzację:

$$x_{ik} = \frac{x_{ik} - \bar{x}_k}{s_k} \quad (2.11)$$



gdzie:

$X_{ik}$  - wartość k-tej współrzędnej dla i-tej zmiennej,  
( $i = 1, 2, \dots, N$ )      ( $k = 1, 2, \dots, m$ )

$\bar{X}_k$  - średnia wartość współrzędnej k,

$S_k$  - odchylenie standardowe współrzędnej k.

Wybrane wskaźniki (cechy) winny w możliwie najlepszy sposób charakteryzować istotne właściwości kopalni.

W przeprowadzonych badaniach do analizy wykorzystano wskaźniki, które decydują o efektywności działalności gospodarczej kopalni węgla kamiennego.

Informacje wyjściowe do niniejszej pracy zebrano korzystając ze sprawozdawczości gospodarczej, którą kopalnie i zjednoczenia przemysłu węglowego składały w Departamencie Planowania Ministerstwa Górnictwa. Część przyjętych do badań wskaźników wymagało wstępnego przetworzenia rachunkowego, tak aby odpowiadały układowi informacji zawartych w wydawanych w poprzednich latach "Statystykach przemysłu węglowego w Polsce". Podstawowe wskaźniki określające warunki górnictwo-geologiczne, jak: nachylenie pokładów, wysokość przodków, głębokość eksploatacji czy temperatura zostały obliczone jako średnie ważone w odniesieniu do uzyskiwanego wydobycia w danych warunkach.

Mając na uwadze stworzenie przesłanek do prac modernizacyjno-rekonstrukcyjnych oraz stworzenie miernika poziomu techniczno-organizacyjnego kopalń czynnych, do wstępnej analizy statystycznej wybrano 26 wskaźników techniczno-organizacyjnych i ekonomicznych oraz 5 parametrów określających warunki górnictwo-geologiczne.

W kolejności przyjętej do obliczeń poszczególne wskaźniki opisane są następująco:

- $x_1$  - nakłady inwestycyjne ogółem (tys.zł),
- $x_2$  - wydobycie roczne (t),
- $x_3$  - wydajność pracy (kg/rdn),
- $x_4$  - średnia temperatura w przodkach wybierkowych ( $^{\circ}\text{C}$ ),
- $x_5$  - średnie nachylenie pokładów ( $\alpha^{\circ}$ ),
- $x_6$  - średnia wysokość przodku (m),
- $x_7$  - średnia długość frontu eksploatacyjnego (m),
- $x_8$  - depływ wody do kopalni ( $\text{m}^3/\text{min}$ ),
- $x_9$  - średnia głębokość eksploatacji (m),
- $x_{10}$  - średni dzienny postęp zabierek (m/d),
- $x_{11}$  - średni dzienny postęp ścian z podsadzka hydrauliczna (m/d),

- $x_{12}$  - średni dzienny postęp ścian zawałowych (m/d),
- $x_{13}$  - Procentowy udział wydobycia z ścian z obudową zmechanizowaną (%),
- $x_{14}$  - zmienowość (il. zm/d),
- $x_{15}$  - czas przebywania w przodku (min),
- $x_{16}$  - koszty robocizny (zł/t),
- $x_{17}$  - koszty materiałowe (zł/t),
- $x_{18}$  - koszty amortyzacji (zł/t),
- $x_{19}$  - koszty energii (zł/t),
- $x_{20}$  - natężenie robót przygotowawczych (m/1000 t),
- $x_{21}$  - średni dzienny postęp chodników kamiennych (m/d),
- $x_{22}$  - średni dzienny postęp chodników kamiennie-węglowych (m/d),
- $x_{23}$  - średni dzienny postęp chodników węglowych (m/d),
- $x_{24}$  - zatrudnienie w grupie przemysłowej - robotnicy (w osobach),
- $x_{25}$  - zatrudnienie w grupie przemysłowej - inż.-techn. (w osobach),
- $x_{26}$  - zatrudnienie w grupie przemysłowej - administracyjnej (w osobach),
- $x_{27}$  - zatrudnienie w grupie nieprzemysłowej (w osobach),
- $x_{28}$  - absencja pracowników w grupie przemysłowej (%),
- $x_{29}$  - stopień zakordowania prac<sup>v</sup> (%),
- $x_{30}$  - średnia płaca (zł/rok),
- $x_{31}$  - wartość środków trwałych brutto (tys.zł).

Przyjmując do badań powyższe wskaźniki, zebrano lub obliczono ich wielkości opierając się na danych ze statystyk kopalnianych [29]. Dane zebrano dla wszystkich kopalń głębinowych przemysłu węglowego.

Poszczególne kopalnie węgla kamiennego przypisano odpowiednie numery, przyjmując kolejność wg zjednoczeń. Zestawienie kopalń przedstawia tablica 3.

Zestawienie kopalń węgla kamiennego

Lp.	Nazwa kopalni	Lp.	Nazwa kopalni
1	Jaworzno	34	Nowy Wirek
2	Komuna Paryska	35	Halemba
3	Siersza	36	Bobrek
4	Janina	37	Dymitrow
5	Brzeszcze	38	Szombierki
6	Silesia	39	Rozbark
7	Bolesław Śmiały	40	Andaluzja
8	Boże Dary	41	Julian
9	Murcki	42	Powstańców Śląskich
10	Lenin	43	Miechowice
11	Ziemowit	44	Pstrowski
12	Jowisz	45	Zabrze
13	Grodziec	46	Sośnica
14	Generał Zawadzki	47	Makoszowy
15	Czerwona Gwardia	48	Gliwice
16	Milowice-Czeladź	49	Bielszowice
17	Sosnowiec	50	Knurów
18	Czerwone Zagłębie	51	Szczygłowice
19	Kazimierz-Juliusz	52	Rydułtowy
20	Niwka-Modrzejów	53	Anna
21	Mysłowice	54	Marcel
22	Wieżorek	55	Rymer
23	Wujek	56	Chwałowice
24	Katowice	57	Jankowice
25	Gottwald	58	Dębieńsko
26	Barbara-Chorzów	59	1 Maja
27	Michał	60	Jastrzębie
28	Siemianowice	61	Moszczenica
29	Śląsk	62	Manifest Lipcowy
30	Polska	63	Wałbrzych
31	Staszic	64	Victoria
32	Wawel	65	Thorez
33	Pokój	66	Nowa Ruda

2.2.3. Zastosowanie metod grupowania zmiennych losowych wielowymiarowych dla podziału typologicznego kopalń

W wyniku przygotowania materiału statystycznego (podrozdz. 2.2) otrzymaliśmy macierz wyjściowych danych w postaci standaryzowanej (zał. 1) [28]:

$$\begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1m} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{N1} & x_{N2} & \dots & x_{Nm} \end{bmatrix}$$

Stosując algorytm podany w podrozdziale 2.1, za pomocą programu opracowanego dla ODRY-1204 dokonano typologicznego podziału kopalń.

Uzyskano 64 podziały (grupowania) kopalń dla kolejnych stopni swobody 1-64. W zestawieniu końcowym wyników obliczeń, dla każdego podziału podano:

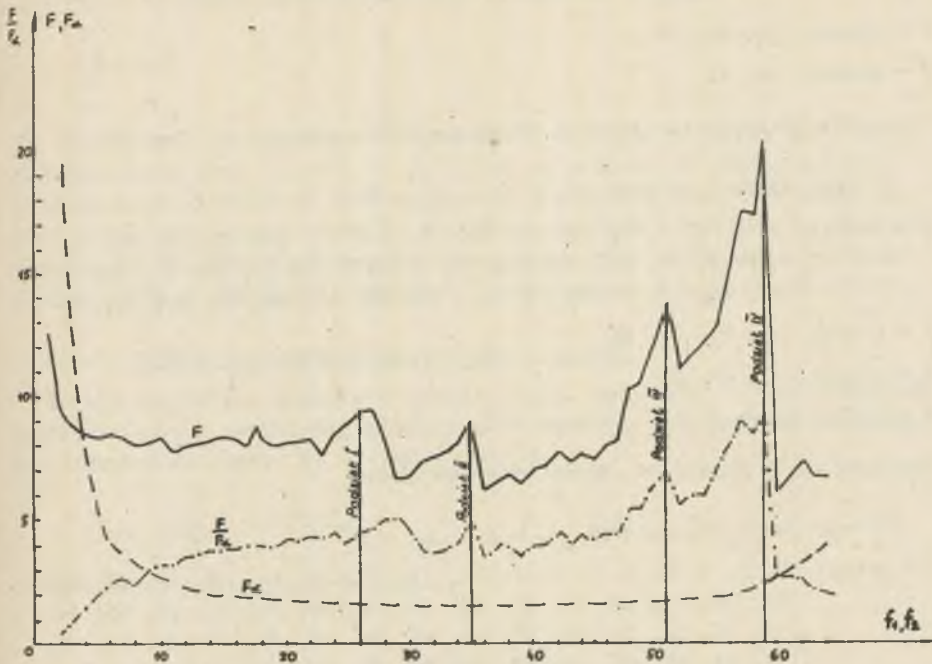
- wartość wariancji odległości międzygrupowej,
- wartość wariancji odległości wewnątrzgrupowej,
- wartość  $F$ (wg wzoru (2.10)).

Dane te przedstawiono w załączniku nr 2 [28].

Dla sprawdzenia istotności otrzymanych podziałów porównano wartości  $F$  wyznaczone wzorem (2.10) z wartościami  $F_{\alpha}$  z tablic Fishera-Snedecora na poziomie istotności  $\alpha = 0,05$ , przy stopniach swobody  $f_1 = L - 1$  oraz  $f_2 = N - L$ . Porównanie powyższe przedstawiono w formie graficznej na rysunku 2.1.

Ze stosunku  $F$  obliczonego wzorem (2.10) i  $F_{\alpha}$  wyznaczonego z tablic wynika, że najistotniejszymi podziałami zbioru kopalń węgla kamiennego na grupy bardziej jednorodnej są (podano numery kopalń wg tablicy 3):

- 1) Przy stopniach swobody  $f_1 = 39$ ,  $f_2 = 26$ 
  - 1 - grupa: 53, 54
  - 2 - grupa: 36, 45, 47, 49, 50, 51
  - 3 - grupa: 60, 61
  - 4 - grupa: 12, 14, 15, 17, 19, 20, 26, 27, 30, 34
  - 5 - grupa: 5, 56
  - 6 - grupa: 63, 65, 66
  - 7 - grupa: 52, 58



Rys. 2.1. Wartości  $F$  i  $F_{\alpha}$  grupowania kopalń metodą zmiennych losowych wielowymiarowych

Fig. 2.1. Values  $F$  and  $F_{\alpha}$  of grouping the mines by a method of multi-dimensional random variations

8 - grupa: 23, 31, 35

9 - grupa: 25, 28

10 - grupa: 24, 33, 38

11 - grupa: 4, 7

Pozostałych 29 kopalń to jednoelementowe grupy.

2) Przy stopniach swobody  $f_1 = 30$ ,  $f_2 = 35$

1 - grupa: 4, 5, 7, 52, 53, 54, 56, 58

2 - grupa: 12, 14, 15, 17, 19, 20, 24, 25, 26, 27, 28, 30, 32, 33, 34, 36, 38, 45, 47, 49, 50, 51

3 - grupa: 60, 61

4 - grupa: 23, 31, 35

5 - grupa: 6, 55

6 - grupa: 63, 65, 66

7 - grupa: 40, 41

Pozostałe 24 kopalnie stanowią jednoelementowe grupy.

3) Przy stopniu swobody  $f_1 = 14$ ,  $f_2 = 51$

1 - grupa: 3, 4, 5, 6, 7, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 45, 46, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58

2 - grupa: 63, 64, 65, 66

3 - grupa: 59, 60, 61

4 - grupa: 8, 9

Pozostałych 11 kopalń to jednoelementowe grupy.

4) Przy stopniach swobody  $f_1 = 6$ ,  $f_2 = 59$

1 - grupa: 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 44, 45, 46, 47, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61

2 - grupa: 63, 64, 65, 66.

Pozostałych 5 kopalń to jednoelementowe grupy.

#### 2.2.4. Analiza typologicznego podziału kopalń

Przedstawiony w pracy algorytm (podrozdz. 2.1), oparty na metodzie grupowania zmiennych losowych wielowymiarowych, daje wyniki obliczeń kolejnych grupowań poszczególnych elementów rozpatrywanej populacji kopalń (zał. 2).

Algorytm umożliwia obserwację przemieszczania się i łączenia elementów i podzbiorów w grupy typologiczne jednorodne.

Opierając się na testach statystycznych wyróżniono cztery podziały różniące się jednorodnością podzbiorów. Podział I przedstawia grupy typologiczne bardziej jednorodne niż podział II itd.

Wyróżnione podziały nie wykluczają możliwości przeprowadzenia analizy i wykorzystania wszystkich kolejnych podziałów podanych w załączniku 2.

Miara istotności typologicznego podziału zbieru kopalń węgla kaniennego jest wartość stosunku zmiennej  $F$  (wzór (2.10)) do wielkości  $F_{\alpha}$  wyznaczonej z tablicy Fishera-Snedecora.

Podział optymalny otrzymujemy przy spełnieniu warunku:

$$\frac{F}{F_{\text{oc}}} = \max$$

dla określonych stopni swobody  $f_1 = L - 1$  i  $f_2 = N - L$ . Warunek ten jest spełniony przy  $f_1 = 6$  i  $f_2 = 59$ , co oznacza, że odpowiadający mu podział IV (tablica 7) jest podziałem optymalnym, przy określonym poprzez dobór cech diagnostycznych kryterium podziału. Podziały I, II i III odpowiadają lokalnym wartościom ekstremalnym  $F/F_{\text{oc}}$  i stanowią charakterystyczne etapy pośrednie prowadzące do otrzymania podziału optymalnego.

### 2.2.5. Metoda mierzenia stopnia rozwoju kopalń

W celu określenia względnych różnic między kopalniami, a tym samym ich uporządkowania w podgrupach typologicznie bardziej jednorodnych wyznaczamy abstrakcyjny punkt  $P_0$  o współrzędnych:

$$(x_{01}, x_{02}, \dots, x_{0m}),$$

spełniających następujące warunki:

$$\begin{cases} x_{0s} = \max_r \{x_{rs}\}, & \text{jeśli } s \in J \\ x_{0s} = \min \{x_{rs}\}, & \text{jeśli } s \notin J, \\ & s = 1, 2, \dots, m \end{cases}$$

gdzie:

$J$  - oznacza zbiór wskaźników - stymulantów.

Odległość pomiędzy poszczególnymi punktami  $P_i$  ( $i = 1, 1, \dots, N$ ) a punktem  $P_0$  obrazującym wzorec rozwoju oznacza się przez  $\sigma_{i0}$  i oblicza ze wzoru:

$$\sigma_{i0} = \left[ \sum_{k=1}^m (x_{ik} - x_{0k})^2 \right]^{1/2} \quad (2.13)$$

Odległości te są podstawowymi elementami używanymi przy obliczaniu miary rozwoju -  $d_i$ :

$$d_i = 1 - \frac{\sigma_{i0}}{\sigma_0} \quad (2.14)$$

gdzie:

$$c_o = \bar{c}_o + 2 S_o \quad (2.15)$$

$\bar{c}_o$  - średnia arytmetyczna z  $c_{io}$

$$\bar{c}_o = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N c_{io}$$

$S_o$  - odchylenie standardowe

$$S_o = \left[ \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (c_{io} - \bar{c}_o)^2 \right]^{1/2} \quad (2.16)$$

Interpretując miernik rozwoju kopalni (MRK) - obiekt jest tym bardziej rozwinięty, im bardziej wartość jego miary rozwoju, obliczonej wg wzoru (2.14), zbliża się do jedności.

### 2.3. WYBÓR Z GRUPY KOPALNÍ JEDNORODNYCH KOPALNÍ O NAJKORZYSTNIEJSZEJ STRUKTURZE ORGANIZACYJNEJ

#### 2.3.1. Zakłócenia w realizacji zadań planowanych kopalń węgla kamiennego (KWK)

Realizacja zadań planowanych jest ściśle związana ze strukturą organizacyjną kopalni. Zatem kopalnię o takiej strukturze organizacyjnej, która w konwencjonalnie przyjętym przedziale czasu charakteryzuje się najmniejszym prawdopodobieństwem niewykonania planu, można uznać za najkorzystniejszą i należy przypuszczać, że jej zastosowanie w innych kopalniach danej grupy przyniesie wzrost efektów ekonomicznych.

Dla wskazania najkorzystniejszej SOK należy odpowiedzieć na pytanie, czy wykonanie lub niewykonanie planu przez kopalnię można prognozować i czy daną kopalnię można ocenić w tym zakresie.

Opierając się na danych z obserwacji w procesie produkcji możemy uzyskać tylko przybliżone odpowiedzi na postawione pytania. Zastosowanie metod statystyki matematycznej zapewnia jednakże wystarczającą w praktyce dokładność dla oceny warunków niezbędnych do wykonania założonego planu w ramach danej struktury organizacyjnej.

Zakładamy, że wykonanie założonego planu przez kopalnię będzie możliwe wtedy, gdy wszystkie czynniki, warunkujące proces produkcji, będą działać prawidłowo w określonych warunkach przez określony czas.



Typologiczny podział kopalń - I

Grupa	Kopalnie	MRK d <sub>31/74</sub>	Grupa	Kopalnie	MRK d <sub>31/74</sub>
1	Anna	0,254	5	Chwałowice	0,288
	Marcel	0,242		Brzeszcze	0,220
2	Szozyglowice	0,319	6	Nowa Ruda	0,041
	Makoszowy	0,283		Wałbrzych	0,017
	Bobrek	0,275		Thorez	-0,028
	Zabrze	0,245	7	Rydułtowy	0,230
	Bielszowice	0,180		Dębieńskie	0,226
	Knurów	0,174			
3	Jastrzębie	0,209	8	Halemba	0,441
	Moszczenica	0,172		Staszic	0,351
				Wujek	0,279
	Polaka	0,303	9	Siemianowice	0,322
	Sosnowiec	0,287		Gottwald	0,261
	Jowisz	0,284	10	Pokój	0,299
	Czerwona Gwardia	0,279		Katowice	0,267
	Michał	0,246		Szombierki	0,251
	Nowy Wirek	0,222	11	Bolesław Smiały	0,313
	Niwka-Modrzejów	0,220		Janina	0,273
	Generał Zawadzki	0,209	12-40	Kopalnie stanowiące jedno-elementowe podzbiory, dla których wartości MRK (d <sub>31/74</sub> ) podane są w tablicy 4	
	Barbera Chorzów	0,202			
	Kazimierz-Juliusz	0,155			

Typologiczny podział kopalń - II

Grupa	Kopalnie	MRK	Grupa	Kopalnie	MRK	
1	Bolesław		4	Halemba	0,421	
	Smiały	0,313		Staszic	0,351	
	Chwałowice	0,288		Wuiek	0,279	
	Janina	0,273	5	Kymer	0,236	
	Anna	0,254		Silesia	0,196	
	Marcel	0,242	6	Sowa Ruda	0,041	
	Rydułtowy	0,230		Wałbrzych	0,017	
Dębieńsko	0,226	Thores		-0,028		
Brzeszcze	0,220	7	Andriusja	0,522		
2	Sielesnowice	0,322	Julian	0,418		
	Szczygłowice	0,319	8	Jaworzno	0,110	
	Polska	0,303	9	Komuna Paryska	0,277	
	Pokój	0,299	10	Sieradz	0,361	
	Sosnowiec	0,287	11	Bole Dąb	0,391	
	Jowisz	0,284	12	Lebia	0,341	
	Makoszowy	0,283	13	Śróki	0,287	
	Czerwona		14	Kienowit	0,316	
	Gwardia	0,279	15	Uroczlec	0,178	
	Bobrek	0,275	16	Milowice-		
	Wawel	0,271		Gseladź	0,190	
	Katowice	0,267	17	Uzerwone		
	Gottwald	0,261		Zakęcie	0,062	
	Szombierki	0,251	18	Kyskowitz	0,218	
	Michał	0,246	19	Wieszkowice	0,210	
	Zabrze	0,245	20	Siask	0,090	
	Nowy Wirek	0,222	21	Dymitrow	0,328	
	Niwka		22	Ronbark	0,383	
	Modrzejów	0,220	23	Powstańców 51.	0,351	
	Generał		24	Miedzowice	0,157	
	Zawadzki	0,209	25	Przytoki	0,090	
	Barbara-		26	Sesbica	0,202	
	Chorasów	0,202	27	Głiwice	-0,110	
	Bielszowice	0,180	28	Jankowice	0,222	
	Knurów	0,174	29	1 Moja	0,123	
	Kazimiera-		30	Maniast		
	Juliusz	0,155		Lipowy	0,036	
	3	Jastrzębie	0,209	31	Victoria	-0,092
		Moszczenica	0,172			

Typologiczny podział kopalń - III

Grupa	Kopalnia	MRK	Grupa	Kopalnie	MRK
1	Andalusja	0,522	1	Jankowice	0,222
	Halemba	0,421		Nowy Wirek	0,222
	Julian	0,418		Niwka-	
	Rozbark	0,383		Modrzejów	0,220
	Staszic	0,351		Brzeszcze	0,220
	Siersza	0,341		Barbara-	
	Dymitrow	0,326		Chorzów	0,202
	Siemianowice	0,322		Sośnica	0,202
	Szczygłowice	0,319		Milowice-	
	Bolesław			Czeladź	0,199
	Smiały	0,313		Silesia	0,196
	Polska	0,303		Bielszowice	0,180
	Pokój	0,299		Knurów	0,174
	Ohwałowice	0,288		Kazimierz-	
	Sosnowiec	0,287		Juliusz	0,155
	Jowisz	0,284			
	Makoszowy	0,283	2	Nowa Ruda	0,041
	Wujek	0,279		Wałbrzych	0,017
	Czerwona			Thores	-0,028
	Gwardia	0,279		Victoria	-0,092
	Myszkowice	0,278	3	Jastrzębie	0,209
	Bobrek	0,275		Moszczenica	0,172
	Janina	0,273		1 Mała	0,123
	Wawel	0,271	4	Boże Dary	0,351
	Katowice	0,267		Muroki	0,287
	Gottwald	0,261	5	Powstańców Sik.	0,351
	Anna	0,254	6	Lenin	0,341
	Szombierki	0,251	7	Ziemowit	0,346
	Michał	0,246	8	Komuna	
	Zabrze	0,245		Paryska	0,297
	Marcel	0,242	9	Miechowice	00,157
	Rymer	0,236	10	Jaworzno	0,110
Rydułtowy	0,230	11	Siask	0,090	
Wieczorek	0,230	12	Czerwone		
Dębieńsko			Zagłębie	0,062	
		13	Pszczyński	0,050	
		14	Janina Lipowa	0,036	
		15	Glinia	-9,110	

Typologiczny podział kopalń - IV

Grupa	Kopalnia	MRK	Grupa	Kopalnia	MRK
1	Andaluzja	0,522	1	Zebrze	0,245
	Halemba	0,421		Marcel	0,242
	Julian	0,418		Rymer	0,236
	Rozbark	0,383		Ryduktowy	0,230
	Staszic	0,351		Włeczorek	0,230
	Boże Dary	0,351		Dębieńsko	0,226
	Powstańców Śl.	0,351		Jankowice	0,222
	Lenin	0,341		Nowy Wirek	0,222
	Siersze	0,341		Hiwka-	
	Dymitrow	0,326		Modrzejów	0,220
	Siemianowice	0,322		Generał	
	Szczygłowice	0,319		Zawadzki	0,209
	Ziemowit	0,316		Jastrzębie	0,209
	Bolesław			Barbara-	
	Śmiały	0,313		Gorzów	0,202
	Polska	0,303		Sońnica	0,202
	Pokój	0,299		Milowice-	
	Komuna Paryska	0,297		Czeladź	0,199
	Chwałowice	0,288		Silesia	0,196
	Sosnowiec	0,287		Bielaszowice	0,180
	Murcki	0,287		Grodzlec	0,178
	Jowisz	0,284		Knurów	0,174
	Makoszowy	0,283		Moszczenica	0,157
	Wujek	0,279		Kazimierz-	
	Czerwona			Juliusz	0,155
	Guardia	0,279		1 Maja	0,123
	Mysłowice	0,278		Czerwone	
	Bobrek	0,275		Zagłębie	0,062
	Janina	0,273		Patrowski	0,050
	Wawel	0,271			
	Katowice	0,267	2	Nowa Ruda	0,041
	Gottwald	0,261		Wałbrzych	0,017
	Anna	0,254		Theraz	-0,028
Szombierki	0,251	Victoria		-0,092	
Michał	0,246	3	Miechowice	0,157	
		4	Jaworzno	0,110	
		5	Śląsk	0,036	
		6	Manifest Lipcowy	0,036	
		7	Gliwice	-0,110	

W celu przeprowadzenia wnioskowania statystycznego w zakresie wykonania lub niewykonania założonego planu na podstawie danych empirycznych z kopalni, niezbędny jest dobór takich rozkładów prawdopodobieństwa, które będą dobrze opisywały zagadnienie powstawania zakłóceń w wykonaniu założonego planu w wydzielonych jednorodnych grupach kopalń o określonych SOK w określonym czasie oraz umożliwi określenie prawdopodobieństwa zaistnienia tych zakłóceń.

W praktyce przez zakłócenie w produkcji kopalni uważa się zajście pierwszego spostrzeżenia odnoszącego się do istotnego zahamowania tempa produkcji, powodującego niewykonanie planu w danym przedziale czasowym.

Każde zakłócenie w produkcji traktuje się w praktyce jako zmienną losową typu skokowego.

Przez rytmiczność produkcji rozumieć będziemy przedział czasu pomiędzy kolejnymi zakłóceniami, w którym produkcja w kopalni przebiega zgodnie z założonym planem.

Jeżeli przez  $X$  oznaczymy liczbę zakłóceń w produkcji w okresie czasu  $t$ , to:

$$P \{ X \geq 1, t \}$$

jest prawdopodobieństwem zajścia jednego lub większej liczby zakłóceń w obranym czasookresie  $t$ .

Prawdopodobieństwem rytmiczności produkcji jest zatem prawdopodobieństwo niewystępowania zakłócenia w ciągu czasu  $t$ .

Z teorii rachunku prawdopodobieństwa wynika, że wykonanie planu lub inaczej - rytmiczny przebieg produkcji (czyli niezajście zakłóceń) wyraża się wzorem:

$$R(t) = P(x = 0, t) = 1 - P \{ x \geq 1, t \}$$

Przedstawione w pracy rozkłady prawdopodobieństwa zaistnienia zakłóceń w określonym przedziale czasu w określonej SOK pozwolą uszeregować kopalnie PW według wielkości prawdopodobieństwa wykonania założonego planu w przyjętym konwencjonalnie okresie czasu, co jest równoznaczne z prognozowaniem wykonania planu.

Realność proponowanej metody zależy od zgodności dobranych rozkładów prawdopodobieństw zaistnienia zakłóceń w przyjętym konwencjonalnie przedziale czasu z danymi doświadczalnymi.

2.3.2. Stochastyczny model badań zakłóceń w produkcji w kopalni o danej strukturze organizacyjnej

Podstawą oceny zakłóceń w produkcji będzie rozkład  $P(x, t)$  prawdopodobieństwa zaistnienia  $x$  zakłóceń w umownie przyjętym odstępie czasu  $(t_0, t_0 + t)$ , gdzie  $t > 0$ .

Rozkład ten wprowadzimy, przyjmując następujące założenia:

1) Szukane prawdopodobieństwo jest niezależne od wartości  $t_0$ , co oznacza, że zakłócenia w produkcji są niezależne od chwili rozpoczęcia obserwacji.

2) Prawdopodobieństwo zaistnienia  $(x + 1)$  - zakłóceń w krótkim wobec  $t$  odstępie czasu  $(t, t + \Delta t)$  wynosi  $\lambda(x, t) \cdot \Delta t$ , przy tym kształt funkcji  $\lambda(x, t)$  jest określony przez:

- a) ogół warunków w danej kopalni,
- b) równość

$$\sum_{x=0}^{\infty} P(x, t) = 1 \quad (2.17)$$

gdzie

$x$  - dowolna liczba dodatnia.

3) Prawdopodobieństwo zaistnienia najmniej dwóch zakłóceń w produkcji w odstępie czasu  $(t, t + \Delta t)$ , jeżeli zaistniało już  $x$  zakłóceń w odstępie czasu  $(t_0, t_0 + t)$ , wynosi  $o(\Delta t)$ , które jest małe wobec  $\Delta t$ , można je pominąć, gdyby bowiem prawdopodobieństwo to nie było małe, oznaczałoby to niedopuszczalnie wysoką częstość zakłóceń.

4) Prawdopodobieństwo, że nie zajdzie ani jedno zakłócenie w odstępie czasu  $(t, t + \Delta t)$ , jeżeli zaistniało już  $x$  zakłóceń w odstępie czasu  $(t_0, t_0 + t)$ , wynosi:  $1 - \lambda(x, t) \cdot \Delta t - o(\Delta t)$ .

Wynikają stąd relacje:

$$P(x, t + \Delta t) = P(x, t) \cdot [1 - \lambda(x, t) \cdot \Delta t - o(\Delta t)] + \\ + P(x - 1, t) \cdot \lambda(x - 1, t) \cdot \Delta t + \sum_{n=2}^x P(x - n, t) \cdot o(\Delta t) \quad (2.18)$$

i

$$P(0, t + \Delta t) = P(0, t) \cdot [1 - \lambda(0, t) \cdot \Delta t] \quad (2.19)$$

Przekształcając (2.18) i (2.19) do postaci:

$$\frac{P(x, t + \Delta t) - P(x, t)}{\Delta t} = P(x - 1, t) \cdot \lambda(x - 1, t) -$$

$$- P(x, t) \cdot \lambda(x, t) + \sum_{n=2}^x P(x - n, t) \frac{o(\Delta t)}{\Delta t} - P(x, t) \cdot \frac{o(\Delta t)}{\Delta t} \quad (2.18a)$$

i

$$\frac{P(0, t + \Delta t) - P(0, t)}{\Delta t} = - P(0, t) \cdot \lambda(0, t) \quad (2.19a)$$

a następnie przechodząc do granicy przy  $\Delta t \rightarrow 0$ , otrzymujemy rekurencyjny układ równań różniczkowych liniowych:

$$\frac{dP(0, t)}{dt} = - \lambda(0, t) \cdot P(0, t) \quad (2.20)$$

$$\frac{dP(x, t)}{dt} = \lambda(x - 1, t) \cdot P(x - 1, t) - \lambda(x, t) \cdot P(x, t) \quad (2.21)$$

Rozwiązanie tego układu winno spełniać warunki początkowe:

$$P(0, 0) = 1 \quad (2.22)$$

$$P(x, t) = 0 \quad \text{dla} \quad x = 1, 2, 3, \dots \quad (2.23)$$

i jest zależne od kształtu funkcji  $\lambda(x, t)$ .

Układ równań (2.20) i (2.21) przedstawia pewien typ procesu stochastycznego z czasem ciągłym. Jest to tzw. proces Markowa, jednorodny w czasie. Jak niżej pokażemy, trzy różne postacie funkcji  $\lambda(x, t)$  prowadzą do rozwiązań spełniających warunek (2.17).

#### Rozwiązanie pierwsze

Założmy, że:

$$\lambda(x, t) = \lambda = \text{const} > 0 \quad (2.24)$$

hipoteza ta jest równoważna przypuszczeniu, że zakłócenia w produkcji są losowo niezależne. Układ równań (2.20) i (2.21) przyjmuje wówczas postać:

$$\frac{dP(0, t)}{dt} = - \lambda \cdot P(0, t), \quad (2.25)$$

$$\frac{dP(x,t)}{dt} = \lambda \cdot [P(x-1,t) - P(x,t)] \quad x = 1, 2, 3, \dots \quad (2.26)$$

Z (2.25) wobec (2.22) otrzymujemy:

$$P(0,t) = e^{-\lambda t} \quad (2.27)$$

Teraz z (2.26) wobec (2.23) otrzymujemy rekurencyjnie  $P(1,t)$ ,  $P(2,t)$  itd. Rozwiązania te wyrażają się wzorem:

$$P(x,t) = \frac{(\lambda t)^x}{x!} \cdot e^{-\lambda t}, \quad (2.28)$$

określającym tzw. proces jednorodny Poissona. Warunek jest tu spełniony, gdyż:

$$\sum_{x=0}^{\infty} \frac{(\lambda t)^x}{x!} e^{-\lambda t} = e^{-\lambda t} \sum_{x=0}^{\infty} \frac{(\lambda t)^x}{x!} = e^{-\lambda t} \cdot e^{\lambda t} = 1 \quad (2.29)$$

a więc wzór (2.28) określa rozkład prawdopodobieństwa. Rozkład ten możemy otrzymać z rozkładu Poissona, określonego wzorem:

$$P(x=r) = \frac{\mu^r}{r!} e^{-\mu} \quad r = 0, 1, 2, \dots \quad (2.30)$$

$\mu$  - stała dodatnia

kładąc

$$\mu = \lambda \cdot t \quad (2.31)$$

Zmienna losowa rozkładu (2.30) ma wartość średnią  $\bar{x}$  określoną wzorem:

$$\bar{x} = \mu \quad (2.32)$$

i wariancję  $G_x^2$  równą wartości średniej:

$$G_x^2 = \bar{x} = \mu \quad (2.33)$$

stąd zmienna losowa rozkładu (2.28) ma wartość średnią  $\bar{x}(t)$  i wariancję  $G_x^2(t)$  określone wzorami:

$$\bar{x}(t) = \lambda t, \quad G_x^2(t) = \lambda t, \quad (2.34)$$



więc

$$\bar{x}(t) = G_x^2(t) \quad (2.35)$$

Ponadto:

$$\frac{P(x+1, t)}{P(x, t)} = \frac{(\lambda t)^{x+1}}{(x+1)!} \cdot e^{-\lambda t} \cdot \frac{x!}{(\lambda t)^x} \cdot e^{\lambda t} = \frac{\lambda t}{x+1} \quad (2.36)$$

Stąd wynika, że ciąg prawdopodobieństw:  $P(0, t)$ ,  $P(1, t)$ ,  $P(2, t), \dots$  rośnie dopóki  $x < \lambda t - 1$ , a maleje, gdy  $x > \lambda t - 1$ . W przypadku więc gdy zakłócenia produkcyjne mają rozkład Poissona, najbardziej prawdopodobną liczbę  $x_0(t)$  zakłóceń (w odstępie czasu o długości  $t$ ) jest  $x_0(t) = C(\lambda t - 1)$

Przyjmując, że  $t = t_2 - t_1 > 0$ , oznaczmy przez:

$$P_{ij}(t) = P \{ x_{t_2} = j \mid x_{t_1} = i \}$$

prawdopodobieństwo, że jeżeli w odstępie czasu  $(t_0, t_0 + t_1)$  zaistniało  $x_{t_1} = i$  zakłóceń, to w odstępie czasu  $(t_1, t_2)$  zaistnieje  $(j - i)$  zakłóceń.

Ponieważ zakłócenia w produkcji są losowo niezależne:

$$\begin{aligned} P_{ij}(t) &= P(x_{t_2} = j \mid x_{t_1} = i) = \\ &= \frac{P(x_{t_1} = i, x_{t_2} - x_{t_1} = j - i)}{P(x_{t_1} = i)} = \\ &= P(x_{t_2} - x_{t_1} = j - i), \end{aligned} \quad (2.37)$$

a więc

$$P_{ij}(t) = \frac{(\lambda t)^{j-i}}{(j-i)!} e^{-\lambda t} \quad (2.38)$$

dla

$$i = 0, 1, 2, \dots, \quad j - i = 0, 1, 2, \dots$$

funkcja  $p_{1j}(t)$  jest też rozkładem Poissona. Z własności ogólnych rozkładów prawdopodobieństw wynika, że

$$\sum_{j=1}^{\infty} p_{1j}(t) = 1 \quad (2.39)$$

$$p_{11}(t) = \frac{(\lambda t)^0}{0!} e^{-\lambda t} = e^{-\lambda t} \quad (2.40)$$

$$\lim_{t \rightarrow \infty} p_{1j}(t) = \lim_{t \rightarrow 0} \frac{(\lambda t)^j - 1}{(j-1)! e^{\lambda t}} = 0 \quad (2.41)$$

Zauważamy relacje:

$$\begin{aligned} q_1 &= \lim_{t \rightarrow 0+} \frac{1 - p_{11}(t)}{t} = \lim_{t \rightarrow 0(+)} \frac{1 - e^{-\lambda t}}{t} = \\ &= \lim_{t \rightarrow 0(+)} \frac{-\lambda(1 - e^{-\lambda t})}{-t} = \lambda \end{aligned} \quad (2.42)$$

$$\begin{aligned} q_{1j} &= \lim_{t \rightarrow 0(+)} \frac{p_{1j}(t)}{t} = \lim_{t \rightarrow 0(+)} \frac{(\lambda t)^{j-1} e^{-\lambda t}}{(j-1)! t} = \\ &= \begin{cases} \lambda & \text{dla } j = 1 + 1 \\ 0 & \text{dla } j > 1 + 1 \end{cases} \end{aligned} \quad (2.43)$$

Wyrażenia  $q_1$  i  $q_{1j}$  nazywane są intensywnościami odnośnego procesu stochastycznego. Interpretacja relacji (2.42) jest oczywista po odczytaniu, że  $1 - p_{11}(t)$  wyraża prawdopodobieństwo, że w odstępie czasu  $(t_1, t_1 + t)$  zdarzy się choć jedno zakłócenie, jeżeli w odstępie czasu  $(t_0, t_1 + t_1)$  zdarzyło się 1 zakłócenie (dodatnie wartości  $t_0$  i  $t_1$  są dowolne).

### Rozwiązanie drugie

Zakładamy, że:

$$\lambda(x, t) = \lambda x \quad (\lambda - \text{stała dodatnia}) \quad (2.44)$$

tj., że  $\lambda(x,t)$  jest funkcją liniową, rosnącą niezależną od czasu  $t$ . Tym samym odrzucamy hipotezę niezależności losowej zakłóceń, ale zachowujemy hipotezę, że ogół warunków w danej kopalni nie zmienia się w czasie prowadzonych badań w sposób istotny.

Można łatwo spostrzec, że z (2.44) wynika konieczność przyjęcia, że od chwili  $t_0 = 0$  zaistniało przynajmniej jedno zakłócenie. W przeciwnym bowiem razie układ (2.20) i (2.21) zredukowałby się do równania trywialnego:

$$\frac{dP(x,t)}{dt} = 0 \quad (2.45)$$

o rozwiązaniu:

$$P(x,t) = \text{const}$$

nie mogącym spełniać warunku (2.17). Wynik ten jest oczywisty. Przy traktowaniu ciągu zakłóceń jako "epidemii" musimy założyć, że epidemia ta została zapoczątkowana.

Założmy więc, że od chwili  $t_0 = 0$  zaszło  $k$  zakłóceń,  $k = 1, 2, 3, \dots$ . Prawdopodobieństwo  $P(x,t)$ , że w kolejnym odstępie czasu  $(0,t)$  zaistnieje jeszcze  $x$  zakłóceń, jest określone przez układ równań:

$$\frac{dP(0,t)}{dt} = -\lambda k \cdot P(0,t) \quad (2.46)$$

$$\frac{dP(x,t)}{dt} = -\lambda \cdot (x+k) \cdot P(x,t) + \lambda \cdot (x+k-1) \cdot P(x-1,t) \quad (2.47)$$

gdzie:

$$k = 1, 2, 3, \dots, \quad x = 1, 2, 3.$$

Rozwiązanie układu (2.46) i (2.47) winno spełniać warunki początkowe:

$$P(x,0) = 0 \quad \text{dla } x = 1, 2, 3, \dots, \quad (2.48)$$

i

$$P(0,0) = 1 \quad (2.49)$$

Stosując metodę analogiczną do użytej przy rozwiązaniu układu (2.25) i (2.26) otrzymujemy:

$$P(x,t) = \binom{x+k-1}{x} e^{-k\lambda t} (1 - e^{-\lambda t})^x \quad (x = 0, 1, 2, \dots) \quad (2.50)$$

Zauważamy, że:

$$\sum_{x=0}^{\infty} (x + k - 1) \cdot e^{-k\lambda t} \cdot (1 - e^{-\lambda t})^x =$$

$$= e^{-k\lambda t} \sum_{x=0}^{\infty} (x + k - 1) (1 - e^{-\lambda t})^x = 1$$

Podstawiając bowiem  $z = 1 - e^{-\lambda t}$  otrzymujemy:

$$\sum_{x=0}^{\infty} (x + k - 1) (1 - e^{-\lambda t})^x = \sum_{x=0}^{\infty} (x + k - 1) z^x =$$

$$= 1 + \binom{k}{1} z + \binom{k+1}{2} z^2 + \binom{k+2}{3} z^3 + \dots = (1 - z)^{-k} = e^{k\lambda t}$$

Widzimy zatem, że wzór (2.50) określa rozkład prawdopodobieństwa zmiennej losowej  $X$ .

Dla zmiennej losowej  $X$ , podlegającej rozkładowi Furry'ego-Yule'a, określanemu postacią (2.50) otrzymujemy:

$$\bar{x} = \bar{x}(t) = k e^{\lambda t} \quad (2.51)$$

$$\sigma_x^2 = \sigma_x^2(t) = k(e^{2\lambda t} - e^{\lambda t}) \quad (2.52)$$

Stosując oznaczenia analogiczne do użytych we wzorach (2.38) do (2.43) założymy, że do chwili  $t_0$  zaistniało ( $k \geq 1$ ) przypadków zakłóceń i oznaczymy przez  $p_{kj}(t)$  prawdopodobieństwo, że od chwili  $t = t_0 + t_1$ , gdzie  $t_1 > t_0$ , zaistnieje jeszcze  $x = j - k$  zakłóceń. Jest:

$$p_{kj}(t) = P(j - k, t) \quad (2.53)$$

$$\lim_{t \rightarrow \infty} p_{kj}(t) = 0 \quad (k = 1, 2, \dots; j \geq k) \quad (2.54)$$

$$q_k = \lim_{t \rightarrow 0(+)} \frac{1 - p_{kk} t}{t} = k \quad (2.55)$$

$$q_{kj} = \lim_{t \rightarrow 0(+)} \frac{P_{kj}(t)}{t} = \begin{cases} k\lambda & \text{dla } j = k + 1 \\ 0 & \text{dla } j \neq k, k + 1 \end{cases} \quad (2.56)$$

Intensywności  $q_k$  i  $q_{kj}$  procesu Furry'ego-Yule'a są niezależne od czasu  $t$ , ale zależne od liczby  $k$  zakłóceń w produkcji do chwili  $t_0$ .

Wzór (2.50) upraszcza się znacznie przy przyjęciu  $k = 1$ , tj. przy przyjęciu, że początek serii zakłóceń zgadza się z początkiem obranego przedziału czasu  $(0, t)$ . Przyjęcie to jest dopuszczalne na mocy hipotezy o dowolności odbioru momentu  $t_0$ . Otrzymujemy wówczas wzór:

$$P(x, t) = e^{-\lambda t} (1 - e^{-\lambda t})^x \quad (x = 0, 1, 2, \dots) \quad (2.57)$$

Zauważamy, że

$$\lim_{x \rightarrow \infty} P(x, t) = 0 \quad (2.58)$$

oraz

$$P(0, t) > P(1, t) > P(2, t) \dots$$

Dla zmiennej losowej  $x$  o rozkładzie (2.57):

$$\bar{x} = \bar{x}(t) = e^{-\lambda t} \quad (2.59)$$

i

$$G_x^2 = G_x^2(t) = e^{-\lambda t} (e^{\lambda t} - 1) \quad (2.60)$$

a więc:

$$G_x^2 = \bar{x}(\bar{x} - 1) \quad (2.61)$$

Jeżeli

$$\bar{x} > 2, \text{ wówczas } G_x^2 > \bar{x}.$$

### Rozwiązanie trzecie

Założmy, że

$$\lambda(x, t) = \frac{v + x}{a + t} \quad (a, v - \text{stałe}) \quad (2.62)$$

Rozwiązanie to przyjmie postać tzw. rozkładu Poly'a:

$$P(x,t) = c \cdot \left(v + \frac{x}{a} - 1\right) \left(\frac{t}{a+t}\right)^x \quad (x = 0, 1, 2, \dots) \quad (2.63)$$

gdzie:

$$P(0,t) = c = \left(\frac{a}{a+t}\right)^v \quad (2.64)$$

Dla zmiennej losowej  $x$  o rozkładzie (2.63):

$$\bar{x} = \bar{x}(t) = \frac{v \cdot a \cdot t}{a} \quad (2.65)$$

$$G_x^2 = G_x^2(t) = \frac{v \cdot a \cdot t}{a} \cdot \left(1 + \frac{t}{a}\right) \quad (2.66)$$

Wyrażając ze wzorów (2.65) i (2.66)  $a$  i  $v$  przez  $\bar{x}$  i  $G_x^2$  otrzymujemy:

$$a = \frac{\bar{x} \cdot t}{G_x^2 - \bar{x}} \quad (2.67)$$

$$v = \frac{\bar{x}^2}{G_x^2 - \bar{x}} \quad (2.68)$$

Ze wzorów tych wynika, że stałe  $a$  i  $v$  są zawsze jednakowych znaków  $a > 0$  i  $v > 0$ , gdy  $G_x^2 > \bar{x}$ ,

zasz

$$a < 0 \quad i \quad v < 0, \quad \text{gdy} \quad G_x^2 < \bar{x}.$$

Z teoretycznego punktu widzenia interesujące jest zagadnienie, czy można znaleźć inne praktyczne przydatne rozkłady liczby zakłóceń, spełniające (2.20) do (2.23) oraz warunek (2.17). Otóż można stwierdzić drogą efektywnego rozwiązania równań (2.20) i (2.21), że przy dowolnym odbiorze ciągu funkcji:

$$\lambda(0,t), \quad \lambda(1,t), \quad \lambda(2,t), \dots \quad (2.69)$$

można otrzymać rozwiązania spełniające warunki początkowe (2.22) i (2.23). Jednak rozwiązania te mogą nie spełniać warunku (2.17). Z rozważań naszych wynika, że przy ustalonym  $t$  ciąg (2.69) jest niemalejący. Jeżeli ciąg

(2.69) jest rosnący, to wzrastanie nie może być zbyt szybko. Mówi o tym twierdzenie: "Na to, aby wzór (2.17) był spełniony dla wszystkich  $t$ , potrzeba i wystarczy, by szereg:

$$\sum_{x=0}^{\infty} \frac{1}{\lambda(x, t)} \quad (2.70)$$

był rozbieżny".

Tempo wzrastania ciągu (2.69) może być co najwyżej liniowe jak w rozkładach Furry'ego-Yule'a i Poly'a, co wynika z (2.44) i (2.62), bo szereg:

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^{\alpha}}$$

jest rozbieżny dla  $0 < \alpha < 1$ , zbieżny zaś dla  $\alpha > 1$ . Gdyby ciąg (2.69) wzrastał szybciej niż liniowo, otrzymalibyśmy dodatnie prawdopodobieństwo nieskończenie wielu zakłóceń produkcji w skończonym odcinku czasu, co spowodowałoby lawinowy charakter zakłóceń.

#### Zestawienie uzyskanych wyników

1. Uzyskane rozkłady mogą być wykorzystane do stawiania prognoz zakłóceń w produkcji i oceny tych zakłóceń w danej kopalni o określonej strukturze organizacyjnej.

Z prawdopodobieństwem:

$$\sum_{x=k_1+1}^{k_2} P(x, t) \quad (2.71)$$

należy oczekiwać, że w przedziale czasowym  $(t_0, t_0 + t)$  zdarzy się najmniej  $k_1$ , a najwyżej  $k_2$  zakłóceń.

Miernikiem probabilistycznym zakłóceń w produkcji może być:

$$P_0(t) = 1 - P(0, t) \quad (2.72)$$

prawdopodobieństwo, że w przedziale czasowym  $(t_0, t_0 + t)$  zaistnieje choć jedno zakłócenie. Jeśli w badanym zbiorze danych kopalń wszystkie wartości  $p_0(t)$  są bliskie, wówczas za miernik zakłóceń można przyjąć:

$$p_k(t) = 1 - \sum_{x=0}^{k-1} p(x, t) \quad (2.73)$$

gdzie  $k$  obieramy tak duże, by otrzymane dla różnych kopalń wartości mierników różniły się w sposób nieprzypadkowy i dały się dzięki temu uszeregować według wielkości.

2. Gdy dla danego rozkładu empirycznego otrzymamy (po ustaleniu wartości  $t$ ) wartość średnią istotnie różną od wariancji, to wyrównanie tego rozkładu za pomocą wzoru teoretycznego (2.28) jest niecelowe. Spostrzeżenie to oszczędzi nam niejednokrotnie testowania (np. za pomocą  $\chi^2$ ) zgodności rozkładu empirycznego z przyjętym rozkładem teoretycznym.

W przypadku braku istotnej różnicy między  $\bar{x}$  a  $\sigma_x^2$  przyjmujemy przewidywanie hipotezę, że rozkładem teoretycznym jest (2.28), dla którego najbardziej wiarygodną wartość  $\lambda$  obliczamy za pomocą wzoru (2.34), czyli:

$$\lambda = \frac{\bar{x}}{t}$$

Wiarygodność hipotezy rozkładu (2.28) ocenimy testem  $\chi^2$ . Przy obliczaniu poszczególnych prawdopodobieństw można korzystać z gotowych tablic rozkładu Poissona, zwykle jednak pociąga to za sobą konieczność zaokrąglenia faktycznie otrzymanej wartości  $\lambda t$ . Dokładniejsze wartości prawdopodobieństw  $P(x, t)$  możemy uzyskać na podstawie wzoru (2.28), posługując się tablicami logarytmów silni.

3. Z faktu, że zarówno rozkład dwumienny, jak rozkład Poissona są (w dość szerokich granicach zmienności swych parametrów) przybliżone przez rozkład normalny - wynika, że posiadają one szereg własności podobnych do własności rozkładu normalnego. W szczególności prawdopodobieństwo, że zmiana losowa w rozkładzie Poissona przekracza swą wartość o co najmniej  $3\sigma$ , jest znikome.

Istotnie, z tablic dystrybucyj rozkładu Poissona znajdujemy np.:

a)  $\bar{x} = 1, \quad \sigma = \sqrt{1} = 1, \quad \bar{x} + 3\sigma = 4,$

$$P(x > 4) = 1 - P(x \leq 4) = 1 - 0,996 = 0,004$$

b)  $\bar{x} = 4, \quad \sigma = \sqrt{4} = 2, \quad \bar{x} + 3\sigma = 10,$

$$P(x > 10) = 1 - P(x \leq 10) = 1 - 0,997 = 0,003$$

c)  $\bar{x} = 5, \quad P(x > 11,708) = 0,000$

Podobne wyniki otrzymujemy dla innych wartości  $\bar{x}$ . Wynik ten oznacza, że jest bardzo mało prawdopodobne, by w odstępie czasu o długości  $t$  liczba zakłóceń przekroczyła wartość  $\lambda t + 3\sqrt{\lambda t}$

Jeśli więc fakt tak mało prawdopodobny zaistnieje, należy przypuścić, że rozkład nie jest poissonowski.



Warunkiem koniecznym stosowalności rozkładu (2.50) jest spełnianie przez wartość średnią i wariancję rozkładu empirycznego - choćby w przybliżeniu - równości:

$$G_x^2 = \frac{1}{x} \cdot \bar{x}^2 - \bar{x} \quad (2.74)$$

wynikającej z (2.51) i (2.52). Podobnie, warunkiem koniecznym stosowalności rozkładu (2.57) jest spełnienie przez wartość średnią i wariancję rozkładu empirycznego - choćby w przybliżeniu - równości (2.64).

Wzór (2.57) przekształcony do postaci:

$$P(x, t) = \frac{1}{x} \left(1 - \frac{1}{x}\right)^x \quad (x = 0, 1, 2, \dots) \quad (2.75)$$

jest bardzo dogodny dla przeprowadzenia obliczeń rachunkowych - czym góruje zarówno nad rozkładem Poissona, jak i rozkładem Poly'a. Oczywiście prostotę wzoru (2.57) w porównaniu z (2.50) opłaca się mniejszą precyzją oszacowań parametru  $\bar{x}$ , co może mieć znaczenie w przypadku stawiania prognoz długoterminowych.

5. Rozkład (2.63) jest dwuparametrowy (zależy od dwóch stałych  $a$  i  $v$ ), co pozwala na ogół lepiej dobrać go do danego rozkładu empirycznego, niż jest możliwe dla rozkładów (2.28) i (2.59) czy (2.57), zależnych od jednej stałej. W przypadku jednak, gdy dla danego rozkładu empirycznego zachodzi - choćby w przybliżeniu - równość

$$G_x^2 = x$$

wówczas stosowanie (2.63) jest mało celowe, gdyż oszacowania stałych  $a$  i  $v$  uzyskanych ze wzorów (2.67) i (2.68) są mało wiarygodne (z wysokim prawdopodobieństwem są obciążone bardzo dużymi błędami). Natomiast gdy  $G_x^2 > \bar{x}$ , wówczas można stosować rozkład (2.63).

6. Z badania własności teoretycznych znalezionych rozkładów wynika, że - rozkład Poissona stosujemy, gdy

$$\bar{x} \geq G_x^2,$$

- rozkład Poly'a stosujemy, gdy

$$G_x^2 > \bar{x},$$

- rozkład Furry'ego-Yule'a stosujemy, gdy

$$G_x^2 = \bar{x} \cdot (\bar{x} - 1).$$

## 2.4. OPTIMALNA STRATEGIA OBŁOŻENIA WEDŁUG STANOWISK PRACY W KWK

W kopalniach należących do jednorodnej grupy można niekiedy znaleźć stanowiska pracy o wyższej sprawności niż analogiczne w wybranej spośród nich kopalni o najkorzystniejszej strukturze organizacyjnej. W związku z tym procedurę budowy optymalnej SOK oparto na:

- wyznaczeniu optymalnej liczby robotnikodniówek podporządkowanych jednej osobie dozoru,
- wyznaczeniu optymalnej liczby osób dozoru podporządkowanych jednej osobie dozoru wyższego, przy której prawdopodobieństwo niewykonania zadań planowych w konwencjonalnie przyjętym przedziale czasu jest najmniejsze,
- wyznaczeniu liczby poziomów hierarchicznych.

### 2.4.1. Chłonność pracy na poszczególnych stanowiskach w KWK

Podstawą sprawnego funkcjonowania kopalni i rytmicznego wykonywania założonego planu wydobywczego jest obłożenie wszystkich stanowisk z uwzględnieniem chłonności pracy. Stwierdzenie niniejsze prowadzi do wniosku, że dobre rozeznanie w zakresie chłonności pracy na poszczególnych stanowiskach w KWK warunkuje optymalną strategię obłożenia stanowisk pracy.

Określenie chłonności pracy na danym stanowisku w KWK jest ściśle związane z produkcją. Za jednostkę miary czasu w produkcji węgla przyjęto w PW jedną dniówkę.

OKREŚLENIE. Przez chłonność pracy na określonym stanowisku pracy rozumiemy będziemy liczbę dniówek przepracowanych na danym stanowisku dla wyprodukowania 10.000 ton węgla.

Jeżeli oznaczymy przez:

- u - chłonność pracy na danym stanowisku,
- x - czas liczony w dniówkach przepracowanych przez robotników,
- w - wydobyty węgiel w tonach,

wówczas chłonność pracy na danym stanowisku wyraża się wzorem:

$$u = \frac{x}{w} \cdot 10.000 \quad (2.76)$$

Chłonność pracy na danym stanowisku w KWK zależy od wielu różnorodnych zmiennych czynników. Jeżeli jednak założymy, że w jednorodnych grupach kopalń są ściśle określone warunki geologiczne i techniczno-organizacyjne, które w pewnym określonym przedziale czasu możemy przyjąć za stałe, wówczas przeprowadzając badania możemy stwierdzić, że chłonność pracy na danym stanowisku zależy od liczby dniówek pracowników podporządkowanych jednej dniówce zespołu decyzyjnego (np. na stanowisku drażenia od liczby dniówek pracowników podporządkowanych jednej dniówce dozoru).

Zatem chłonność pracy na danym stanowisku w produkcji w KWK zależy od liczby pracowników podporządkowanych jednej osobie zespołu decyzyjnego (tzn. jednej osobie z zespołu o jeden poziom wyższego).

Oznaczamy przez:

X - liczebność dniówek pracowników na danym stanowisku,

Y - liczebność dniówek zespołu decyzyjnego (np. dozoru) na danym stanowisku.

Zakładamy, że chłonność pracy na określonym stanowisku (X,Y) jest zmienną losową dwuwymiarową typu ciągłego oraz że  $f(x,y)$  jest gęstością dwuwymiarowej zmiennej losowej.

Wówczas:

$$f(x,y) = f\left(\frac{x}{y}\right)f_2(y) \quad (2.77)$$

gdzie  $f\left(\frac{x}{y}\right)$  jest rozkładem warunkowym zmiennej losowej X ze względu na Y w dwuwymiarowym rozkładzie zmiennej losowej (X,Y), a funkcja  $f_2(y)$  jest rozkładem brzegowym zmiennej losowej ciągłej Y w dwuwymiarowym rozkładzie zmiennej losowej (X,Y).

Ponieważ warunkiem koniecznym i wystarczającym niezależności zmiennych losowych X i Y w dwuwymiarowym rozkładzie (X,Y) jest spełnienie przez rozkłady brzegowe  $f_1(x)$  i  $f_2(y)$  równości:

$$f(x,y) = f_1(x)f_2(y) \quad (2.78)$$

więc uwzględniając (2.77) otrzymujemy bezpośrednio:

$$f\left(\frac{x}{y}\right) = f_1(x) \quad (2.79)$$

wzór bardzo praktyczny w badaniach niezależności zmiennych losowych typu ciągłego X i Y.

Jak bowiem wykazują badania w zakresie chłonności pracy w KWK, na ogół:

$$f\left(\frac{x}{y}\right) \neq f_1(x)$$

#### 2.4.2. Model badań chłonności pracy na danym stanowisku pracy w KWK

Źródłem informacji o chłonności pracy w jednorodnych grupach kopalń są dane statystyczne, uzyskane z obserwacji w zakresie chłonności w umownie przyjętym przedziale czasu. Dysponując takimi danymi i posługując się metodami statystyki matematycznej, możemy znaleźć rozkład, który dobrze opisывałby chłonność pracy.

gdzie  $k$  obieramy tak duże, by otrzymane dla różnych kopalń wartości mierników różniły się w sposób nieprzypadkowy i dały się dzięki temu uszeregować według wielkości.

2. Gdy dla danego rozkładu empirycznego otrzymamy (po ustaleniu wartości  $t$ ) wartość średnią istotnie różną od wariancji, to wyrównanie tego rozkładu za pomocą wzoru teoretycznego (2.28) jest niecelowe. Spostrzeżenie to oszczędzi nam niejednokrotnie testowania (np. za pomocą  $\chi^2$ ) zgodności rozkładu empirycznego z przyjętym rozkładem teoretycznym.

W przypadku braku istotnej różnicy między  $\bar{x}$  a  $\sigma_x^2$  przyjmujemy przewidywanie hipotezę, że rozkładem teoretycznym jest (2.28), dla którego najbardziej wiarygodną wartość  $\lambda$  obliczamy za pomocą wzoru (2.34), czyli:

$$\lambda = \frac{\bar{x}}{t}$$

Wiarygodność hipotezy rozkładu (2.28) ocenimy testem  $\chi^2$ . Przy obliczaniu poszczególnych prawdopodobieństw można korzystać z gotowych tablic rozkładu Poissona, zwykle jednak pociąga to za sobą konieczność zaokrąglania faktycznie otrzymanej wartości  $\lambda t$ . Dokładniejsze wartości prawdopodobieństw  $P(x, t)$  możemy uzyskać na podstawie wzoru (2.28), posługując się tablicami logarytmów silni.

3. Z faktu, że zarówno rozkład dwumienny, jak rozkład Poissona są (w dość szerokich granicach zmienności swych parametrów) przybliżone przez rozkład normalny - wynika, że posiadają one szereg własności podobnych do własności rozkładu normalnego. W szczególności prawdopodobieństwo, że zmiana losowa w rozkładzie Poissona przekracza swą wartość o co najmniej  $3\sigma$ , jest znikome.

Istotnie, z tablic dystrybucyj rozkładu Poissona znajdujemy np.:

$$a) \quad \bar{x} = 1, \quad \sigma = \sqrt{1} = 1, \quad \bar{x} + 3\sigma = 4,$$

$$P(x > 4) = 1 - P(x \leq 4) = 1 - 0,996 = 0,004$$

$$b) \quad \bar{x} = 4, \quad \sigma = \sqrt{4} = 2, \quad \bar{x} + 3\sigma = 10,$$

$$P(x > 10) = 1 - P(x \leq 10) = 1 - 0,997 = 0,003$$

$$c) \quad \bar{x} = 5, \quad P(x > 11,708) = 0,000$$

Podobne wyniki otrzymujemy dla innych wartości  $\bar{x}$ . Wynik ten oznacza, że jest bardzo mało prawdopodobne, by w odstępie czasu o długości  $t$  liczba zakłóceń przekroczyła wartość  $\lambda t + 3\sqrt{\lambda t}$

Jeśli więc fakt tak mało prawdopodobny zaistnieje, należy przypuścić, że rozkład nie jest poissonowski.

Warunkiem koniecznym stosowalności rozkładu (2.50) jest spełnianie przez wartość średnią i wariancję rozkładu empirycznego - choćby w przybliżeniu - równości:

$$G_x^2 = \frac{1}{k} \cdot \bar{x}^2 - \bar{x} \quad (2.74)$$

wynikającej z (2.51) i (2.52). Podobnie, warunkiem koniecznym stosowalności rozkładu (2.57) jest spełnienie przez wartość średnią i wariancję rozkładu empirycznego - choćby w przybliżeniu - równości (2.61).

Wzór (2.57) przekształcony do postaci:

$$P(x, t) = \frac{1}{x} \left(1 - \frac{1}{x}\right)^x \quad (x = 0, 1, 2, \dots) \quad (2.75)$$

jest bardzo dogodny dla przeprowadzenia obliczeń rachunkowych - czym góruje zarówno nad rozkładem Poissona, jak i rozkładem Poly'a. Oczywiście prostotę wzoru (2.57) w porównaniu z (2.50) opłaca się mniejszą precyzją oszacowań parametru  $\bar{x}$ , co może mieć znaczenie w przypadku stawiania prognoz długoterminowych.

5. Rozkład (2.63) jest dwuparametrowy (zależy od dwóch stałych  $a$  i  $v$ ), co pozwala na ogół lepiej dobrać go do danego rozkładu empirycznego, niż to jest możliwe dla rozkładów (2.28) i (2.59) czy (2.57), zależnych od jednej stałej. W przypadku jednak, gdy dla danego rozkładu empirycznego zachodzi - choćby w przybliżeniu - równość

$$G_x^2 = x$$

wówczas stosowanie (2.63) jest mało celowe, gdyż oszacowania stałych  $a$  i  $v$  uzyskanych ze wzorów (2.67) i (2.68) są mało wiarygodne (z wysokim prawdopodobieństwem są obciążone bardzo dużymi błędami). Natomiast gdy  $G_x^2 > \bar{x}$ , wówczas można stosować rozkład (2.63).

6. Z badania własności teoretycznych znalezionych rozkładów wynika, że

- rozkład Poissona stosujemy, gdy

$$\bar{x} \geq G_x^2,$$

- rozkład Poly'a stosujemy, gdy

$$G_x^2 > \bar{x},$$

- rozkład Furry'ego-Yule'a stosujemy, gdy

$$G_x^2 = \bar{x} \cdot (\bar{x} - 1).$$

#### 2.4. OPTIMALNA STRATEGIA OBŁOŻENIA WEDŁUG STANOWISK PRACY W KWK

W kopalniach należących do jednorodnej grupy można niekiedy znaleźć stanowiska pracy o wyższej sprawności niż analogiczne w wybranej spośród nich kopalni o najkorzystniejszej strukturze organizacyjnej. W związku z tym procedurę budowy optymalnej SOK oparto na:

- wyznaczeniu optymalnej liczby robotnikodniówek podporządkowanych jednej osobie dozoru,
- wyznaczeniu optymalnej liczby osób dozoru podporządkowanych jednej osobie dozoru wyższego, przy której prawdopodobieństwo niewykonania zadań planowych w konwencjonalnie przyjętym przedziale czasu jest najmniejsze,
- wyznaczeniu liczby poziomów hierarchicznych.

##### 2.4.1. Chłonność pracy na poszczególnych stanowiskach w KWK

Podstawą sprawnego funkcjonowania kopalni i rytmicznego wykonywania założonego planu wydobywczego jest obłożenie wszystkich stanowisk z uwzględnieniem chłonności pracy. Stwierdzenie niniejsze prowadzi do wniosku, że dobre rozeznanie w zakresie chłonności pracy na poszczególnych stanowiskach w KWK warunkuje optymalną strategię obłożenia stanowisk pracy.

Określenie chłonności pracy na danym stanowisku w KWK jest ściśle związane z produkcją. Za jednostkę miary czasu w produkcji węgla przyjęto w PW jedną dniówkę.

**OKREŚLENIE.** Przez chłonność pracy na określonym stanowisku pracy rozumiemy liczbę dniówek przepracowanych na danym stanowisku dla wyprodukowania 10.000 ton węgla.

Jeżeli oznaczymy przez:

- u - chłonność pracy na danym stanowisku,
- x - czas liczony w dniówkach przepracowanych przez robotników,
- w - wydobyty węgiel w tonach,

wówczas chłonność pracy na danym stanowisku wyraża się wzorem:

$$u = \frac{x}{w} \cdot 10.000 \quad (2.76)$$

Chłonność pracy na danym stanowisku w KWK zależy od wielu różnorodnych zmiennych czynników. Jeżeli jednak założymy, że w jednorodnych grupach kopalń są ściśle określone warunki geologiczne i techniczno-organizacyjne, które w pewnym określonym przedziale czasu możemy przyjąć za stałe, wówczas przeprowadzając badania możemy stwierdzić, że chłonność pracy na danym stanowisku zależy od liczby dniówek pracowników podporządkowanych jednej dniówce zespołu decyzyjnego (np. na stanowisku drażenia od liczby dniówek pracowników podporządkowanych jednej dniówce dozoru).

Zatem chłonność pracy na danym stanowisku w produkcji w KWK zależy od liczby pracowników podporządkowanych jednej osobie zespołu decyzyjnego (tzn. jednej osobie z zespołu o jeden poziom wyższego).

Oznaczamy przez:

X - liczebność dniówek pracowników na danym stanowisku,

Y - liczebność dniówek zespołu decyzyjnego (np. dozoru) na danym stanowisku.

Zakładamy, że chłonność pracy na określonym stanowisku (X,Y) jest zmienną losową dwuwymiarową typu ciągłego oraz że  $f(x,y)$  jest gęstością dwuwymiarowej zmiennej losowej.

Wówczas:

$$f(x,y) = f\left(\frac{x}{y}\right)f_2(y) \quad (2.77)$$

gdzie  $f\left(\frac{x}{y}\right)$  jest rozkładem warunkowym zmiennej losowej X ze względu na Y w dwuwymiarowym rozkładzie zmiennej losowej (X,Y), a funkcja  $f_2(y)$  jest rozkładem brzegowym zmiennej losowej ciągłej Y w dwuwymiarowym rozkładzie zmiennej losowej (X,Y).

Ponieważ warunkiem koniecznym i wystarczającym niezależności zmiennych losowych X i Y w dwuwymiarowym rozkładzie (X,Y) jest spełnienie przez rozkłady brzegowe  $f_1(x)$  i  $f_2(y)$  równości:

$$f(x,y) = f_1(x)f_2(y) \quad (2.78)$$

więc uwzględniając (2.77) otrzymujemy bezpośrednio:

$$f\left(\frac{x}{y}\right) = f_1(x) \quad (2.79)$$

wzór bardzo praktyczny w badaniach niezależności zmiennych losowych typu ciągłego X i Y.

Jak bowiem wykazują badania w zakresie chłonności pracy w KWK, na ogół:

$$f\left(\frac{x}{y}\right) \neq f_1(x)$$

#### 2.4.2. Model badań chłonności pracy na danym stanowisku pracy w KWK

Źródłem informacji o chłonności pracy w jednorodnych grupach kopalń są dane statystyczne, uzyskane z obserwacji w zakresie chłonności w umownie przyjętym przedziale czasu. Dysponując takimi danymi i posługując się metodami statystyki matematycznej, możemy znaleźć rozkład, który dobrze opisывałby chłonność pracy.

Znajomość zadań planowych (plan wydobycia) oraz rozkładów chłonności pracy na poszczególnych stanowiskach umożliwia dobranie optymalnej liczby dniówek pracowników podporządkowanych jednej dniówce zespołu decyzyjnego, np. jednej osobie dozoru. Zweryfikowany rozkład może posłużyć także do prognozowania chłonności pracy na danym stanowisku.

Zakładamy, że szukane prawdopodobieństwo chłonności pracy w jednorodnych grupach kopalń jest niezależne od wartości  $t_0$  ( $t_0 > 0$ ), czyli, że chłonność jest niezależna od momentu rozpoczęcia obserwacji. Przyjmujemy również, że w grupach kopalń jednorodnych, tzn. w kopalniach o ściśle określonych warunkach geologicznych i techniczno-organizacyjnych, chłonność pracy jest dwuwymiarową zmienną losową  $(X, Y)$ .

Niech  $X$  będzie zmienną losową typu ciągłego, której rozkład  $f(\frac{x}{u})$  zależy od pewnego parametru  $U$ , będącego zmienną losową o rozkładzie  $g(u)$ . Załóżmy dalej, że  $(X, U)$  jest dwuwymiarową zmienną losową o rozkładzie  $f(x, u)$ .

Rozkład brzegowy  $f_1(x)$  zmiennej losowej  $X$  w dwuwymiarowym rozkładzie zmiennej  $(X, U)$ , z uwagi na to, że

$$f(x, u) = f(\frac{x}{u}) \cdot g(u) \quad (2.80)$$

wyraża się wzorem:

$$f_1(x) = \int_{-\infty}^{+\infty} f(x, u) du = \int_{-\infty}^{+\infty} f(\frac{x}{u}) g(u) du.$$

Rozkład  $f_1(x)$  nazywamy także rozkładem złożonym rozkładu  $f(\frac{x}{u})$  z rozkładem  $g(u)$ .

Ponieważ w niniejszej pracy parametrem losowym  $U$  jest chłonność pracy, zatem z określenia chłonności wynika, że:

$$g(u) = \begin{cases} 0 & u \leq 0 \\ g(u) & u > 0 \end{cases}$$

Stąd:

$$f_1(x) = \int_0^{\infty} f(\frac{x}{u}) g(u) du \quad (2.81)$$



W praktyce rozkłady  $f(\frac{x}{u})$  oraz  $g(u)$  można wyznaczyć i zweryfikować dla każdej kopalni korzystając z danych statystycznych.

Ze wzoru (2.77) otrzymujemy dla dwuwymiarowego rozkładu chłonności pracy:

$$f(x,y) = f(\frac{y}{x}) \cdot f_1(x) \quad (2.82)$$

Rozkład warunkowy  $f(\frac{y}{x})$ , występujący we wzorze (2.82), wyznacza się w praktyce również opierając się na materiale statystycznym.

Dla  $y_0$  ustalonej wartości zmiennej losowej  $Y$ , (np. niech  $y_0$  będzie równa wartości przeciętnej  $E[Y]$ ) metodami analizy matematycznej wyznaczamy takie  $x_0$ , przy którym funkcja  $f(x,y_0)$  przyjmuje minimum. Jeżeli więc:

$$\frac{\partial f(x_1, y_0)}{\partial x} = 0$$

oraz

$$\frac{\partial^2 f(x_1, y_0)}{\partial x^2} > 0$$

wówczas możemy sądzić, że najmniejszą chłonność pracy osiągniemy wówczas, gdy dane stanowisko pracy obłożymy liczbą dniówek  $x_1$  pracowników przy liczbie  $y = y_0$  dniówek dozoru.

Optymalna liczba dniówek podporządkowanych jednej dniówce dozoru przy minimalnej chłonności pracy wynosi zatem:

$$x_0 = \frac{x_1}{y_0} \quad (2.83)$$

W konkretnych rozwiązaniach tego zagadnienia korzystne jest wprowadzenie na bazie definicji (2.76) przekształcenia zmiennych losowych  $(U, X)$  dla zastąpienia gęstości brzegowej:

$$f_1(x)$$

przez gęstość:

$$f_2(x)$$

Wówczas dwuwymiarowy rozkład chłonności pracy ma postać:

$$f(w,y) = f(y/w) \cdot f_2(w) \quad (2.82a)$$

### 2.4.3. Przykład zastosowania modelu w praktyce

Zadaniem niniejszego opracowania jest przedstawienie praktycznego sposobu wykorzystania modelu matematycznego w strategii obłożenia stanowisk pracy w KWK.

Do tego celu wykorzystano materiały statystyczne gromadzone w czasie dokładnych obserwacji. Materiały te stanowią również dokumentację kopalni w zakresie obłożenia stanowisk pracy i wydobywania.

Badania przeprowadzono dla stanowiska drażenia w wyrobiskach wąskich. Dane empiryczne reprezentują więc liczebność dniówek pracowników i liczebność dniówek dozoru na stanowisku drażenia oraz wydobywania kopalni w okresie 52 dni roboczych (załącznik nr 3) [28].

Z danych statystycznych obliczyliśmy średnią  $\bar{x}$  i średnie odchylenie kwadratowe  $s_x^2$  liczby dniówek pracowników na stanowisku drażenia (załącznik nr 4) [26]:

$$\bar{x} = \frac{\sum n_k x_k}{n} = \frac{8061}{52} = 155$$

$$s_x^2 = \frac{\sum (x_k - \bar{x})^2 n_k}{n} = \frac{3363}{52} = 64,67$$

Podobnie obliczane  $\bar{y}$  i  $s_y^2$ , tj. średnia wartość i średnie odchylenie kwadratowe dla liczby dniówek dozoru, wynoszą:

$$\bar{y} = 18,32$$

$$s_y^2 = 3,15$$

Empiryczny rozkład chłonności pracy na stanowisku drażenia opracowany jest w załączniku nr 5 [28].

Natomiast zweryfikowany rozkład hipotetyczny chłonności pracy na stanowisku drażenia (załącznik nr 6 i załącznik nr 7) [28] ma postać:

$$g(u) = \frac{1}{10,85 \cdot \sqrt{2\pi}} \exp \left[ -\frac{(u - 142,34)^2}{2 \cdot 117,85} \right].$$

Rozkład empiryczny zmiennej losowej warunkowej  $W = \frac{X}{U}$  został podany w załączniku 8, a zweryfikowany hipotetyczny rozkład tej zmiennej losowej wyraża się wzorem:

$$f\left(\frac{x}{u}\right) = \frac{1}{0,0175 \sqrt{2\pi}} \cdot \exp \left[ \frac{-\left(\frac{x}{u} - 1,0773\right)^2}{2 \cdot 0,003} \right]$$

(Załączniki nr 8 i 9) [28].

Ze wzoru (2.81) otrzymujemy:

$$f_1(x) = \frac{1}{10,85 \sqrt{2\pi}} \cdot \frac{1}{0,0175 \sqrt{2\pi}} \int_0^{\infty} \exp \left[ \frac{-(u - 142,34)^2}{2 \cdot 117,85} \right] \cdot \exp \left[ \frac{-\left(\frac{x}{u} - 1,0773\right)^2}{2 \cdot 0,003} \right] du$$

Dla zmiennych losowych U i X, których brzegowa funkcja gęstości dana jest wzorem (2.77) wprowadzamy przekształcenia:

$$U = U$$

$$\frac{W}{10^4} = \frac{X}{U} - 1,0773$$

Otrzymamy stąd układ przekształcenia odwrotnego:

$$U = U$$

$$X = U \cdot \frac{W \cdot 0,0175 + 10773}{10000}$$

dla którego J jacobian:

$$|J| = \begin{vmatrix} \frac{\partial u}{\partial u} & \frac{\partial u}{\partial w} \\ \frac{\partial x}{\partial u} & \frac{\partial x}{\partial w} \end{vmatrix} = \frac{0,0175}{10^4} \cdot u$$

Stąd:

$$f_2(w) = \frac{1}{10^4 \cdot 2} \exp \left[ -\frac{1}{2} \left( \frac{w}{10^4} \right)^2 \right] \cdot \frac{1}{10,85 \sqrt{2\pi}}$$

$$\int_0^{\infty} u \exp \left[ -\frac{1}{2} \left( \frac{u-142,34}{10,85} \right)^2 \right] du$$

Ponieważ:

$$\frac{1}{10,85 \sqrt{2\pi}} \int_0^{\infty} u \cdot \exp \left[ -\frac{1}{2} \left( \frac{u-142,34}{10,85} \right)^2 \right] du = \frac{142,34}{2} = 71,17$$

więc:

$$f_2(w) = \frac{71,17}{10^4 \sqrt{2\pi}} \cdot \exp \left[ -\frac{1}{2} \left( \frac{w}{10^4} \right)^2 \right]$$

Korzystając obecnie ze wzorów (2.82a) i (2.76) otrzymujemy:

$$f(y,w) = f\left(\frac{y}{w}\right) \cdot f_1(w)$$

Zweryfikowany rozkład zmiennej losowej warunkowej  $S = \frac{Y}{W}$  ma postać:

$$f\left(\frac{y}{w}\right) = 602,41 \cdot \exp(-602,41 \frac{y}{w})$$

(Załącznik nr 10) [28].

Zatem:

$$f(y,w) = 602,41 \cdot \exp(-602,41 \frac{y}{w}) \cdot \frac{71,17}{10^4 \sqrt{2\pi}} \cdot \exp \left[ -\frac{1}{2} \left( \frac{w}{10^4} \right)^2 \right] \quad (a)$$

Dla ustalonego  $y_0$  funkcja (a) jest funkcją jednej zmiennej  $w$ .

Przyjmujemy, że  $y_0$  jest równe wartości średniej zmiennej losowej  $Y$ , czyli  $y_0 = 18,32$  (załącznik nr 5) [28]:

$$f(y_0, w) = \frac{602,41 \cdot 71,17}{10^4 \sqrt{2\pi}} \cdot \exp\left(-\frac{602,41 \cdot 18,32}{w}\right) \cdot \exp \left[ -\frac{1}{2} \left( \frac{w}{10^4} \right)^2 \right]$$

Dla wyznaczenia wartości  $w_0$ , dla której funkcja  $f(y_0, w)$  przyjmuje ekstremum, obliczamy pierwszą pochodną:

$$\frac{df(y_0, w)}{dw} = \frac{602,41 \cdot 71,17}{10^4 \cdot 2} \exp\left(-\frac{602,41 \cdot 18,32}{w}\right) \cdot \exp \left[ -\frac{1}{2} \left( \frac{w}{10^4} \right)^2 \right] \left[ \frac{11024}{w^2} - \frac{w}{(10^4)^2} \right]$$

$$\frac{df(y_0, w)}{dw} = 0 \quad \text{gdy} \quad \frac{11024}{w^2} - \frac{w}{(10^4)^2} = 0$$

czyli

$$w^3 - (10^4)^2 \cdot 11024 = 0$$

Rozwiązując równanie (b) otrzymujemy:

$$w_0 = 10330 \text{ ton}$$

Badając warunek dostateczny istnienia ekstremum dla  $w = w_0$ , stwierdzamy, że:

$$\frac{d^2 f(y_0, w_0)}{dw^2} < 0$$

Ze wzoru (2.76) minimum chłonności pracy  $u_0$  przy liczbie dniówek pracowników  $x_0$  osiągamy wówczas, gdy wydobycie  $w_0$  jest maksymalne. Minimum chłonności pracy:

$$u_0 = \frac{x_0}{w_0} \cdot 10^4 = \frac{155 \cdot 10^4}{10330}$$

$$u_0 = 149,76 \text{ dniówek}/10^4$$

Dla maksymalnego wydobycia  $w_0 = 10330$  ton przy współpracy  $x_0 = 155$  dniówek pracowników i  $y_0 = 18,32$  dniówek dozoru na stanowisku drażenia w wyrobiskach wąskich, np. w KWK "Pstrowski", minimum chłonności pracy wynosi  $u_0 = 149,76$ .

Ze wzoru (2.83) otrzymujemy:

$$x_1 = \frac{x_0}{y_0} = \frac{155}{18,32} = 8,46$$

Chłonność pracy na stanowisku drażenia będzie najmniejsza, jeżeli jednej osobie dozoru zostanie podporządkowanych co najwyżej 9 pracowników na stanowisku drażenia.

## 2.5. WYZNACZENIE OPTIMALNEJ LICZBY OSÓB DOZORU NIŻSZEGO I WYŻSZEGO ORAZ KONIECZNEJ LICZBY POZIOMÓW HIERARCHICZNYCH

### 2.5.1. Wyznaczenie optymalnej liczby osób dozoru podporządkowanych kierownikowi oddziału

Podstawowym celem każdego przedsiębiorstwa, a więc również KWK, jest realizacja zadań planowych. Podstawową jednostką w KWK, od której zależy wykonanie planu, jest oddział wydobywczy. Z tej uwagi wynika, że od właściwego, naukowo uzasadnionego sposobu tworzenia struktury obciążenia oddziału zależy wykonanie planu wydobywania. Za jednostkę czasu przyjmuje się jedną dobę.

W ramach danego oddziału plan wydobywania realizowany jest w poszczególnych wyrobiskach wydobywczych, najczęściej w ścianach, których w danym oddziale może być od jednej do kilku.

Osobą odpowiedzialną za wykonanie planu przez oddział wydobywczy oraz za całokształt spraw związanych ze sprawnym i bezpiecznym funkcjonowaniem oddziału jest kierownik oddziału. Kierownikowi oddziału podporządkowani są sztygarzy zmianowi i nadgórnicy.

Dotychczas nie ma naukowo uzasadnionych kryteriów i zasad tworzenia struktury obciążenia oddziałów wydobywczych. Wydaje się, że podstawowym kryterium w tym zakresie może być prawdopodobieństwo niewykonania zadań planowych. Zgodnie z tym kryterium liczba osób dozoru podporządkowanych kierownikowi oddziału winna być taka, przy której prawdopodobieństwo niewykonania planu wydobywania w konwencjonalnie przyjętym przedziale czasu będzie najmniejsze.

Podstawą do wyznaczania prawdopodobieństwa są dane statystyczne z obserwacji prowadzonych w przyjętym horyzoncie czasowym  $T$ , w badanych  $m$  oddziałach w zakresie:

- a) wydobywania rzeczywistego w tonach na dobę,
- b) założonego planu wydobywania w tonach na dobę,
- c) liczby osób dozoru podporządkowanych kierownikowi oddziału.

Założony plan wydobywania uwzględnia warunki naturalne, wyposażenie techniczne oraz technologię i organizację pracy.

Przyjęty do badania horyzont czasu  $T$  dzielimy na  $i = 1, 2, \dots, n$  okresów, każdy utworzony z  $k$  dni.

Zakładając, że liczba dni, w których plan nie został wykonany, jest w konwencjonalnie przyjętym przedziale czasu zmienną losową  $Z(0, 1, 2, \dots, k)$ , wykorzystujemy po zweryfikowaniu dwa typy procesów losowych: proces Poissona i proces Poly'a.

Na podstawie danych statystycznych z obserwacji niewykonania planu w badanych oddziałach w  $n$  okresach obliczamy średnią  $\bar{x}$  oraz  $s^2$  wariancję.

Jeżeli okaże się, że  $s^2 \leq \bar{x}$ , wówczas proces ten uważamy za proces Poissona, natomiast gdy

$$s^2 > \bar{x}, \quad (2.84)$$

wówczas dany proces uważa się za proces Poly'a.

#### Proces Poissona

Prawdopodobieństwo niewykonania planu  $k$  razy w okresie  $t$  wynosi:

$$P_k(t) = \frac{(\lambda t)^k}{k!} e^{-\lambda t} \quad (2.85)$$

Zmienna o takim rozkładzie ma średnią:

$$m_1 = \lambda t$$

i wariancję:

$$\sigma_1^2 = \lambda t.$$

Parametr  $\lambda$  jest średnią liczbą niewykonania planu w obranym okresie.

#### Proces Poly'a

Prawdopodobieństwo niewykonania planu  $k$  razy w umownie przyjętym okresie czasu wynosi:

$$Q_k(t) = \frac{v(v+1)\dots(v+k-1)}{k!} \left(\frac{t}{a+t}\right)^k \left(\frac{a}{a+t}\right)^v \quad (2.86)$$

Zmienna losowa o powyższym rozkładzie ma średnią:

$$m_2 = \frac{vt}{a}$$

i wariancję:

$$\sigma_2^2 = \frac{vt}{a} \left(1 + \frac{t}{a}\right).$$

#### 2.5.2. Praktyczny przykład zastosowanie modelu

Dla wyznaczenia optymalnej liczby osób dozoru podporządkowanych kierownikowi oddziału wykorzystane zostały dane statystyczne z obserwacji 60 oddziałów, horyzont czasowy  $T = 54$  dni.

Zebrany materiał statystyczny w postaci macierzy zawiera dane dotyczące:

- a) wysokości wydobycia rzeczywistego w tonach na dobę,
- b) założonego planu wydobycia w tonach na dobę,
- c) liczby osób dozoru, podporządkowanych kierownikom poszczególnych oddziałów.

Dane statystyczne w tym zakresie przedstawione są tablicą - załącznik nr 11 [28].

Konkretne wyniki zamieszczone w pracy uzyskano na podstawie obliczeń przeprowadzonych na maszynie cyfrowej ODRA 1305.

Programy na maszynie cyfrowej napisane zostały w języku FORTRAN 1900 i załączone w aneksie (załącznik nr 14) [28]. Cały horyzont czasowy  $T = 54$  dni został podzielony na 9 konwencjonalnie przyjętych przedziałów czasowych po 6 dni.

Macierz dana załącznikiem nr 11 [28] została przetworzona na macierz w zapisie zero-jedynkowym w ten sposób, że w miejsce wydobycia niższego, niż to przewidywał plan, wpisano 1, a w miejsce wydobycia równego lub większego, niż to przewidywał plan, wpisano 0 (załącznik nr 12) [28].

W załączniku nr 12 [28] zostały uwidocznione dla każdego oddziału także liczebności osób dozoru (łącznie z kierownikiem oddziału).

Z załącznika 12 [28] otrzymano tablicę 8.

Dane tablicy 8 posłużyły do obliczenia  $\bar{x}$  wartości średniej i  $s^2$  wariancji. Otrzymane wielkości zostały wykorzystane do obliczenia parametru:

$$\lambda = \frac{\bar{x}}{T} \quad (2.87)$$

w procesie Poissona oraz parametrów:

$$a = \frac{\bar{x}t}{s^2 - \bar{x}} \quad (2.88)$$

$$v = \frac{\bar{x}^2}{s^2 - \bar{x}} \quad (2.89)$$

w rozkładzie Poly'a, w zależności od spełnienia warunku (2.84) przez  $\bar{x}$  i  $s^2$ .

Wyznaczone w ten sposób procesy wykorzystujemy do obliczenia prawdopodobieństwa niewykonania planu przy określonej liczbie osób dozoru (załącznik nr 13) [28]. Wyniki podaje tablica 9.

Jak wynika z tablicy 9, pomijając pozycję 1 o najmniejszej liczbie oddziałów i najmniejszej liczbie dozoru, najmniejsze prawdopodobieństwa niewykonania planu  $p = 0,0377$  wykazują oddziały, w których liczba osób dozoru wraz z kierownikiem oddziału wynosi 11.



Tablica 8

Lp.	Liczba oddziałów	Liczba osób dozoru w oddziałach	Zmienna losowa Z niewykonanie planu w 9 czasokresach po 6 dni						
			0	1	2	3	4	5	6
1	2	6	0	1	0	7	12	9	7
2	9	7	0	2	6	7	25	28	13
3	9	8	1	0	3	19	20	27	11
4	9	9	0	4	7	10	13	24	14
5	11	10	0	0	9	10	34	25	21
6	10	11	1	0	3	15	24	28	19
7	5	12	0	0	2	8	16	13	6
8	1	13	0	1	1	3	3	1	0
9	2	14	0	0	1	5	6	3	3
10	1	15	0	0	0	1	2	6	0
11	0	16	0	0	0	0	0	0	0
	60								

Tablica 9

Liczba osób dozoru	6	7	8	9	10
prawdopodobieństwa niewykonania planu	0,0326	0,0580	0,0412	0,0562	0,0453

11	12	13	14 i więcej nie wystąpi
0,0377	0,0480	0,0776	

Porównaj załącznik nr 13 [28].

2.5.3. Wyznaczenie optymalnej liczby oddziałów ze strukturą obłożenia oraz liczby poziomów hierarchicznych dla danej KWK

Zakładamy, że została wyznaczona na podstawie chłonności pracy optymalna liczba robotników podporządkowanych jednej osobie dozoru oraz optymalna liczba osób dozoru podporządkowanych kierownikowi oddziału.

Przyjmujemy następujące oznaczenia:

- $W_0$  - założony plan w 10.000 ton na dobę na dany oddział,
- $U$  - chłonność pracy (liczba dniówek / 10.000 ton),
- $X$  - liczba robotników konieczna do realizacji planu wydobywania,
- $X_0$  - optymalna liczba robotników podporządkowanych jednej osobie dozoru,
- $Y$  - liczba osób dozoru,
- $Y_0$  - optymalna liczba osób dozoru podporządkowanych kierownikowi oddziału,
- $K$  - liczba kierowników oddziałów,
- $K_0$  - optymalna liczba kierowników oddziałów,
- $D_1$  - liczba dozoru wyższego, np. nadsztygarów,
- $D_{0(i-1)}$  - optymalna liczba osób (i-1)-tego poziomu hierarchicznego podporządkowanych jednej osobie z poziomu o jeden wyższego,
- $D_i$  - liczba osób i-tego poziomu hierarchicznego,
- $\eta$  - współczynnik uwzględniający wykorzystanie kalendarzowego czasu (urlopy, delegacje, zwolnienia lekarskie itp.),
- $\eta_1$  - współczynnik uwzględniający rezerwową kadrę kierowniczą.

Kryterium optymalizacji liczby osób dozoru poziomu niższego podporządkowanych jednej osobie z poziomu wyższego jest najmniejsze prawdopodobieństwo niewykonania zadań planowanych w konwencjonalnie przyjętym przedziale czasu.

Wielkości charakteryzujące strukturę obłożenia wyznaczamy ze wzorów:

$$X = \eta \cdot W_0 \cdot U$$

$$Y = \eta_1 \frac{X}{X_0} = \frac{\eta \cdot \eta_1 \cdot W_0 \cdot U}{X_0} \quad (2.90)$$

$$K = \frac{Y}{Y_0} = \frac{\eta \cdot \eta_1 \cdot W_0 \cdot U}{X_0 \cdot Y_0}$$

Liczba oddziałów jest równa liczbie  $K$  kierowników. W analogiczny sposób można wyznaczyć liczbę osób dozoru wyższego, tzn. liczbę nadsztygarów:

$$D_1 = \frac{K}{K_0} = \frac{Z \cdot Z_1 \cdot W_0 \cdot U}{K_0 \cdot X_0 \cdot Y_0} \quad (2.91)$$

Uogólniając wzór (2.91) otrzymujemy:

$$D_i = \frac{D_{i-1}}{D_0(i-1)} = \frac{Z \cdot Z_1 \cdot W_0 \cdot U}{K_0 \cdot X_0 \cdot Y_0 \cdot \dots \cdot D_0(i-1)} \quad (2.92)$$

Obliczenia przerywamy, gdy liczba osób  $i$ -tego poziomu jest nie większa od jedności, czyli, gdy:

$$D_i \leq 1$$

Wówczas  $i$  jest liczbą poziomów hierarchicznych.

Podany model wykorzystujemy do budowy optymalnej struktury KWK we wszystkich jej pionach.

## 2.6. WNIOSKI

1. W celu zbudowania optymalnej SOK został przedstawiony algorytm dołączenia kopalń w typologicznie jednorodną grupę.

2. Na podstawie danych empirycznych z kopalni można dobrać (zweryfikować) takie rozkłady prawdopodobieństwa, które będą dobrze opisywały zagrożenie powstawania zakłóceń w wykonaniu założonego planu w wydzielonych jednorodnych grupach kopalń o określonej SOK w określonym czasie.

3. W celu zbudowania optymalnej struktury obciążenia stanowisk pracy robotnikami można opierając się na danych z obserwacji dobrać optymalną liczbę dniówek podporządkowanych jednej dniówce dozoru przy minimalnej chłonności pracy.

4. W celu wyznaczenia liczby osób dozoru podporządkowanych jednej osobie wyższego poziomu hierarchicznego oraz w celu wyznaczenia optymalnej liczby poziomów hierarchicznych przy zachowaniu najmniejszego prawdopodobieństwa niewywiązania planu w konwencjonalnie przyjętym przedziale czasu wykorzystano związki między optymalnymi wynikami w zakresie chłonności pracy i optymalnej struktury obciążenia w grupach kopalń jednorodnych, wyrażone wzorami:

$$K = \frac{Z \cdot Z_1 \cdot W_0 \cdot U}{X_0 \cdot Y_0}$$

$$D_1 = \frac{\sum_{i=0}^1 \sum_{j=0}^1 W_{ij} U}{K_0 + X_0 + Y_0 + \dots + D_0(1-1)}$$

5. Struktura organizacyjna kopalń nowo projektowanych może być budowana alternatywnie, co pozwala:

- przyporządkować nowo projektowaną kopalnię do określonej grupy kopalń jednorodnych przy czym przeprowadzić adaptację SOK kopalni, która wykazuje najniższe prawdopodobieństwo niewykonania zadań planowych (w konwencjonalnie przyjętym przedziale czasu) spośród wszystkich kopalń tej grupy lub jak poprzednio, czyli
- przyporządkować nowo projektowaną kopalnię do określonej grupy kopalń jednorodnych, dalej natomiast
- wyznaczyć liczbę dniówek robotników podporządkowanych jednej dniówce dozoru, przy której chłonność pracy jest najmniejsza,
- wyznaczyć optymalną liczbę osób dozoru podporządkowanych jednej osobie każdego wyższego poziomu hierarchicznego dla wszystkich pionów,
- wyznaczyć niezbędną liczbę pionów hierarchicznych za pomocą wzoru (2.92).  
Obliczenia przerywamy, gdy spełniona jest nierówność:

$$D_1 \leq 1$$

przyjmując  $i$  jako liczbę poziomów hierarchicznych.

### 3. SYSTEMOWE KIEROWANIE KOPALNIĄ

#### 3.1. WPROWADZENIE

Zagadnienie kierowania kopalnią przy coraz większej intensyfikacji produkcji i maksymalizacji jej efektów wymaga posługiwania się nowoczesną techniką wspomaganą elektronicznymi maszynami cyfrowymi.

Automatyzacja kierowania kopalnią jest możliwa wówczas, gdy podstawowe procesy produkcji górniczej zostaną zautomatyzowane i połączone w jednolity system techniczny i organizacyjny. W tym przypadku można rozróżnić dwa sposoby kierowania:

- przez stworzenie systemu otwartego, w którym funkcje sprzężenia zwrotnego wykonuje człowiek, aparat dyspozytorski, zarządzający obiektem (oddziałem, kompleksem oddziałów, zakładem górniczym);
- przez stworzenie systemu zamkniętego, przy którym zarządzanie procesem produkcyjnym i utrzymanie go w optymalnym reżimie (techniczno-ekonomicznym) odbywa się za pomocą maszyny elektronicznej, działającej na podstawie programu, na zasadzie sprzężenia zwrotnego z pominięciem bezpośredniego udziału człowieka; przy tej metodzie funkcje dyspozytorskie, funkcje sterowania wykonuje bezpośrednio EMC na podstawie programu.

W systemie otwartym organizacja zarządzania produkcją może być dwójaka:

- dyspozytor otrzymuje odpowiednio opracowane przez centralny system analityczno-obliczeniowy informacje, na podstawie których wydaje dzienne dyspozycje regulujące i oddziałujące na proces produkcyjny,
- dyspozytor otrzymuje na tej samej drodze informacje zaopatrzone wskazówkami co do treści dyspozycji produkcyjnych, na podstawie których dyżurny dyspozytor obiektu produkcyjnego przekazuje dyspozycje do produkcji.

Treść informacji przy obu metodach jest ta sama i dotyczy takich zagadnień, jak:

- sygnalizacja o powstaniu awarii, o odchyleniach procesu produkcyjnego od przypisanych parametrów, o wyłączeniu źródeł energii itp.,
- operatywne, okresowe sprawozdania, dotyczące niektórych wskaźników w wielkościach naturalnych, charakteryzujących ogólny obraz zużycia materialnego i energii oraz ustalone wskaźniki procesu produkcyjnego,
- rozszerzona sprawozdawczość statystyczna i księgową, dotycząca wykonania planu działalności techniczno-ekonomicznej w ustalonym okresie czasu (miesiąc, kwartał, rok),

- dane sprawozdawcze dotyczące określonych wskaźników, dla przekazania ich wyższemu szczeblowi,
- obliczenia planistyczne, potrzebne do opracowania planu techniczno-przemysłowo-finansowego przedsiębiorstwa na najbliższy okres planowania.

Wszelkie rodzaje informacji, opracowane w sposób pozwalający na pełne ich wykorzystanie, dostarczone są dyspozytorowi w terminach, które umożliwiają mu oddziaływanie na przebieg produkcji w odpowiednim czasie, w celu usunięcia odchyłeń od założonych wskaźników.

Przy otwartym systemie zarządzania produkcją występują jednak bardzo istotne wady dotychczasowego tradycyjnego systemu zarządzania, jak np. subiektywność wydawanych przez człowieka dyspozycji, która zawiera w sobie potencjalne niebezpieczeństwo podejmowania dyspozycji niewłaściwych, trudność przeciwdziałania przeszkodom i brakom we właściwym czasie itd. Wadą tej metody jest ponadto niebezpieczeństwo przeciążenia człowieka informacjami, dostarczonymi przez maszynę elektroniczną i duże prawdopodobieństwo przecięcia nawet istotnych informacji. W konsekwencji powoduje to ewentualność realizowania nieprawidłowych dyspozycji.

Systemy zamknięte są to te, w których rolę dyspozytora odgrywa odpowiednia maszyna sterująca, pracująca na podstawie programu. Systemy zamknięte dzielą się na dwa typy:

- optymalizujący,
- samokorygujący.

System optymalizujący zapewnia sterowanie procesu produkcyjnego zgodnie z wyznaczonymi optymalnymi wskaźnikami technologicznymi i ekonomicznymi. W systemie optymalizującym cały ciężar zarządzania produkcją spoczywa na maszynie elektronicznej. W systemach samokorygujących wbudowany jest automat sterujący, rozwiązujący zadania wynikające z optymalnego reżimu technologicznego, reagujący na zmiany warunków wewnętrznych i zewnętrznych na zasadzie sprzężenia zwrotnego.

Dla wszechstronnego wykorzystania nowoczesnej techniki, wkraczającej w coraz to większym stopniu do naszych kopalń węgla kamiennego, staje się konieczne dostosowanie do jej wymagań także organizacji sterowania i zarządzania w kompleksowym ujęciu, a także metod i środków sterowania i zarządzania.

Opracowanie właściwej organizacji kompleksowej wymaga nanalizy zadań stojących przed kopalnią, a także analizy wszystkich czynników, związanych z ich realizacją i w następstwie tego ustalenia rodzajów potrzebnej informacji oraz kanałów ich przepływu, zasad ich przetwarzania, sposobu podejmowania decyzji i kierowania jej do realizacji oraz kontroli wykonania. Podstawą prawidłowej decyzji jest jasne określenie celu działania i to zarówno celu bezpośredniego, jak i długofalowego. Ta sama decyzja z punktu widzenia jednych celów może być prawidłowa, a z innych - błędna.

Trzeba więc nie tylko znać cele, ale także umieć przypisać im odpowiednie znaczenie. Mówiąc inaczej, trzeba znać kryteria decyzji.

Podejmowaniu prawidłowych decyzji sprzyja przestrzeganie następującego schematu ich przygotowania:

- rozpoznanie i ustawienie problemu, czyli postawienie pytania;
- zgromadzenie wszelkich możliwych informacji dotyczących problemu i warunków, w jakich będzie przebiegać działalność wynikająca z przygotowanej decyzji, oraz uporządkowanie informacji zgodnie z pytaniami: co wiemy?, co powinniśmy wiedzieć?;
- sprecyzowanie efektów, jakie zamierza się osiągnąć przez decyzję (zamierzone efekty powinny w maksymalnym stopniu przybliżyć postawione cele);
- rozpatrzenie alternatywnych kierunków działalności, zapewniających osiągnięcie zamierzonych efektów;
- podjęcie decyzji realizującej wybrany kierunek działalności; kierunek musi być przede wszystkim możliwy do wykonania, prowadzić do celu i minimalizować możliwość ujemnych konsekwencji;
- wprowadzenie decyzji w życie oraz kontrola zgodności między decyzją a wynikającą z realizacji decyzji działalnością;
- ocena słuszności decyzji i wyciągnięcie wniosków na przyszłość.

W każdym przypadku podejmowane decyzje powinny dotyczyć określonych ogniw procesu technologicznego, wyposażenia ludzi oraz konkretnych miejsc w kopalni.

Przy potokowej metodzie produkcji coraz ważniejsze staje się skrócenie czasu upływającego między powstaniem informacji a realizacją decyzji. Dla skrócenia czasu, a także dla niedopuszczenia do zniekształcenia zarówno informacji, jak i decyzji na drodze ich przebiegu, niezbędne staje się zastosowanie automatycznych urządzeń do zbierania, przekazywania i przetwarzania danych. Stwierdzono bowiem, że w tradycyjnych układach czas między informacją a realizacją decyzji jest częstokroć tak długi, że decyzje dezaktualizują się już w momencie ich wydania. Zbieranie informacji jest pracochłonne i w wielu przypadkach te same informacje zbierane są przez różne komórki organizacyjne, ulegając często zniekształceniu. Ponadto, aby podejmowane decyzje były rzeczywiście mechanizmem dynamizującym rozwój gospodarczy, muszą przynajmniej w większości zasadniczych kwestii spełniać warunek optymalności.

Decyzję uważa się za optymalną, gdy określony nią sposób użycia środków działania jest zgodny z prakseologiczną zasadą racjonalnego gospodarowania.

Według O. Langego realizacja tej zasady polega na maksymalizacji celu lub na minimalizacji środków, a więc na tym, aby:

- danym nakładem środków osiągnąć największy stopień realizacji celu,
- osiągnąć określony stopień realizacji celu najmniejszym nakładem kosztów.

Możliwość podejmowania optymalnych decyzji, a zatem możliwość realizacji optymalnego zarządzania jest określona dwoma elementami:

- ścisłością i sprawnością systemu informacji źródłowych, opisujących warunki działania i zaszczości związane z funkcjonowaniem rozpatrywanej jednostki gospodarczej (kopalni),
- skuteczności metod, za pomocą których z informacji źródłowych uzyskuje się informacje wtórne, tzw. decyzyjne, stanowiące podstawę podejmowanych decyzji.

Obecnie zachodzi pilna potrzeba podjęcia prac nad kompleksowym stosowaniem minikomputerów, które powinny zabezpieczyć spójne gromadzenie informacji operatywnych oraz ich udostępnienie.

Operatywne kierowanie kopalnią z zastosowaniem minikomputerów powinno realizować następujące cele:

- zapewnić czujnikową kontrolę nad przebiegiem procesu produkcyjnego i bezpieczną pracę kopalni,
- umożliwić podstawowym komórkom organizacyjnym kopalni sprawne wykonywanie zadań w zakresie prac obliczeniowych, ewidencyjnych i sprawozdawczych,
- zabezpieczyć sprawne uzyskiwanie informacji dla celów operatywnego kierowania oraz ich agregację i udostępnienie,
- usprawnić bieżącą obsługę załogi oraz funkcjonowanych komórek organizacyjnych w zakresie automatyzacji uzyskiwania różnego rodzaju zaświadczeń, faktur, sprawozdań,
- zapewnić warunki dla tworzenia i aktualizacji bazy informacyjnej umożliwiającej dokonywanie operatywnych analiz techniczno-ekonomicznych oraz wariantowych programów i planów.

Aby systemy informatyczne mogły zabezpieczyć (wspomagać) potrzeby operatywnego kierowania, kopalnia musi dysponować wyposażeniem informatycznym na miejscu, u siebie posiadając możliwość wprowadzania i wykorzystania informacji wynikowych.

### 3.2. MODEL ORGANIZACYJNY KOPALNI ZAUTOMATYZOWANEJ

Wobec rosnącej mechanizacji i automatyzacji procesu technologicznego tradycyjny podział branżowy staje się anachronizmem.

Przy ustalaniu schematu organizacyjnego dla kopalni o zautomatyzowanym zarządzaniu zrezygnowano całkowicie z branżowego podziału (np. Dział Górniczy, Energomaszynowy itp.) jako nie odpowiadającego zupełnie technologii produkcji w kopalni zautomatyzowanej. Kierowano się natomiast udziałem pracowników różnych specjalności w tych samych elementach procesu technologicznego i w ten sposób stworzono cztery pioniry organizacyjne:



- kierowniczy,
- produkcyjny,
- utrzymania ruchu,
- ekonomiczno-finansowy.

Schemat organizacyjny pracowników umysłowych w kopalni węgla o zautomatyzowanym zarządzaniu przedstawiono na rys. 3.1.

Wyeksponowano w tym schemacie stanowisko dawnego dyspozytora ruchu, dano mu uprawnienia zastępcy Kierownika Ruchu Zakładu i nazwano Głównym Inżynierem Ruchu. Pewnym novum jest także stworzenie komórki organizacyjnej pod nazwą Biuro Techniczno-Ekonomiczne.

Założeniem wyjściowym utworzenia biura techniczno-ekonomicznego było uznanie zasady nierozgraniczalności analiz technicznych od analiz ekonomicznych. Także nowością jest stworzenie w pionie ekonomicznym komórki centralizującej spływ wszelkiego rodzaju danych wyjściowych, niezbędnych do sporządzania wymaganych sprawozdań, statystyk i obliczania wskaźników techniczno-ekonomicznych. Spływ tych informacji wyjściowych odbywać się będzie zarówno automatycznie (z zainstalowanych czujników), jak i sposobami manualnymi przez ściśle wyznaczone osoby.

W ten sposób uniknie się kilkakrotnego zbierania tych samych informacji przez różne osoby, odciążą się osoby dozoru od pracochłonnej czynności sporządzania sprawozdań i statystyk oraz uzyska się miejsce, w którym scentralizowane będą wszystkie dane, dotąd rozproszone po różnych działach kopalni. Przewiduje się przetwarzanie danych i drukowanie ich według wymaganego układu i okresach czasu przez EMC, co w jeszcze większym stopniu zmniejszy pracochłonność przy czynnościach planistyczno-sprawozdawczych.

### 3.2.1. Zasady budowy modelu

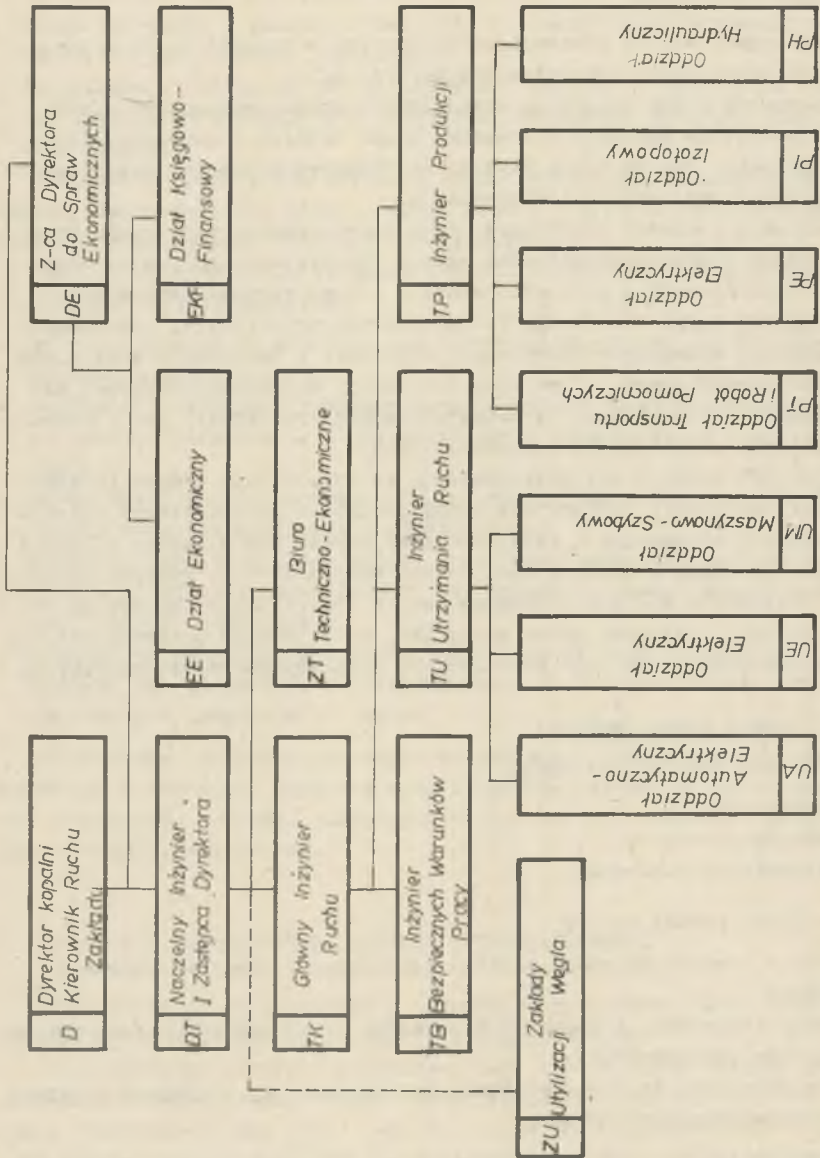
Kierownictwu kopalni podlegają:

- pion produkcyjny,
- pion utrzymania ruchu,
- pion ekonomiczno-finansowy.

Kierownictwo składa się z:

- dyrektora - kierownika ruchu zakładu górniczego i jemu bezpośrednio podległych:
- naczelnego inżyniera, I zastępcy kierownika ruchu zakładu, stojącego na czele pionów technicznych,
- zastępcy dyrektora do spraw ekonomiczno-finansowych, stojącego na czele pionu ekonomiczno-finansowego.

Całością bieżącego ruchu na poszczególnych zmianach kierują główni inżynierowie ruchu, posiadający uprawnienia zmianowych zastępców kierownika ruchu zakładu.



Rys. 3.1. Schemat organizacyjny pracowników umysłowych w kopalni węgla o automatyzowanym zarządzaniu  
 Fig. 3.1. Organization chart of workers in a coal mine with automated management

Głównemu inżynierowi ruchu podlega cały dozór na danej zmianie poprzez bezpośrednio mu podległych:

- inżyniera produkcji (lub starszego inżyniera produkcji),
- inżyniera utrzymania ruchu (lub starszego inżyniera utrzymania ruchu),
- inżyniera bezpiecznych warunków pracy.

Produkcję i utrzymanie ruchu prowadzą odpowiednio na swych zmianach inżynierowie produkcji i inżynierowie utrzymania ruchu, zgodnie z poleceniem głównego inżyniera ruchu.

W celu możliwości ewentualnego awansu i ujęcia całokształtu spraw jednej komórki organizacyjnej przyjmuje się zasadę, że jeden z trzech inżynierów zmianowych lub na niższym szczeblu - sztygarów jest wiodącym w swej komórce i przyporządkowane jest mu odpowiednio stanowisko starszego inżyniera lub nadsztygara. W szczególności starszy inżynier danego pionu lub nadsztygar danej specjalności w ramach swego pionu pracuje na zmianie pierwszej. Na poszczególnych zmianach starsi inżynierowie (inżynierowie) mają do pomocy podległych nadsztygatów (sztygarów) ściślejszych specjalności, wymaganych przy eksploatacji i utrzymaniu wysoce zmechanizowanych i zautomatyzowanych urządzeń i maszyn. Przyjmuje się zasadę, że najniższym stopniem dozoru jest sztygar oddziałowy (w tradycyjnym ujęciu). W randze tej spełnia rolę dozoru zmianowego; jest to zgodne z zarządzeniem MGIE o oddziałach skoncentrowanych.

Inżynier bezpiecznych warunków pracy jest odpowiedzialny za bezpieczne warunki pracy w kopalni. Koordynuje prace Działu Bezpečnych Warunków Pracy, w którego skład wchodzi: inżynier BHP, inżynier wentylacji oraz inżynier strzelniczy. Biuro Techniczno-Ekonomiczne grupuje specjalistów wymaganych branż. Pracę Biura Techniczno-Ekonomicznego koordynuje starszy specjalista, Biuro podlega bezpośrednio naczelnemu inżynierowi.

### 3.2.2. Ramowy podział czynności

Wprowadza się zasadę, że każdej osobie dozoru w odpowiednim pionie (wyłączając ściśle kierownictwo) powierza się - oprócz czynności wynikających z miejsca usytuowania w schemacie organizacyjnym - zagadnienie, urządzenie, wyrobisko itp. dla sprawowania kontroli okresowej, dopilnowania przestrzegania cykli remontowych i ewentualnie prowadzenie potrzebnej statystyki.

Podział czynności w pionach technicznych wynika z zasady ogólnego rozdziału spraw bieżącej produkcji od spraw utrzymania ruchu.

Pion produkcyjny grupuje wszystkie sprawy związane z bieżącą produkcją, robotami przygotowawczymi, odstawą i transportem dołowym. W tym zakresie zajmuje się również przeglądami, naprawami i konserwacją o charakterze bieżącym wszystkich urządzeń zainstalowanych na trasie od ściany do zbiornika wyrównawczego na podszybiu włącznie. Z tego zakresu wyłącza się urządzenia elektryczne siłowe o napięciu 1000 V, rozdzielnie, transformatory,

sieć kablową, wyłączniki indywidualne, napędy elektryczne. Ten wycinek jako specyficzny i wymagający zgodnie z przepisami odrębnych kwalifikacji - wchodzi w zakres działania pionu utrzymania ruchu. W celu spełnienia nałożonych zadań w zakresie tak pojętej produkcji inżynierom produkcji podporządkowani zostają inżynierowie energo-mechanizacyjni do spraw produkcji, mający z kolei do pomocy sztygarów ścisłych specjalności. Funkcje dozoru różnią się w tym schemacie od tradycyjnych tym, że kontrola i obserwowanie zachodzących procesów mają tu znaczną przewagę nad bezpośrednim kierowaniem ludźmi.

Pion utrzymania ruchu ma obowiązek opracowywania instrukcji eksploatacji maszyn i urządzeń oraz utrzymywania tych maszyn w gotowości ruchowej, tj. przeprowadzanie wszystkich remontów. Oprócz tego w zakres czynności tego pionu wchodzi obowiązek spełnianie "tradycyjnie" przez dotychczasowy Dział Głównego Mechanika, a ponadto nadzór i opieka nad prawidłową eksploatacją urządzeń siłowych elektrycznych dla napięcia 1000 V i innych urządzeń wyłączonych z gestii pionu produkcyjnego.

Dział Bezpiecznych Warunków Pracy wykonuje wszystkie prace związane z bezpiecznym prowadzeniem ruchu kopalni (ogólne sprawy BHP, wentylacja, technika strzelnicza).

Biuro techniczno-ekonomiczne prowadzi prace projektowo-konstrukcyjne, opracowuje przy współpracy innych zainteresowanych komórek analizy techniczno-ekonomiczne, wykonuje prace w zakresie informacji technicznej i prawa patentowego oraz prace w zakresie postępu technicznego, współpracując w tej dziedzinie z instytucjami naukowymi i badawczymi.

Pion ekonomiczno-finansowy wykonuje wszelkie prace związane z obsługą, zaopatrzeniem i rozliczeniem produkcji. W tym zakresie pracownicy tego pionu współpracują z wszystkimi pozostałymi działami kopalni, wykorzystując do tego celu w stopniu maksymalnym zautomatyzowane urządzenia służące do rejestracji i przetwarzania danych.

W przypadku gdy kopalnia posiada zakład lub zakłady utylizacji węgla, schemat powinien być powiększony o wydział i personel związany z obsługą tego wydziału.

### 3.3. PROJEKTOWANIE SYSTEMU ZARZĄDZANIA Z WYKORZYSTANIEM ELEKTRONICZNYCH MASZYN CYFROWYCH

Kompleksowy system przetwarzania danych dla zarządzania musi spełniać następujące warunki:

- obejmować całość informacji numerycznych o zadaniach (o celach) sterowanego układu,
- obejmować wszystkie dokumenty pierwotne, tzn. dokumenty zawierające jedynie informacje nie przetworzone,

- każdy dokument pierwotny powinien być doprowadzony do systemu jako zbiór informacji źródłowej.

Informacje można podzielić na trzy zasadnicze grupy: historyczne, bieżące i przewidywane.

Historyczne i bieżące informacje służą do kontroli i sterowania procesem produkcyjnym, informacje przewidywane natomiast do podjęcia decyzji rozwoju zakładu górniczego.

Opracowanie planu działalności zakładu górniczego rozpoczyna się od podania ogólnych dyrektyw przez gwarectwo (wielkość wydobycia, zatrudnienia, koszt jednostkowy tony węgla itp.).

W projekcie ogólnym zespół projektowy w porozumieniu z zarządem kopalni i innym personelem, którego ten problem dotyczy, ustala program działania, który zapewnia minimalne nakłady pracy i koszty dla osiągnięcia zamierzonego celu oraz dopływ informacji niezbędnych do sterowania procesem produkcyjnym zakładu górniczego. Ten program zostaje przedłożony do oceny, aprobaty lub też modyfikacji jednostce nadrzędnej.

W następnym stadium projektowania bierze się już pod uwagę przekrój produkcyjny (procentowy udział wydobycia z poszczególnych zakładów), fazy rozwoju robót przygotowawczych dla utrzymania ciągłego frontu roboczego, program wykonywania innych specyficznych robót, absencje, zaburzenia geologiczne itd. Uwzględniając bardzo szczegółowo te informacje można sporządzić siatkę zależności i w odpowiedniej formie podać do analizy maszynie cyfrowej. Siatka taka może być sporządzona na okres dwóch lat (podobnie jak plan ruchu zakładu górniczego), z tym, że pierwszy kwartał działalności zakładu górniczego uwzględnić należy bardziej szczegółowo. Po upływie każdego kwartału siatkę aktualizuje się odpowiednio w stosunku do zmian, jakie stopniowo zaszły przy prowadzeniu zakładu górniczego. Pozwala to zarządowi zakładu górniczego na elastyczną reakcję w stosunku do zmian, które wynikły z sukcesów czy też niepowodzeń lub wskutek zmian założeń, na których był oparty poprzedni plan produkcyjny zakładu górniczego.

Dla operatywnego kierowania kopalnią węgla kamiennego są obecnie stosowane minikomputery. I tak wg Centralnego Ośrodka Informatyki Górnictwa została opracowana koncepcja zastosowań minikomputerów dla kopalń, która w zarysie kształtuje się następująco:

Dla potrzeb operatywnego kierowania kopalnią wyodrębnia się sześć zakresów zastosowań minikomputerów, a mianowicie:

- kontrola bezpieczeństwa pracy w kopalni,
- kontrola pracy maszyn i urządzeń oraz innych rodzajów działalności kopalni,
- dyspozytorska kontrola produkcji,
- techniczno-ekonomiczna ocena działalności produkcyjnej oraz operatywne planowanie,
- działalność techniczno-ekonomiczna,
- obliczenia inżynierskie.

Wymienione zakresy zastosowań minikomputerów z punktu widzenia rozwiązań sprzętowych i projektowo-programowych, realizowane będą w trzech warstwach:

Warstwa A - która obejmować będzie rejestrację czujnikową i transmisję informacji w czasie rzeczywistym oraz wstępną analizę danych w zakresie bezpośredniego nadzoru dyspozytorskiego. W warstwie tej występować będą systemy z zakresu kontroli bezpieczeństwa pracy oraz kontroli pracy maszyn i urządzeń i innych rodzajów działalności kopalni.

Warstwa B - która obejmować będzie analizę informacji czujnikowej warstwy A w czasie rzeczywistym, prezentację i składowanie wyników dla analiz długoterminowych, a także uzupełnianie informacji w trybie dialogowym. W ramach tej warstwy przewiduje się także obsługę informatyczną centralnej dyspozytorni, a w szczególności prezentację graficzną oraz dostęp do wszystkich warstw systemu minikomputerowego. W warstwie tej dominować będzie system dotyczący dyspozytorskiej kontroli produkcji. Systemy warstw A i B zapewniają czujnikową kontrolę nad przebiegiem produkcji i bezpieczną pracę w kopalni. Systemy te będą opracowywane przez PMAG.

Warstwa C - która obejmować będzie wprowadzenie danych z monitorów zainstalowanych bezpośrednio w miejscach pracy, ich "obróbkę" i udostępnienie, a także obsługę kierownictwa kopalni w zakresie informacji zawartych w bazie danych o wynikach techniczno-ekonomicznych kopalni. W warstwie tej występować będą systemy dotyczące techniczno-ekonomicznej oceny działalności produkcyjnej i operatywnego planowania, szeroki zestaw systemów wspomagających prace służb techniczno-ekonomicznych oraz obliczenia inżynierskie. Systemy warstwy C będą opracowywane przez COIG.

Systemy warstwy A dotyczące kontroli bezpieczeństwa pracy oraz kontroli pracy maszyn i urządzeń i innych rodzajów działalności kopalni obejmują specjalistyczne zestawy minikomputerowe pracujące w czasie rzeczywistym, połączone za pośrednictwem koncentratorów z zestawami czujników rozmieszczonych w różnych miejscach kopalni. Dane uzyskane z czujników po przetworzeniu powinny podlegać lokalnej rejestracji i obrazowej teletransmisji do minikomputera wyposażonego w odpowiednie zasoby pamięciowe.

W przypadku wykrycia w kopalni sytuacji awaryjnej lub niepożądanego orzekanie danych wraz z komunikatem ostrzegawczym powinno być natychmiastowe.

Kontrola bezpieczeństwa pracy, prowadzona za pomocą zainstalowanych czujników i minikomputerów, powinna obejmować:

- kontrolę stanu sieci wentylacyjnej,
- kontrolę stanu zagrożenia nożarowego,
- kontrolę stanu zagrożenia tapaniami.

Warstwy A i B zapewniające czujnikową kontrolę nad przebiegiem produkcji i stanem bezpieczeństwa kopalni oraz bieżącą analizę informacji dla potrzeb nadzoru dyspozytorskiego składać się powinny z czterech gałęzi:

- dyspozytorskiej kontroli produkcji,
- kontroli stanu atmosfery kopalnianej,
- kontroli zagrożeń tapaniami,
- kontroli ruchu załogi.

Dyspozytorska kontrola produkcji bazować powinna w zasadzie na informacji czujnikowej uzupełnionej informacjami pochodzącymi z innych źródeł (dane niemierzalne wprowadzone w różnych działaniach kopalni za pośrednictwem specjalistycznych terminali).

W zakres dyspozytorskiej kontroli produkcji wchodzić będą:

- kontrola pracy maszyn i urządzeń obejmująca cały ciąg technologiczny złożony z przodków wydobywczych, odstawy oddziałowej, punktów załadowniczych, odstawy głównej i przewozu urobku, ciągnięcia urobku szybami,
- kontrola pracy zakładu przerobczego,
- kontrola zużycia energii elektrycznej, pneumatycznej i ciepłej,
- kontrola odwadniania,
- kontrola robót przygotowawczych,
- kontrola procesu podsadzania.

Kontrola stanu atmosfery kopalnianej winna bazować wyłącznie na informacji czujnikowej i obejmować:

- kontrolę sieci wentylacyjnej, na którą składa się położenie tam wentylacyjnych (otwarta - zamknięta), kierunki przepływu powietrza, prędkości przepływu powietrza, praca wentylatorów głównych i lutniowych, depresje wentylatorów, ciśnienie atmosferyczne i różnica ciśnień, temperatura, wilgotność oraz zapylenie,
- kontrolę zagrożenia pożarowego, na którą składa się pomiar stężenia tlenku węgla i tlenu, pomiar temperatury górotworu i zrobów uzupełnione detekcją dymów oraz nadzorem nad siecią rurociągów p.poż.,
- kontrolę zagrożeń metanowych, na którą składa się pomiar wysokich i niskich stężeń metanu, uzupełniany pomiarami prędkości przepływu powietrza, oraz ostrzeganie o przekroczeniu zadanego progu ostrzegawczego i wyłączenie energii elektrycznej w zagrożonych rejonach po przekroczeniu progu alarmowego.

Kontrola zagrożeń tapaniami bazować winna w zasadzie na informacji czujnikowej uzupełnionej danymi wprowadzonymi przez pracowników stacji ds. tapani obejmującymi takie parametry, jak wyniki wierceń wielkośrednicowych i inne.

Na kontrolę zagrożeń tąpnięciami winny się składać:

- kontrola zagrożenia tąpnięciami w wyrobiskach górniczych prowadzona metodą sejsmoakustyki pozwalająca określić umowną energię skumulowaną w górotworze oraz jego aktywność,
- lokalizacja wstrząsów prowadzona metodą sejsmiki górniczej pozwalająca określić miejsce wystąpienia wstrząsu, jego energię bezwzględną oraz jej rozkład w obszarze nadania kopalni,
- wyniki wierceń małośrednicowych.

Dla zwiększenia wiarygodności oceny zagrożeń tąpnięciami niezbędne jest stosowanie innych metod, takich jak:

- pomiary elektroporowe górotworu,
- pomiary naturalnej emisji elektromagnetycznej górotworu,
- bezpośredni pomiar ciśnienia górotworu,
- bezpośredni pomiar naprężeń górotworu,

znajdujących się w różnych stadiach opracowania przez ośrodki wiodące, którymi są w zakresie metod AGH, GIG, Politechnika Śląska, Instytut Geofizyki PAN.

Kontrola ruchu załogi winna bazować tylko na informacji uzyskiwanej w sposób automatyczny. W związku z negatywnymi doświadczeniami z eksploatacji systemów opartych na czytnikach kart kontroli obecności jedynym rozsądnym rozwiązaniem jest kontrola przemieszczania się załogi bez jej wiedzy, drogą związania identyfikatora górnik z jego osobistym wyposażeniem. Pozwoli to na rejestrację przemieszczania się załogi w sposób automatyczny z dostatecznym poziomem wiarygodności. Informacje o miejscu przebywania załogi mają kapitalne znaczenie w sytuacjach katastroficznych związanych z powołaniem akcji ratowniczej, pozwalając skierować wysiłki w miejsce przebywania górników.

Systemy warstwy B będą obejmowały dyspozytorską kontrolę produkcji. Znaczną część informacji o przebiegu produkcji kierownictwo kopalni otrzymuje z dyspozytorni kopalnianej. W dyspozytorni zbierane są informacje o przebiegu produkcji w przodkach eksploatacyjnych i przygotowawczych i w szeregu innych węzłowych ogniach produkcyjnych kopalni, o liczbie ludzi zatrudnionych na poszczególnych stanowiskach pracy, a także o zaistniałych przeszkodach w realizacji bieżących zadań, a zwłaszcza o postojach i awariach maszyn i urządzeń górniczych.

Przyszłość i rozwój wyposażenia dyspozytorni kopalnianej wspomagających służby dyspozytorskie należy do urządzeń opartych na minikomputerowym wspomaganie, a więc przystosowanych do wstępnego przetwarzania i bieżącego udostępniania informacji na użytek dyspozytora i kierownictwa kopalni. Wymagana jest tu wysoka niezawodność sprzętu komputerowego. Przyjmuje się, że istotne wspomaganie dla dyspozytorskiej kontroli produkcji i stanu bezpieczeństwa kopalni będzie stanowiła wizualizacja realizowana za pomocą monitorów ekranowych zastępujących dotychczasowe tabli-



ce synoptyczne. W miejsce dotychczasowych tablic synoptycznych w dyspozytorniach pojawią się dynamiczne, monitorowe tablice synoptyczne, oparte na monitorach alfanumerycznych, graficznych, kolorowych. Jeden zestaw monitorów będzie przeznaczony do wizualizacji parametrów bezpieczeństwa wybranego przez dyspozytora rejonu wentylacyjnego kopalni. Może to być np. kontrola zawartości metanu, tlenku węgla, poziomu tlenu w atmosferze kopalnianej w danym wyrobisku, prędkości przepływu powietrza itd. Wybrany rejon prezentowany na monitorze ekranowym może obejmować poziom wydobywczy, oddział, przodek lub inne wyrobisko. Na wyświetlanym obrazie monitorowym mogą być przedstawione aktualne wartości kontrolowanych parametrów, wraz z prognozą ich zmiany na określony przedział czasu. Kolejny zestaw monitorów winien być przeznaczony dla przedstawienia przebiegu procesu produkcyjnego w określonym rejonie kopalni lub w skali całej kopalni z bieżącym podsumowaniem wyników (odchyień) w postaci zestawień, tabel, diagramów, sporządzanych z godziny na godzinę, ze zmiany na zmianę. Występująca nieprawidłowość w przebiegu procesu (sytuacje awaryjne) winny być prezentowane z podaniem zaistniałych strat, a także z instrukcjami postępowania dla kierownictwa ruchu kopalni w celu ich likwidacji.

System dyspozytorski będzie pobierał informacje źródłowe głównie z czujników. Pełna kontrola parametrów procesu produkcyjnego oraz bezpieczeństwa pracy kopalni wymaga wielu rodzajów czujników, w tym czujników zupełnie nowych wymagających opracowania.

Z ważniejszych czujników nowych należy wymienić:

- w zakresie kontroli przodków wydobywczych: czujnik położenia kombajnu i struga w ścianie,
- w zakresie kontroli odstawy poziomej: czujnik pomiaru węgla i kamienia na przenośniku dla określenia rzeczywistego wydobywania z przodków,
- w zakresie transportu pionowego: czujnik pomiaru masy wydobywanej składowanej,
- w zakresie zużycia energii: czujnik zużycia energii elektrycznej, zużycia energii cieplnej, zużycia energii pneumatycznej,
- w zakresie kontroli zagrożeń tąpnięciami: czujnik ciśnienia stropu, czujnik napięcia górotworu, czujnik przemieszczenia stropu, spagu.
- w zakresie kontroli ruchu załogi: czujnik przemieszczania się pracowników,
- w zakresie kontroli zagrożeń wodnych: czujnik poziomu wody w zbiorniku.

Wymienione zakresy zastosowania minikomputerów będą wymagały pracy w trybie czasu rzeczywistego oraz wyposażenia kopalni nie tylko w minikomputery, ale także koncentratory danych, sieci transmisji, szeroki zestaw czujników itp. Szczególnie duży wpływ na wyposażenie kopalni w sprzęt informatyczny będzie posiadał system dyspozytorskiej kontroli produkcji. System ten będzie wymagał w pełni bezawaryjnej pracy wszystkich urządzeń (zabezpieczenie rezerwy sprzętowej), co powoduje konieczność dokonywania

dużych zakupów sprzętowych. Wymienione wyżej systemy będą opracowywane i wdrażane przez EMAG.

Systemy warstwy C, obejmujące swoim zakresem techniczno-ekonomiczną ocenę działalności produkcyjnej kopalni i operatywne planowanie oraz ocenę działalności techniczno-ekonomicznej poszczególnych komórek organizacyjnych kopalni i obliczenia inżynierskie, dotyczą następujących zagadnień:

- bieżącej kontroli i oceny produkcji,
- operatywnego planowania produkcji,
- techniczno-ekonomicznej oceny technologii prowadzenia robót górniczych wraz z określeniem kompleksowych norm pracy dla przodków wybiórkowych,
- gospodarki maszynami i urządzeniami,
- gospodarki zatrudnieniowo-płacowej,
- gospodarki kadrowej,
- gospodarki materiałami,
- obrotu węglem,
- gospodarki księgowo-finansowej,
- działalności inwestycyjnej,
- obliczeń inżynierskich.

Bardziej szczegółową charakterystykę wymienionych systemów warstwy C można przedstawić następująco:

#### Bieżąca kontrola i ocena produkcji

Równolegle z kontrolą procesu produkcyjnego prowadzoną w systemie dyspozytorskim, opartą na czujnikach jako obiektywnych źródłach informacji czasu rzeczywistego, w kopalni niezbędna jest bieżąca kontrola i ocena przebiegu produkcji, polegająca na ciągłej systematycznej ocenie realizacji zadań planowych, prowadzoną w cyklu dobowym oraz narastająco w ciągu miesiąca i roku.

Bieżąca kontrola i ocena przebiegu produkcji musi dać gwarancję, że stwierdzone odchylenia (negatywne) od realizacji planu będą odpowiednio wcześniej ujawnione, aby zapewnić pełną i terminową realizację zadań planowych.

Szeroko podjęta bieżąca kontrola i ocena przebiegu produkcji obejmuje:

- kontrolę przebiegu produkcji wg przodków eksploatacyjnych, przygotowawczych, oddziałów wydobywczych, przygotowawczych, poziomów wydobywczych, szybów, w powiązaniu z realizacją zadań przez zakład mechanicznej przeróbki, wzbogacania węgla, ekspedycję i zbył,
- gospodarkę czynnikiem ludzkim w procesie produkcyjnym, a w tym kontrolę stanu zatrudnienia, obciążenie miejsc pracy, absencję chorobową, urlopy w powiązaniu z planowym obciążeniem i zapewnieniem ciągów produkcji,
- kontrolę ciągłości ruchu maszyn zabezpieczających sprawny przebieg produkcji w szczególności kontrolę i ocenę wykorzystania czasu pracy podstawowych maszyn i urządzeń, w tym awarii maszyn i urządzeń, przestojów górniczo-geologicznych, organizacyjnych,

- ocenę kształtowania się podstawowych wskaźników techniczno-ekonomicznych na poziomie przodków i oddziałów w skali kopalni, porównawczą analizę międzykopalnianą.

Przewiduje się realizację kontroli tych procesów przez zastosowanie lokalnych monitorów dla ujmowania informacji źródłowych. Monitory będą zlokalizowane w dyspozytorni oraz w innych działach kopalni i ściśle powiązane z realizacją obsługi bezpośrednich potrzeb użytkowych. Informacje przekazane do minikomputera odpowiednio przetwarzane będą udostępnione kierownictwu ruchu kopalni w postaci niezbędnej dla operatywnego kierowania.

#### Operatywne planowanie produkcji

Celem systemu będzie opracowanie, na minikomputerze metody operatywnego wyznaczania i aktualizacji harmonogramów robót górniczych przewidywanych do realizacji w określonym przedziale czasu, dostosowanych do założonych zadań wydobywczych kopalni, dysponowanych środków (kombajny ścianowe, obudowy, kombajny chodnikowe), istniejących zdolności przepustowych ogniw procesu produkcyjnego oraz rozlokowanie (wybór) podstawowego sprzętu do wykonania poszczególnych robót. Ponadto metoda powinna umożliwić analizę zdolności produkcyjnej kopalni przy założeniu określonych ograniczeń w zakresie dostępności podstawowych środków i istniejących zdolności przepustkowych ogniw procesu produkcji, a także analizę realności istniejących (opracowanych za pomocą innych metod) harmonogramów robót wybierkowych, przygotowawczych i pomocniczych.

Metoda przeznaczona jest głównie dla analizy różnych wariantów prowadzenia robót wybierkowych, przygotowawczych i pomocniczych dla poszczególnych pól wybierania i całej kopalni.

Wynikiem przeprowadzonych analiz będą:

- harmonogramy prowadzenia robót wybierkowych, przygotowawczych i pomocniczych zawierające opisy poszczególnych robót (identyfikatory, parametry, planowane wyniki), stosowany sprzęt oraz terminy rozpoczęcia i zakończenia,
- histogramy wykorzystania maszyn i urządzeń (w metodzie zakłada się indywidualne śledzenie kombajnów i obudów),
- zestawienia dotyczące kształtowania się wybranych wskaźników planistycznych, np.: wydajność, średnie postępy, średnie wybiegi itp.

Harmonogramy i odpowiednie zestawienia mogą być wyrowadzane na monitor ekranowy oraz drukarkę.

#### Techniczno-ekonomiczna ocena technologii prowadzenia robót górniczych wraz z określeniem kompleksowych norm pracy dla przodków wybierkowych

Podstawowym zadaniem metody techniczno-ekonomicznej oceny technologii prowadzenia robót górniczych jest:

- określenie efektów stosowania technologii w konkretnych warunkach geologiczno-górnicznych z uwzględnieniem poziomu techniczno-organizacyjnego. Pojęcie efektu definiuje się jako zespół wskaźników, takich jak: wydobywanie, powierzchnia odkrytego spagu, postęp, wydajność, koszty planowe robocizny, materiałów, energii oraz amortyzacji,
- umożliwienie dokonania porównania efektów planowanych z faktycznie osiągniętymi w czynnych przodkach wybierkowych.

Zakłada się, że metoda ma umożliwić za pomocą wzorów analitycznych określenie efektów dla wyróżnionych technologii w zależności od typu: obudowy, maszyny urabiającej oraz przenośnika ścianowego dla założonych pięciu wariantów wysokości i długości przodku wybierkowego.

Dane wejściowe są przygotowywane w procesie dialogu użytkownika metody z minikomputerem i obejmują: charakterystykę technologii, warunki geologiczno-górniczne, wybieg przodku, planowane obciążenie, charakterystykę wyposażenia, zużycie materiałów oraz energii dla analizowanej technologii.

Dane te są uzupełniane informacjami zawartymi w cennikach i normatywach zużycia ważniejszych materiałów i energii.

Arkusze wynikowe metody obejmują: informacje o czynnych technologiach w przodkach wybierkowych, planowane wydobywanie, postęp, wydajność, planowane koszty robocizny, materiałów, energii i amortyzacji z uwzględnieniem stanu instalowanego wyposażenia. Również arkusze wynikowe są uzyskiwane przez użytkownika w procesie jego dialogu z minikomputerem.

#### Gospodarka maszynami i urządzeniami

System wspomagający operatywne gospodarowanie maszynami i urządzeniami obejmować będzie:

- 1) operatywną ewidencję i analizę struktury zagospodarowania podstawowych maszyn i urządzeń,
- 2) planowanie i realizację profilaktyki remontowej,
- 3) planowanie i kontrolę realizacji dostaw maszyn, urządzeń i części zamiennych.

Zasadniczym zadaniem operatywnej ewidencji i analizy struktury zagospodarowania jest dostarczanie służbom energo-mechanicznym w kopalni bieżących informacji niezbędnych dla operatywnej kontroli wykorzystania maszyn i urządzeń górniczych, a w szczególności informacji o stanie liczbowym maszyn według typów i zespołów oraz o strukturze ich zagospodarowania w kopalni. Podstawą funkcjonowania jest kontrola stanów ewidencyjnych maszyn i urządzeń górniczych, która jest codziennie aktualizowana w kopalni dokumentami obrotu majątkiem trwałym.

Potrzeby kontrolno-decyzyjne pionu energo-mechanicznego kopalni zabezpieczają układy wydawnicze ujmujące informacje o stanie zagospodarowania kombajnów ścianowych, chodnikowych, strugów, obudowy zmechanizowanej, pomp,

kołowrotów, przenośników taśmowych, przenośników zgrzeblowych ciężkich, lekkich. Użytkownik w kopalni ma możliwość bezpośredniego dostępu do informacji o miejscu i liczbie maszyn zainstalowanych i pracujących, zainstalowanych i nie pracujących, liczbie maszyn w montażu i demontażu, będących na stanowiskach roboczych, liczbie maszyn w naprawie i rezerwie oraz wskaźników obrazujących wykorzystanie maszyn i urządzeń.

Zadanie obejmujące planowanie i kontrolę profilaktyki remontowej realizuje operatywne planowanie i kontrolę utrzymania ruchu wyposażenia produkcyjnego kopalni węgla kamiennego. Informacje źródłowe stanowią zgłoszenie o wykonaniu czynności kontrolnych i przeglądów profilaktycznych. Przewiduje się również wyznaczenie dla wybranych typów maszyn i urządzeń planowanych terminów i obsługi i napraw głównych nanoszonych na podstawie przebiegu pracy. Prowadzona będzie również ewidencja i kontrola realizacji zleceń pokontrolnych oraz sporządzenie harmonogramów napraw głównych.

Planowanie i kontrola dostaw części zamiennych będzie realizowana w kopalni w funkcjach, które obejmują:

- programowanie zużycia części zamiennych,
- programowanie zapasów rodzajów części zamiennych,
- wyznaczanie planu dostaw części zamiennych,
- wyznaczanie korekty planu dostaw części zamiennych,
- kontrola realizacji planu dostaw części zamiennych.

Druga część zadania dotycząca dostaw maszyn i urządzeń będzie ukierunkowana na planowanie zaopatrzenia kopalń w podstawowe wyposażenie, a także kontrolę realizacji potwierdzonych dostaw.

#### Gospodarka zatrudnieniowo-płacowa

Zastosowanie minikomputerów dla potrzeb wspomagania gospodarki zatrudnieniowo-płacowej obejmuje trzy grupy:

- 1) bieżące raportowanie kierownictwu oraz funkcyjnym służbom kopalni o sytuacji na odcinku gospodarki zatrudnieniowo-płacowej,
- 2) obsługę całego kompleksu spraw związanych z bieżącym załatwianiem spraw pracowniczych,
- 3) wykonywanie pomocniczych obliczeń i innych prac przetworzeniowych związanych z gospodarką czynnikiem ludzkim.

Realizacja przez minikomputer zadań związanych z bieżącym raportowaniem kierownictwu kopalni o sytuacji w zakresie gospodarki zatrudnieniowo-płacowej związana jest ściśle z systemem kontroli ruchu załogi opartym na rejestracji czujnikowej. Najważniejsze z nich dotyczą raportowania:

- o stanie załogi w zakładzie, stanie załogi przebywającej na dole, kompletności wyjazdów z dołu, a więc o tych zestawach informacji, jakie w znacznej części uzyskuje się z podsystemu kontroli ruchu załogi,

- o tzw. "wykonach" zespołów zatrudnionych w akordzie, szczególnie w zakresie wykonania norm wraz z bieżącą kontrolą prawidłowości dekretyzacji dniówek normowanych przodkowych i pozaprzodkowych. Bieżąca kontrola wykonania norm waeliminowałaby tzw. końcowe zamknięcie miesiąca dla poszczególnych zespołów przodkowych, a tym samym przyspieszyłaby termin gotowości zbioru danych dla obliczenia wynagrodzeń. Jest to szczególnie istotne w przypadku zbioru danych akordowych,
- o szacunkowym zaangażowaniu funduszu wynagrodzeń zasadniczych bądź funduszu tzw. wynagrodzeń bezpośrednich wynikających z zatrudnienia na określonym miejscu pracy,
- o liczbie przepracowanych godzin nadliczbowych,
- o absencji usprawiedliwionej i nieusprawiedliwionej w układzie komórek organizacyjnych w wielkościach bezwzględnych bądź wskaźnikowo do nominalnego funduszu czasu pracy.

W celu obsługi całego kompleksu spraw związanych z bieżącym załatwieniem spraw pracowniczych z minikomputera korzystać będą służby zatrudnieniowo-płacowe kopalni, głównie Pionu Głównego Księgowego oraz Dyrektora ds. Ekonomicznych i Pracowniczych. Dotyczy to takich komórek, jak Kontrola Zarobków, Rachuba, Biuro Zatrudnienia. Pośrednio również Dział Kadr, Komórki Socjalne, Związki Zawodowe.

W tej chwili trudno wymienić wszystkie służby, gdyż realizacja zadania może niektóre komórki wyeliminować ze ścieżki obiegu informacji, a niektóre włączyć do tego obiegu. Przykładowo, zastosowanie minikomputera do wystawiania zaświadczeń o odpłatności za wczasy całkowicie może wyeliminować udział Rachuby w procesie przetwarzania informacji, natomiast skupić całość problematyki w komórce socjalnej.

Wejściami będą informacje ze zbiorów zarobkowych I-ERK1 i 2 zawartych na zbiorach magnetycznych. Te z kolei są produktem finalnym przetwarzania podsystemów obliczania wynagrodzeń bazujących na wejściu, na źródłowej dokumentacji zarobkowej. Wydaje się, iż w celu realizacji całościowego zadania niezbędne stanie się wprowadzenie dodatkowych informacji czy to poprzez podsystemy płacowe bądź bezpośrednio do minikomputera. Dotyczyć to będzie, przykładowo - dla celów obliczania odpłatności za wczasy, szeroko rozumianego stanu rodzinnego pracownika.

Na wyjściu z minikomputera będą informacje udostępnione w następujący sposób:

- wybrane informacje o pojedynczym pracowniku bądź pracownikach emitowane na ekranie monitora ekranowego lub drukarce wierszowej, np. stan konta rozliczeniowego pracownika,
- zaświadczenie dla określonego celu sporządzane na drukarce komputera,
- wybrane informacje o pracowniku lub pracownikach emitowane na ekran lub drukarkę w formie niesformalizowanej (wykaz potencjalnych jubilatów).

Wykonywanie pomocniczych obliczeń i innych prac przetworzeniowych związanych z gospodarką zatrudnieniowo-płacową będzie obejmować następujące zagadnienia:

- opracowywanie najbardziej napiętych terminowo zestawień wykonania przed-  
kowych norm pracy oraz statystyk dniówkowych i wydajnościowych,
- obliczanie wynagrodzeń regulowanych indywidualnymi regulaminami kopalni,  
a w szczególności funduszu produkcyjnego, premii, oraz przekazywanie  
gotowych materiałów na nośniku magnetycznym do podsystemów obliczania  
wynagrodzeń,
- automatyczna sygnalizację różnic dniówkowych wraz z ich natychmiastowym  
wyjaśnieniem i aktualizacją zbiorów danych dniówkowych,
- zakładanie i aktualizację zbiorów głównych (różnorodne kartoteki syste-  
mowe: kartotekę osobową, kartotekę wynagrodzeń itp.).

#### Gospodarka kadrowa

W ramach komputeryzacji gospodarki kadrowej przewiduje się utworzenie zbioru informatycznego - bazy danych na dyskach magnetycznych, który zawierałby wszystkie informacje związane z gospodarką kadrową. Informacje te wprowadzone będą w poszczególnych komórkach organizacyjnych odpowiedzialnych regulaminowo za informacje tam zawarte. Natomiast w przypadku kwestionariusza osobowego dokument wypełniać powinien pracownik, a sprawdzać Dział Kadr lub Biuro Ruchu Załogi.

Zadanie realizowane będzie dla wszystkich komórek organizacyjnych zainteresowanych sprawami pracowniczymi, m.in. dla służb: pracowniczych, socjalnych, szkoleniowych, gospodarki odzieżą ochronną, mieszkaniowych itp.

Wprowadzanie danych odbywać się może bezpośrednio z monitora ekranowego pracującego bezpośrednio z minikomputerem. W trakcie zakładania Bazy Danych ujmowanie danych odbywać się może na urządzeniach do ujmowania danych na taśmy magnetyczne.

Stake, cykliczne zestawienia i arkusze wynikowe będą sporządzane na drukarce na podstawie indywidualnych programów, natomiast dla pracy kontrolerskiej za pomocą monitorów ekranowych będą funkcjonować programy, które pozwolą na sporządzanie na drukarkach lub wyświetlanie na monitorach ekranowych na żądanie dowolnych zestawień i tablic wynikowych.

#### Gospodarka materiałami

System wspomagający operatywne gospodarowanie obejmować będzie następujące funkcje:

- 1) ewidencję i kontrolę zużycia materiałów w kopalni,
- 2) ewidencję i kontrolę realizacji zamówień materiałowych.

Zasadniczym celem bieżącej ewidencji zużycia materiałów w kopalni jest dostarczenie kierownictwu kopalni operatywnych informacji o ilości i war-

tości zużycia materiałów przez oddziały, porównywanie zużycia z ustalonym limitem oraz dostosowanie informacji o stanach poszczególnych materiałów w przeładownikach.

Z kolei ewidencja i kontrola realizacji zamówień materiałowych mają na celu rejestrację zamówień i zapotrzebowań dokonanych przez kopalnię zarówno w USGÓRZE, jak i bezpośrednio u producenta oraz porównywanie ich z dostawami w celu kontroli stanu realizacji i weryfikacji zasadności podtrzymywania tych zamówień.

### Obrót węglem

W systemie ewidencji i obrotu węglem wydzielono trzy zagadnienia przewidziane do realizacji na minikomputerze:

1. Gospodarka węglarkami. Na podstawie "Wykazu zdawczego wagonów" tworzony będzie codziennie "zbiór węglarek" aktualizowany w ciągu doby. Zbiór węglarek wykorzystuje się do sporządzania listów przewozowych, faktur, sprostowań oraz "Zawiadomienia o wagonach gotowych do zabrania".

2. Dzielne dokumentowanie obrotu węgla. Na podstawie danych otrzymanych z Działu Przeróbki Mechanicznej, Kontroli Jakości i dyspozycji wysyłkowej z CZW, opartych na kartotekach zamówień i cenach sporządzane będą dzielne dokumenty obrotu węglem: list przewozowy, faktura, specyfikacja, faktur, sprostowania, zestawienie obrotu paliwem, faktura zbiorcza, żądanie zapłaty.

3. Dzielne i narastające analizy z obrotu węglem. Na podstawie dziennego zbioru danych z obrotu węglem, który tworzony będzie w module 2. oraz planu produkcji otrzymywanego z działu planowania, sporządzane będą dzielne i narastające analizy: realizacji planu produkcji średnich i grubych sortymentów, a także uzyskanych średnich cen zbytu i cen wewnętrznych. Zgromadzone miesięczne dane umożliwią wykonywanie sprawozdawczości, jak np. "Sprawozdania z produkcji i obrotu paliw stałych" - CZW-3 i innych.

### Gospodarka księgowo-finansowa

W ramach prac związanych z automatyzacją ewidencji księgowej i rozliczeń finansowych przewiduje się realizację następujących zadań:

- 1) ilościowo-wartościowych rozliczeń sprzedaży wyrobów i usług,
- 2) stanu finansowych rozliczeń z pracownikami,
- 3) ekonomicznej analizy stanu finansowego przedsiębiorstwa.

Ilościowo-wartościowe rozliczenie sprzedaży wyrobów i usług obejmuje sporządzanie na minikomputerze bieżących raportów ze sprzedaży produkcji w ujęciu ilościowym i wartościowym.

Istotną cechą dokonywania na minikomputerze rozliczeń finansowych z pracownikami jest zapewnienie sprawnej obsługi pracowników przy równoczesnym wyeliminowaniu prowadzenia wielu kartotek w tradycyjny sposób. Rozli-



czenia z pracownikami będą obejmowały następujące tytuły: zakładowy fundusz mieszkaniowy, rozliczenie zaliczek, świadczenia na rzecz pracowników regulowane w trybie ratalnym, odpłatność pracowników z tytułu korzystania z urządzeń socjalnych itp.

Analiza gospodarki finansowej przedsiębiorstwa obejmować będzie zagadnienia związane z zadłużeniem i wypłacalnością przedsiębiorstwa, podziałem nadwyżki, efektywnością źródeł finansowania, gromadzenie, wydatkowanie rezerw oraz ocenę stanu finansowego.

#### Działalność inwestycyjna

Zastosowanie minikomputerów przewiduje się dla następujących zagadnień:

- 1) bieżącej kontroli stanu dokumentacyjnego przygotowania inwestycji,
- 2) automatyzacji niektórych prac związanych z planowaniem inwestycji,
- 3) bieżącej kontroli realizacji planu zakupów maszyn i urządzeń inwestycyjnych oraz kontroli stanu ich zagospodarowania.

#### Obliczenia inżynierskie

Obliczenia inżynierskie przewidziane do realizacji na minikomputerach dotyczą z zasady niewielkiej grupy pracowników i są działaniami autonomicznymi, w których wymagane jest sprawne kontaktowanie się z minikomputerem i szybkie uzyskiwanie wyników. Wykorzystywane są one w pracach z dziedziny geodezji, miernictwa górniczego, ochrony powierzchni, zagadnień geologicznych, wentylacji, obliczeń sieci elektrycznych itp.

Aktualnie funkcjonuje w przemyśle węgla kamiennego cały szereg programów opracowanych przez poszczególne oddziały COIG. Na obecnym etapie rozwoju środków informatycznych konieczne staje się opracowywanie programów dla obliczeń inżynierskich na minikomputery instalowane w kopalniach. W ten sposób odpowiednie służby techniczne poprzez zainstalowaną końcówkę w postaci monitora uzyskują możliwości bezpośredniej współpracy z minikomputerem.

## LITERATURA

- [1] Bartnicki M.: Wpływ struktury organizacyjnej na proces innowacji. *Ekonomika i Organizacja Pracy* 2/77.
- [2] Baranek H., Woźniak M.: Próba zastosowania taksonomicznej klasyfikacji w statystycznej analizie kosztów przedsiębiorstwa budowlanego. *Przegląd Statystyczny* 2/69.
- [3] Brankamp K.: O możliwości uzyskania usprawnień dzięki przemieszczaniu zadań z płaszczyzny struktury organizacyjnej na płaszczyznę ich funkcji. *VDI-Zschr.* 10/69.
- [4] Burski J., Ziembicki W.: Metoda klasyfikacji zbiorów. *Przegląd Statystyczny* 2/74.
- [5] Burski J., Ziembicki W.: Metoda grupowania zmiennych losowych. *Przegląd Statystyczny* 4/75.
- [6] Butkiewicz B.: niezawodność systemu o strukturze hierarchicznej. *Rozprawy elektrotechniczne* 3/74.
- [7] Carlisle H.M.: Czy funkcjonalne struktury organizacyjne stają się przestarzałe. *Manag. REV* 1/76.
- [8] Ce a J.: Optymalizacja. Teoria i algorytmy. PWN, Warszawa 1976.
- [9] Cieślak M.: Taksonomiczna procedura programowania rozwoju gospodarczego i określenie zapotrzebowania na kadry kwalifikowane. *Przegląd Statystyczny* 1/74.
- [10] Czarny I.: Zastosowanie taksonomii wrocławskiej w niektórych zagadnieniach techniczno-organizacyjnych w hutnictwie. Komunikat na Konferencji Statystycznych i Operacyjnych Zastosowań Matematyki. Warszawa 1962.
- [11] Durvy A.: Wprowadzenie nowych struktur organizacyjnych. *Organizacja i Kierowanie* 1/77.
- [12] Elandt R.: Zastosowanie statystyki matematycznej w doświadczeniach. PWN, Warszawa 1965.
- [13] Encyklopedia organizacji i zarządzania. PWE, Warszawa 1982.
- [14] Fisz M.: Rachunek prawdopodobieństwa i statystyka matematyczna. PWN, Warszawa 1967.
- [15] Florek K., Łukaszewicz J., Perkal J., Steinhaus H., Zubrzycki S.: Taksonomia wrocławska. *Przegląd Antropologiczny* t. XVII. s. 193-211, 1951.
- [16] Forgy E.: Some methods for classification and analysis of multivariate observations. *Proceedings of the fifth Berkeley Symposium* 1967.
- [17] Gajda J., Koperski A.: Zagadnienie struktury organizacyjnej zakładów w przedsiębiorstwach wielozakładowych. *Ekonomika i Organizacja Pracy* 6/60.
- [18] Gelfand M., Tomlin S.W.: Rachunek wariacyjny. PWN, Warszawa 1979.
- [19] Gościński J.: Projektowanie systemów zarządzania. PWN, Warszawa 1972.
- [20] Górecki M.: Teoria sterowania. PWN, Kraków 1979.

- [21] Hellwig Z.: Zastosowanie metody taksonomicznej do typologicznego podziału krajów ze względu na poziom ich rozwoju oraz zasoby i strukturę wykwalifikowanych kadr. Przegląd Statystyczny 4/68.
- [22] Hellwig Z.: Elementy rachunku ekonomicznego. PWE, Warszawa
- [23] Jaszek J.: Struktura organizacyjna w praktyce zarządzania. Przegląd Organizacji 11/77.
- [24] Jawień M., Hajdasieński M.: Dokumentacja danych dla programowania rozwoju branż górniczych. Projekty - Problemy 12/71.
- [25] Jermakowicz W.: Próba typologii struktur organizacyjnych. Problemy Organizacji 1/77.
- [26] Kaufman O.: Dynamika struktur organizacyjnych w kierunku równowagi czy jej braku. Chefs 2/71.
- [27] Kozdrój M.: Metody rachunku prawdopodobieństwa i statystyki matematycznej w organizacji produkcji górniczej. Wydawnictwo "Slask", Katowice 1969.
- [28] Kozdrój-Weigel M.: Optymalizacja struktury organizacyjnej kopalni węgla kamiennego. Praca doktorska, AGH, Kraków 1979.
- [29] Kozyra J.: Typologiczny podział kopalń ze względu na wskaźniki techniczno-organizacyjne metodą taksonomiczną. Politechnika Śląska, Gliwice 1977. Praca doktorska.
- [30] Kryński H.: Zastosowanie matematyki w ekonomii. PWN, Warszawa 1973.
- [31] Krzanowski St.: Określania ilości kapitałnych wyrobisk dla obszaru górniczego w zależności od cech strukturalnych złoża przy założonej wielkości produkcji. Praca doktorska, Kraków 1973.
- [32] Kulikowski R.: Sterowanie w wielkich systemach. WNT, Warszawa 1974.
- [33] Kulikowski R.: Adaptacyjna optymalizacja wielkich systemów o hierarchicznej strukturze sterowania. Ossolineum, Wrocław 1964.
- [34] Kulikowski R. i inni: Analiza systemowa modelowania rozwoju kraju i regionu. Prace IBS, PAN, Warszawa 1978.
- [35] Kulikowski R.: Synthesis and optimum control of organization in large scale systems. Arch. Automatyki i Telemekhaniki z. 3/67.
- [36] Kulikowski R.: Agregacja, optymalizacja i sterowanie strukturą organizacyjną wielkich systemów. [w:] Systemy automatyki kompleksowej. Ossolineum, Wrocław 1969.
- [37] Kurnal J.: Zarys teorii organizacji i zarządzania. PWN, Warszawa 1969.
- [38] Lejczak W.: Ramowe wytyczne w sprawie nowej struktury organizacyjnej kopalń węgla kamiennego. Opracowanie Ministra Górnictwa z. 8.12.1977.
- [39] Lisowski A., Czyłok A.: Możliwości wykorzystania metod i modeli matematycznych oraz symulacyjnych w optymalizacji decyzji w górnictwie. Przegląd Górniczy 6/65.
- [40] Lisowski A.: Statystyczna metoda określania dołowej i oddziałowej wydajności projektowanych kopalń w oparciu o wskaźniki koncentracji. Biuletyn Informacyjny Biura Projektów PW 6/62.
- [41] Lisowski A.: Pojęcie koncentracji i jej związek z pracochłonnością. Referat na konferencję naukowo-techniczną na temat "Koncentracja produkcji w górnictwie węglowym". SITG, Katowice 1963.
- [42] Lisowski A.: Koncentracja czynnikiem decydującym o oddziałowej i dołowej pracochłonności głębinowych kopalń węgla kamiennego. Komunikat GIG nr 361, Katowice 1964.
- [43] Mańczak K.: Optymalizacja wielopoziomowej struktury organizacyjnej zbioru elementów sterowanych. Archiwum Automatyki i Telemekhaniki z. 2/74.

- [44] Mańczak K.: Zagadnienie sterowania złożonymi procesami technologicznymi. Ossolineum, Wrocław 1964.
- [45] Michaliček V.: Wpływ banku danych na strukturę organizacyjną. Podnikova Organizace 7/77.
- [46] Mikiewicz J.: O poziomach ufności w taksonomii wrocławskiej "Zastosowanie matematyki" VII. PWN, Warszawa 1963.
- [47] Mreža K.: Badanie struktur organizacyjnych. Przegląd Organizacji 8/76.
- [48] Otta W.: Wzorce struktur organizacyjnych. Problemy Organizacji TNOiK 2/72.
- [49] Paszkowski St.: Metoda dekompozycji w sterowaniu wielkimi systemami. Ossolineum, Wrocław 1969.
- [50] Pelczar A.: Analiza funkcjonowania. PWN, Kraków 1974.
- [51] Pełka B., Sikora R.: Systemowe projektowanie struktury zarządzania przedsiębiorstwem przemysłowym. Ekonomika i Organizacja Pracy 2/77.
- [52] Pichat Ph.J.: Struktury przedsiębiorstwa: hamulec czy motor innowacji? Hom. et. Tech. nr 330 1972 s. 346-354.
- [53] Pluta W.: Grafowa metoda klasyfikacji cech. Prace naukowe WSE, Wrocław 1969.
- [54] Pluta W.: O pewnej metodzie klasyfikacji przedsiębiorstw. Przegląd Statystyczny 1/72.
- [55] Pluta W.: Zastosowanie metod taksonomicznych i analizy czynnikowej do konstruowania syntetycznych wskaźników techniczno-ekonomicznych. Przegląd Statystyczny 2/75.
- [56] Pluta W.: Taksonomiczna procedura prowadzenia syntetycznych badań porównawczych za pomocą zmodyfikowanej miary rozwoju gospodarczego. Przegląd Statystyczny 4/76.
- [57] Pluta L.: Perspektywiczne modele kopalń podziemnych jako podstawa wyboru kierunku badań naukowych. Przegląd Górniczy 6/74.
- [58] Podgornyj J.: Typowe struktury organizacyjne. Socj. Trud. 7/68.
- [59] Praca zbiorowa pod kierunkiem A. Szczurowskiego: Wzorcowe schematy organizacyjne kopalń węgla kamiennego. Praca wykonana na polecenie Ministra Górnictwa, Katowice 15.07.77.
- [60] Praca zbiorowa pod redakcją Kasprzaka T.: Badania operacyjne w nowoczesnym zarządzaniu. PWE, Warszawa 1974.
- [61] Rokita J., Strzoda J.: Analiza ekonomiczna w kopalniach węgla. Wydawnictwo "Śląsk", Katowice 1967.
- [62] Rolewicz S.: Analiza funkcjonowania i teoria sterowania. PWN, Warszawa 1977.
- [63] Sadowski W.: Teoria podejmowania decyzji. Wyd. II. PWE, Warszawa 1963.
- [64] Sitko W., Kozyra J., Przybyła H.: Wykorzystanie metod taksonomicznych w zarządzaniu produkcją górniczą. Zeszyty Naukowe Politechniki Śl. seria "Górnictwo".
- [65] Smirnow N.W., Dunin-Barkowski I.W.: Kurs rachunku prawdopodobieństwa i statystyki matematycznej. PWN, Warszawa 1969.
- [66] Straszak A.: Metody projektowania wielopoziomowych struktur sterowania w systemach automatyki kompleksowej. Ossolineum, Wrocław 1969.
- [67] Straszak A.: Algorytmy sterowania w wielkich systemach. Ossolineum, Wrocław 1964.
- [68] Straszak A.: Formalne i heurystyczne metody wyznaczania struktur sterowania systemów wielkich. Ossolineum, Wrocław 1969.

- [69] Straszak A.: On the synthesis of multilevel large scale control systems. IVIFAC Congress Warszawa 1969.
- [70] Szeja J.: Ekonometryczne metody badania kosztów w KWK Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. WSE, Kraków 1972.
- [71] Trembecki A., Zubrzycki S.: Statystyka matematyczna w zastosowaniu do zagadnień górniczych. Skrypt Uczelniany AGH, Kraków 1966.
- [72] Trembecki A.: Matematyczne metody w górnictwie. Wydawnictwo "Śląsk", Katowice 1969.
- [73] Worobiew B.N., Komkow W.W.: Klasyfikacja wyrobisk wybierkowych dla perspektywicznego kierowania rozwojem prac górniczych w kopalni. Gornyj Żurnal 2/74.
- [74] Wołodin B.G.: Praca zbiorowa. Problemy rachunku prawdopodobieństwa. PWN, Warszawa 1966.
- [75] Volk W.: Statystyka stosowana dla inżynierów. WNT, Warszawa 1965.
- [76] Zieleniewski J.: Organizacja i zarządzanie. PWN, Warszawa 1969.
- [77] Zubrzycki St.: Wykłady z rachunku prawdopodobieństwa i statystyki matematycznej. PWN, Warszawa 1966.

## ANALIZA SYSTEMOWA KIEROWANIA PRODUKCJĄ GÓRNICZĄ

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

Potrzeba sprawnej organizacji i kierowania wynika z rosnącego skomplikowania nowoczesnej kopalni. Dobrą organizację i kierowanie produkcją górniczą, zwiększającą korzyści ekonomiczne kopalni, można osiągnąć poprzez stosowanie analizy systemowej, co jest przedmiotem tej monografii.

Rozdział 1 poświęcony jest analizie systemowej kierunków kształcenia i doboru kadr kierowniczych. Sprawne kierownictwo, jego wysoka fachowość i wysoka jakość wykonywanych funkcji sprzyja osiągnięciu dużej efektywności w działaniu kopalni. W ramach kierowania kopalnią na czoło wysuwają się dwie podstawowe funkcje: planowanie i realizacja planów, czyli zarządzanie. Ze względu na ważność zagadnienia istotny jest problem odpowiedniego doboru kandydatów na stanowiska kierownicze. Gospodarce narodowej potrzebni są zawodowi organizatorzy z zakresu operatywnego zarządzania i kierowania oraz projektowania systemów organizacyjnych. Działalność naukowo-badawcza i dydaktyczna w tym zakresie obejmuje opracowywanie nowoczesnych metod projektowania organizacyjnego i nowych systemów organizacji oraz przygotowanie i doskonalenie kadr organizatorów. Podstawową rolę w przygotowaniu kadr kierowniczo-organizacyjnych spełniać powinno szkolnictwo wyższe, a przede wszystkim tzw. studia z zakresu organizacji.

W punkcie 1,2 przedstawiono konkretne sposoby doboru kadr kierowniczych oparte na metodach matematycznych. Najpierw przedstawiono identyfikację parametrów krzywej logistycznej odzwierciedlającej wzrost potencjału kierowniczego opierając się na metodzie najmniejszych kwadratów.

Następnie przedstawiono metodę testowania liniowego kształtu trendu wzrostu potencjału kierowniczego. Inną metodą wyboru kierownika jest metoda probabilistyczna. Została ona zilustrowana na konkretnym przykładzie wyboru dyrektora spośród dwóch kandydatów za pomocą testów.

Rozdział 2 dotyczy projektowania struktury organizacyjnej kopalni. W punkcie 2.2 przedstawiono szczegółowy algorytm grupowania kopalni w struktury organizacyjne kopalni (SOK) według pewnych cech (wskaźników) charakteryzujących kopalnie. Dla poszczególnych grup kopalni jednorodnych można zaprojektować wspólny optymalny wariant struktury organizacyjnej. W przyjętym modelu każdą z kopalni przedstawia się jako zmienną losową wielowymiarową. Poszczególne wymiary tej zmiennej to cechy górniczo-geologiczne i techniczno-organizacyjne opisujące daną kopalnię.

Za kopalnię o najkorzystniejszej strukturze organizacyjnej uważa się taką kopalnię, która w konwencjonalnie przyjętym przedziale czasu charakteryzuje się najmniejszym prawdopodobieństwem niewykonania planu. Wszelkie zdarzenia hamujące tempo produkcji i powodujące niewykonanie planu nazwane są zakłóceniami. Rozdział 2.3 poświęcony jest badaniom tych zakłóceń w produkcji kopalni. Zakłócenia traktuje się jako zmienne losowe typu skokowego. Analiza zakłóceń prowadzi do traktowania ich jako procesu stochastycznego z czasem ciągłym, tj. procesu Markowa jednorodnego w czasie.

W rozdziale 2.4 rozważana jest optymalna strategia obciążenia stanowisk pracy z uwzględnieniem chłonności pracy. Chłonność pracy jest decydującym czynnikiem o przyporządkowaniu jednej dniówce dozoru - liczby dniówek na stanowisku pracy. W rozdziale tym podano przykład obliczeń dla stanowiska drażenia w wyrobiskach wąskich.

Rozdział 2.5 poświęcony jest wyznaczeniu optymalnej liczby osób dozoru oraz koniecznej liczby poziomów hierarchicznych. Przy wyznaczaniu tych liczb kierowano się kryterium, by prawdopodobieństwo niewykonania planu w konwencjonalnie przyjętym przedziale czasu było jak najmniejsze.

W rozdziale 3 dotyczącym systemowego kierowania kopalnią duży nacisk położono na wykorzystanie minikomputerów w kopalniach. Z uwagi na dużą ilość informacji, liczb, wskaźników, parametrów itp. instalowanie minikomputerów w kopalniach jest niezbędne. W rozdziale tym przedstawiono model kopalni zautomatyzowanej.

Dla potrzeb operatywnego kierowania kopalnią wyodrębniła się sześć zakresów zastosowań minikomputerów, a mianowicie:

- kontrolę bezpieczeństwa pracy w kopalni,
- kontrolę pracy maszyn i urządzeń oraz innych rodzajów działalności kopalni,
- dyspozytorską kontrolę produkcji,
- techniczno-ekonomiczną ocenę działalności produkcyjnej oraz operatywne planowanie,
- działalność techniczno-ekonomiczną,
- obliczenia inżynierskie.

## СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ УПРАВЛЕНИЯ ГОРНЫМ ПРОИЗВОДСТВОМ

### Резюме

Необходимость четкой организации и управления вытекает из растущей сложности современной шахты. Хорошую организацию и управление горной продукцией, увеличивающей экономическую выгоду шахты можно достичь применяя системный анализ, что и является предметом работы.

Раздел 1 посвящен системному анализу направлений обучения и подбора руководящих кадров. Четкое руководство, его высокая профессиональность и высокое качество выполняемых функций способствует достижению высокой эффективности в работе шахты. В рамках управления шахтой на первое место выдвигаются две основные функции: планирование и реализация планов - управление. Ввиду важности вопроса существенной является проблема подбора кандидатов на руководящие должности. Народному хозяйству необходимы профессиональные организаторы по вопросу оперативного управления и проектирования организационных систем. Научно-исследовательская и дидактическая деятельность в этой области проявляется в разработке современных методов организационного проектирования и новых организационных систем, а также в подготовке и усовершенствовании руководящих кадров. Основную роль в подготовке руководящих кадров играет высшее образование, а прежде всего так называемые "курсы по организации".

В п. 1.2. представлены конкретные способы подбора руководящих кадров на основе математических методов. Сначала представлена идентификация параметров логистической кривой, отражающей рост руководящего потенциала на основе метода о наименьших квадратах.

Затем представлен метод тестирования линейного вида роста руководящего потенциала. Иной метод выбора руководителя является пробабалистическим методом. Этот метод проиллюстрирован конкретным примером выбора одной из двух кандидатур на пост директора с помощью тестов.

Раздел 2 посвящен проектированию организационной структуры шахты. В п. 2.2 представлен подробный алгоритм объединения шахт в организационную структуру шахт (СОШ) соответственно определенным качествам (коэффициентам) характеризующим шахты. Для отдельных групп однородных шахт можно спроектировать совместный оптимальный вариант организационной структуры. В принятой модели каждая шахта представлена как многомерная случайная переменная. Отдельные величины этой переменной - это горно-геологические и технико-организационные качества, описывающие данную шахту.



Шахтой с наиболее благоприятной организационной структурой считается такая шахта, которая в общепринятом отрезке времени характеризуется наименьшей вероятностью невыполнения плана. Всякого рода случаи, тормозящие темп продукции и влияющие на невыполнение плана, называются помехами. Раздел 2.3 посвящён исследованиям этих помех в работе шахты. Помехи принимаются как скачкообразные случайные переменные. Анализ помех ведёт к рассмотрению их как стохастического процесса с постоянным временем, т.е. как однородного во времени процесса Маркова.

В разделе 2.4 рассматривается оптимальная стратегия комплектации рабочих кадров с учётом ёмкости работы. Ёмкость работы является решающим фактором соотносимым к одному рабочему дню надзора - количеству рабочих дней на рабочем месте. В этом разделе приведён пример расчётов для рабочего места проходки в узких выработках.

Раздел 2.5 посвящён определению оптимального числа людей в надзоре и необходимого числа уровней иерархии. При определении этих чисел был взят во внимание такой критерий, чтобы вероятность невыполнения плана в общепринятом отрезке времени была наименьшей.

В разделе 3, относящемся к системному управлению шахтой, большое внимание уделено использованию микрокомпьютеров в шахтах. Из-за большого количества информации, чисел, коэффициентов, параметров и т.д. шахтах необходимо применение микрокомпьютеров.

Для оперативного управления шахтой выделено 6 областей применения микрокомпьютеров:

- контроль безопасности работы в шахте,
- контроль работы машин и оборудования и других видов деятельности шахты,
- диспетчерский контроль продукции,
- технико-экономическая оценка производственной деятельности и оперативное планирование,
- технико-экономическая деятельность,
- инженерные расчёты.

## SYSTEM ANALYSIS OF MANAGEMENT OF MINING PRODUCTION

### S u m m a r y

Need of efficient organization and management results from growing complication of a modern mine. Good organization and management of mining production towards bigger economic profits can be achieved by application of system analysis, which is the subject of the paper.

Chapter 1 concerns system analysis of education lines and managing staff selection. Efficient managing staff, its professional competence and high quality of work are helpful in achievement of high efficiency in mine performance. Mine management comprises, among others, two basic functions: planning and plan realization. A very important problem is to select likely candidates for executive posts. National economy needs professional organizers specialized in efficient management and organization system design. Scientific research and didactic activity in this range mean here working out of modern methods of organization design and new organization systems and also preparation and improvement of organizers staff. University education, particularly so called organization studies, should play a basic role in preparation of management-organization staff.

Point 1.2 presents some way of management staff selection on the basis of mathematical methods. At first identification of parameters of logistic curve showing the growth of managing potential on the basis of least square method has been presented.

Next the method of linear shape testing of direction of management potential growth has been presented. Another method of choosing a manager is a probabilistic method. It has been illustrated on the example of choosing a manager from two candidates with help of tests.

Chapter 2 concerns a design of mine organization structure. Point 2.2 presents detailed algorithm of grouping the mines into mine organization structures (SOK) according to certain features (indicators) characterizing the mines. For particular groups of homogenous mines a common optimum variant of organization structure may be designed. In an assumed model each mine is presented as a multidimensional random variable. Dimensions of this variable are: mining geological features and techno-organization features describing a given mine. The mine, which in commonly received time interval is characterized by the least probability of not realizing a plan, is regarded as mine the best organization structure.

All the events slowing down the production tempo and causing not realizing the plan are called disturbances. Studies on these disturbances in mine production are included in point 2.3. The disturbances are regarded as discrete random variables. Analysis of disturbances leads to regarding them as a stochastic process with continuous time, i.e. Markov process homogenous in time.

Chapter 2.4 considers optimum strategy of filling work posts with regard to work absorptivity. Work absorptivity is a factor which decides about assigning of one inspection day to number of days on a work-place. The example of calculations for drifting work-place in narrow headings has been given in this chapter.

Chapter 2.5 comprises the determination of optimum number inspection persons and necessary number of hierarchic levels. These numbers have been determined according to the criterion in order that probability of not realizing the plan in commonly received time interval would be as small as possible.

In chapter 3 dealing with a system managing of a mine, great attention has been paid to the fact of not making use of minicomputers in mines. Because of great number of information, numbers, indicators, parameters etc., minicomputers seem to be necessary in mines. In this chapter a model of automated mine has been presented.

For requirements of efficient mine managing are six ranges of minicomputer applications, i.e.:

- inspection of work safety in a mine,
- inspection of machine work and other kinds of activities in a mine,
- dispatcher production inspection,
- technical-economical evaluation of production activity and efficient planning,
- technical-economical activity,
- engineering calculations.



**WYDAWNICTWA NAUKOWE I DYDAKTYCZNE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ  
MOŻNA NABYĆ W NASTĘPUJĄCYCH PLACÓWKACH:**

- 44-100 Gliwice — Księgarnia nr 098, ul. Konstytucji 14 b  
44-100 Gliwice — Spółdzielnia Studencka, ul. Wrocławska 4 a  
40-950 Katowice — Księgarnia nr 015, ul. Zwirki i Wigury 33  
40-098 Katowice — Księgarnia nr 005, ul. 3 Maja 12  
41-900 Bytom — Księgarnia nr 048, Pl. Kościuszki 10  
41-500 Chorzów — Księgarnia nr 063, ul. Wolności 22  
41-300 Dąbrowa Górnicza — Księgarnia nr 081, ul. ZBoWiD-u 2  
47-400 Racibórz — Księgarnia nr 148, ul. Odrzańska 1  
44-200 Rybnik — Księgarnia nr 162, Rynek 1  
41-200 Sosnowiec — Księgarnia nr 181, ul. Zwycięstwa 7  
41-800 Zabrze — Księgarnia nr 230, ul. Wolności 288  
00-901 Warszawa — Ośrodek Rozpowszechniania Wydawnictw Naukowych PAN —  
Pałac Kultury i Nauki  
Wszystkie wydawnictwa naukowe i dydaktyczne zamawiać można poprzez Składnicę  
Księgarską w Warszawie, ul. Mazowiecka 9.