

Antoni Kot

STATYSTYCZNE BADANIA ZALEŻNOŚCI WIELKOŚCI STRAT WĘGLA KAMIENNEGO OD PARAMETRÓW GÓRNICZO-GEOLOGICZNYCH

Streszczenie. W opracowaniu przedstawiono badania zależności wielkości strat zasobów węgla kamiennego od parametrów górniczo-geologicznych metodami statystyki matematycznej. Analizą wariancji stwierdzono istotną zależność wielkości strat od kategorii stropu, a rachunkiem korelacji i regresji istotną zależność wielkości strat od grubości pokładu, głębokości zalegania, uskokowości złoża, wielkości wydobycia rocznego i długości wybiegu przodka.

1. Wstęp

Statystyczne opracowanie ewidencji strat zasobów węgla kamiennego po raz pierwszy zastosował T. Dziura w pracy [1]. Na podstawie danych zawartych w ewidencji strat uzyskanych z 6 kopalń Zagłębia Górnosląskiego, stosując rachunek korelacji i regresji, wyprowadził on zależności wielkości strat "przy wybieraniu" dla poszczególnych systemów eksploatacji od 4 parametrów górniczo-geologicznych: grubości, kąta nachylenia i głębokości zalegania wybieranego pokładu oraz powierzchni parceli wybranych.

Wyznaczanie równań opisujących zależności wielkości strat, od szeregu parametrów górniczo-geologicznych, jest bardzo istotnym etapem analizy problemu wielkości strat. Równania takie pozwalają bowiem, dla określonych warunków górniczo-geologicznych, obliczyć najbardziej prawdopodobne wielkości strat, z którymi należy się liczyć podczas eksploatacji złoża.

W niniejszym opracowaniu przedstawiono rozszerzony zakres badań zależności wielkości strat od parametrów górniczo-geologicznych. Zwiększono do 16 liczbę kopalń, z których zgromadzono dane statystyczne, dobierając je tak, aby były w miarę reprezentatywne dla Zagłębia Górnosląskiego. Dużą pomoc w uzyskaniu danych statystycznych okazały działy mierniczo-geologiczne kopalń. Starano się ująć w sposób liczbowy jak największą ilość parametrów górniczo-geologicznych. Zastosowano dodatkowo analizę wariancyjną i kolejną eliminację nieistotnych parametrów.

Na wielkość powstających strat ma wpływ szereg czynników. Jedne z nich są mierzalne, inne mogą jedynie dzielić całą populację na szereg klas. Ogólnie te czynniki możemy podzielić na parametry geologiczno-złożowe i parametry techniczno-górniczne.

Każde złożo charakteryzuje pewien zespół parametrów geologicznych. Zmieniać tych parametrów raczej nie można. Jest jednak możliwe poprzez dobre rozeznanie ich występowanie oraz rozeznanie ich wpływu na straty zaprojektować taki system eksploatacji, aby zminimalizować wpływ tych parametrów na powstawanie strat.

Parametry techniczno-górnice są w dużej mierze zależne od człowieka, od jego wiedzy i doświadczenia. Również odpowiednio prowadzona kontrola gospodarki złożem, w oparciu o szczegółowe przepisy, może wpłynąć na wielkość powstających strat.

Z parametrów geologicznych wyróżniono: zagrożenia gazowe, pyłowe, samozapalność, zagrożenia wodne, grubość pokładu, kąt nachylenia pokładu, głębokość eksploatacji, urabialność węgla, charakterystykę stropu i spągu oraz tektonikę.

Z parametrów górniczych: sposób urabiania, obudowy, ładowania i transportu, ilość czynnych przodków wybierkowych, długość przodków, długość wybiegu przodków, postęp przodków, wydajność, zapozielenie węgla surowego.

Wyniki uzyskane z analizy zależności statystycznej wielkości strat od parametrów górniczo-geologicznych mogą służyć do prognozowania ich wielkości na etapie projektowania kopalń oraz eksploatacji złoża. Byłoby jednak celowe uzupełnić tę analizę wykorzystując dane z pozostałych kopalń. Ustalenie szczegółowych normatywów strat może mieć miejsce tylko w oparciu o pełne wykorzystanie danych statystycznych zawartych w ewidencji strat uzupełnionych danymi dotyczącymi parametrów górniczo-geologicznych.

2. Przygotowanie danych statystycznych

Dane statystyczne dotyczące wielkości strat w powiązaniu z warunkami górniczo-geologicznymi zgromadzono z 16 kopalń Górnośląskiego Zagłębia Węglowego, wchodzących w skład wszystkich sześciu zjednoczeń przemysłu węglowego. Przy doborze kopalń kierowano się ich reprezentatywnością dla całego Zagłębia. Przeprowadzono analizę warunków górniczo-geologicznych kopalń i wybrano kopalnie, w których występowała odpowiednia zmienność parametrów górniczo-geologicznych, takich jak: grupy stratygraficzne, nachylenie i grubość pokładów, głębokość zalegania, charakter warstw stropowych i spągowych, typ węgla, zapozielenie, tektonika, różne zagrożenia.

Przy gromadzeniu danych korzystano z prowadzonej od 1959 r. statystyki strat węgla kamiennego, ze statystyk techniczno-ruchowych kopalń oraz dokumentacji geologicznej. Materiał ten obejmował wielkości powstałych w latach 1959-1970 strat wszystkich grup dla poszczególnych pokładów i systemów. Każdej rocznej wielkości strat przyporządkowano odpowiednią wartość następujących parametrów górniczo-geologicznych:

- 1) liczba czynnych przodków wybierkowych w danym roku,
- 2) głębokość zalegania wybieranych parcel pokładu.

- 3) średni kąt nachylenia pokładu w wybieranych partiach,
- 4) średnia grubość pokładu w wybieranych partiach,
- 5) ciężar objętościowy przyjęty do obliczeń zasobów,
- 6,7,8) liczba uskoków, które przebiegały przez wybierane partie, pokładu w danym roku z rozbitiem na uskoki o zrzucie do połowy grubości pokładu, od połowy do całej grubości pokładu i o zrzucie większym od grubości pokładu,
- 9) średnia długość przodków ścianowych (szerokość zabierek),
- 10) średnia długość całkowitego wybiegu przodków ścianowych (długość zabierek),
- 11) średni postęp miesięczny przodków ścianowych,
- 12) średnia wydajność przodkowa lub węglowa,
- 13) typ węgla,
- 14) średnia urabialność węgla wg Protadiakonowa,
- 15,16,17) dane charakteryzujące zagrożenia w danym pokładzie,
- 18,19,20,21) dane charakteryzujące w sposób ogólny wybieranie złoża,
- 22) klasa stropu wybieranych parcel zgodnie z Przepisami Technicznej Eksploatacji Kopalń Węgla oraz kategoria stropu.

Strop pokładu podzielono na 5 kategorii według jego zachowania się w wybieranym przodku.

Wyróżniono 5 kategorii stropu:

- Kategoria A - stropy najsłabsze, opadające natychmiast po odsłonięciu lub z pewnym niewielkim opóźnieniem. Dla ich utrzymania konieczne jest przypięcie w stropie łąty węgla.
- Kategoria B - stropy bardzo trudne do utrzymania, stropy rozpadające się, pełne dziur, obwałów, spękań i szczelin, niebezpieczne stropy wiszące na obudowie, łatwo przechodzące w stan zawału, bardzo kruche.
- Kategoria C - stropy spękane, dość dobre, łatwo przechodzące w stan zawału, typowo zawałowe, stwarzające dobre warunki pracy.
- Kategoria D - stropy dobre, stwarzające doskonałe warunki pracy, ale przechodzące w stan zawału w sposób trudny.
- Kategoria E - stropy bardzo mocne i trwałe, w przestrzeni roboczej zapewniające doskonałe warunki pracy, ale przy których wybieranie z zawałem następuje bardzo duże trudności i niebezpieczeństwo.
- 23) klasa spągu zgodnie z PTEKW,
 - 24) zapopielenie i wilgoć całkowita węgla w pokładzie,
 - 25) zapopielenie, wilgoć całkowita i zawartość kamienia w węglu surowym,
 - 26) zapopielenie i wilgoć całkowita węgla handlowego,
 - 27) średni ciężar właściwy węgla urobionego z pokładu wyznaczany na podstawie prób węgla surowego z oddziałów.

Tablica 1 przedstawia przykład zestawień danych dotyczących strat i parametrów górniczo-geologicznych.

Tablica 1

Straty a parametry górnico-geologiczne w latach

KWK „9”
Paktad 406/3
System ścianowy z zawalem

Tablica Nr. 1

Okreslenia		1959		1960		1961		1962		1963		
		ton	%	ton	%	ton	%	ton	%	ton	%	
Wydobyte		270 976		388 063		579 348		570 219		411 351		
Zasoby wybrane: (wyd. o str. gr. I-IV)		263 118		397 808		598 673		604 168		428 216		
straty	Grupa I	kol. 1	7858	+2.9	8943	2.3	19 125	3.2	26 104	4.3	16 885	3.9
		kol. 2							7845	1.3		
		kol. 3										
	Grupa II											
	Grupa III											
	Grupa IV	kol. 1										
		kol. 2										
	Grupa I+IV		7858	+2.9	8946	2.3	19 125	3.2	33 949	5.5	16 885	3.9
	Grupa V											
	Grupa VI	kol. 1										
		kol. 2										
		kol. 3										
	Grupa I+VI											
Straty całkowite		7 958		8 946		19 125		33 949		16 885		
Zasoby całkowite		263 118		397 806		598 673		604 168		428 216		
parametry górnico-geologiczne	1	numery, powierzchni eksploatacyjnych łazni	68, 89		68, 69, 89		65, 68, 69, 89P		65, 68, 69, 89P		63, 65, 68, 89P	
	2	liczba eksploatacyjnych parcel	4		5		4		8		5	
	3	średnia grubość zalegania H[m]	260		280		270		270		300	
	4	średni kąt nachylenia pokładu α[°]	5-6		5-6		5-6		5-6		5-6	
	5	średnia grubość pokładu g[m]	1.16		1.20		1.24		1.12		1.10	
	6	ciężar objętościowy przyjęty do obliczeń	1.30		1.30		1.30		1.30		1.30	
	7	powierzchnia parcel wybranych w danym roku	152		186		285		298		190	
	8	Liczba uskoków h < 2	1		-		-		-		-	
	9	Liczba uskoków 2 < h < 4	1		-		-		-		-	
	10	Liczba uskoków h > 4	-		-		-		-		-	
	11	średnia rzeczywista dł. ściany [m]	110		148		186		170		130	
	12	średnia długość wybiegu [m]	870		800		635		826		934	
	13	średni postęp miesięczny [m/ty]	48.2		43.0		37.2		45.5		40.0	
	14	wydajność przodka	-		8757		8734		9146		11027	
	15	typ węzła	33		33		33		33		33	
	16	wrażliwość węgla na Protodiakon.	0.8		0.8		0.8		0.8		0.8	
	17	urabianie	W-MW		KB		KB		KB		KB	
	18	obudowa	S-PP		S-PP		S-PP		S-PP		S-PP	
	19	ładowanie	R i M		M		M		M		M	
	20	transport	P-W-sk.ikt		P-W-sk.ikt		P-W-sk.ikt		P-W-sk.ikt		P-W-sk.ikt	
	21	klasa stropu / kategoria stropu	I C		I C		I C		I C		I C	
	22	klasa spęgu	III		III		III		III		III	
	23	zapobieganie / wilgotność całkowita węgla z próbką kryształową [%]	22.0	3.80	18.0	4.50	15.0	3.6	12.0	4.5	13.0	4.5
	24	zapobieganie / wilgotność całkowita w węglu surowym [%]	27.5	5.5	26.7	5.5	31.4	5.5	34.2	5.8	36.0	5.8
	25	zapobieganie / wilgotność całkowita w węglu homolowum	12.7	5.2	15.2	5.2	17.1	5.5	18.7	5.5	18.5	5.6
	26	zawartość kamienia w węglu [%]	21.9		19.9		21.8		22.1		21.9	
	27	ciężar właściwy węgla surowego	1.60		1.60		1.54		1.59		1.58	

Nie ze wszystkich kopalń uzyskano kompletne dane dotyczące parametrów górniczo-geologicznych i dlatego tylko część z nich posłużyła dalej w opracowywaniu statystycznej zależności wielkości strat od parametrów górniczo-geologicznych. Pozostałe dane będą służyły dla opisu wpływu tych czynników na wielkość strat w dalszych opracowaniach.

Statystycznie przebadano wpływ parametrów górniczo-geologicznych na wielkość powstających strat zaklasyfikowanych zgodnie z Instrukcją MGIE nr 82 z 1968 r. do:

1. Grupy I, kategorii 1 - stanowiących straty powstające bezpośrednio przy wybieraniu, zależnie od stosowanego systemu eksploatacji (nogi, płoty, węgiel pozostawiony w stropie lub spągu) oraz straty ściśle związane z wybieraniem, jak rozrzut przy strzelaniu, ładowaniu i transporcie.
2. Grupy I, kategorii 1 i 2 - stanowiących, oprócz wyżej wymienionych strat, straty w filarach oporowych chodników i innych wyrobisk, których to filarów nie wybrano całkowicie lub częściowo wskutek wzmożonego ciśnienia lub z innych przyczyn oraz węgiel pozostawiony przy uskokach, gdy na skutek zniszczenia spoiwości górotworu oraz wzmożonego ciśnienia nie można wybrać węgla do samego uskoku.
3. Grup I-IV - stanowiących straty odnoszące się do całego pola eksploatacyjnego, tj. "Straty przy wybieraniu", "Straty w pokładach podebranych", "Straty przy przeróbce mechanicznej", "Straty losowe".

Ten bogaty materiał statystyczny już w trakcie gromadzenia został podzielony na dane z poszczególnych systemów wybierania:

- system ścianowy z zawałem stropu, $m = 466$
- system ścianowy z podsadzką hydrauliczną, $m = 166$
- system ścianowy z podsadzką suchą, $m = 26$
- system zabierkowy z zawałem stropu, $m = 113$
- system zabierkowy z podsadzką hydrauliczną, $m = 72$.

Wstępna analiza materiału statystycznego wybranych systemów wykazała konieczność jego dalszego rozklasyfikowania według kategorii stropu i sposobu urabiania, jako czynników, które nie można ująć w sposób liczbowy.

3. Metody statystyki matematycznej stosowane w analizie

Spśród szeregu metod statystycznych stosowano analizę wariancyjną oraz rachunek korelacji i regresji wielokrotnej. Metody te są szeroko opisane w podręcznikach statystyki matematycznej [2, 4].

Jak zaznaczono, materiał statystyczny już w trakcie gromadzenia podzielono według systemów wybierania, kierując się tym, że stosowanie jakiegoś systemu determinowane jest odpowiednim układem warunków górniczo-geologicznych. T. Dziura w swej pracy stwierdził, że populacje wielkości strat dla poszczególnych systemów mają cechy rozkładu normalnego. Stwierdzenie, że straty mają rozkład normalny, pozwala na daleko idące wnioski sta-

tystyczne i ułatwia wykonywanie obliczeń. W niniejszych analizach ilość obserwacji jest mniejsza i dlatego założono, że wielkość strat ma rozkład t Studenta.

Ponieważ niektóre parametry geologiczno-górniczne są niemierzalne, dla znalezienia wpływu tych czynników konieczne było dalsze rozklasyfikowanie wyników obserwacji wielkości strat.

Zasadniczo stosowano klasyfikację pojedynczą, na grupy, z uwagi na kategorie stropu. Czynnikiem ten jest jednym z najważniejszych spośród czynników wpływających na dobór systemu wybierania. Straty w systemie ścianowym z zawałem podzielono jeszcze z uwagi na sposób urabiania. Tak rozklasyfikowane dane poddano analizie wariancyjnej. Założony poziom istotności $\alpha = 0,05$.

Stosowano:

1. Test dla dwóch średnich:

$$t_{sr} = \frac{\bar{y}_1 - \bar{y}_2}{\sqrt{\frac{m_1 S_1^2 + m_2 S_2^2}{m_1 + m_2 - 2} \left(\frac{1}{m_1} + \frac{1}{m_2} \right)}} \quad (1)$$

gdzie

t_{sr} - statystyka przy pomocy której sprawdzamy hipotezę o równości średnich \bar{y}_1 i \bar{y}_2 ($H_0 : \bar{y}_1 = \bar{y}_2$)

S_1^2, S_2^2 - wariancje wartości średnich (\bar{y}_1, \bar{y}_2)

m_1, m_2 - liczebność prób.

Odczytując z tablic rozkładu t Studenta, przy $m_1 + m_2 - 2$ stopniach swobody, t_α , porównujemy ją z t_{sr} obliczonym ze wzoru (1). W przypadku $|t_{sr}| \geq t_\alpha$ należałoby odrzucić hipotezę o równości średnich.

2. Dla zastosowania powyższego testu należy sprawdzić równość wariancji obydwu średnich. Sprawdzamy je obliczając wartość statystyki F (rozkład F Snedecora)

$$F = \frac{S_1^2}{S_2^2}, \quad (S_1 > S_2). \quad (2)$$

Stawiając hipotezę H_0 , że obydwie wariancje są jednakowe, obliczoną wartość F porównano z wartością krytyczną F_α rozkładu Snedecora. Jeśli $F \geq F_\alpha$, należałoby odrzucić hipotezę o równości wariancji.

3. Sprawdzenie, czy dany czynnik, według którego rozklasyfikowano obserwacje, odgrywa istotną rolę w kształtowaniu się wielkości strat, wykonano poprzez porównanie poszczególnej wariancji wynikającej z działania danego czynnika oraz tzw. wariancji resztowej, czyli wariancji charakteryzującej błąd losowy. To porównanie odbywa się poprzez zastosowanie testu F Snedecora.

$$\bar{y}_i = \frac{1}{m_i} \sum_{j=1}^{m_i} y_{ij}, \quad \text{dla } i = 1, 2, k \quad (3)$$

$$\bar{y} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{m_i} y_{ij}, \quad \text{gdzie } m = \sum_{i=1}^k m_i \quad (4)$$

$$F = \frac{\sum_{i=1}^k (\bar{y}_i - \bar{y})^2 m_i}{k - 1} \quad (5)$$

$$\frac{\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{m_i} (y_{ij} - \bar{y}_i)^2}{m - k}$$

Obliczoną wartość F ze wzoru (5) porównuje się z wartością krytyczną F odczytaną z tablicy rozkładu F_{α} Snedecora dla poziomu istotności $\alpha = 0,05$ i odpowiedniej liczby stopni swobody $k - 1$ i $m - k$.

Jeżeli wystąpi zależność $F \geq F_{\alpha}$, to możemy stwierdzić, że udowodniłiśmy istnienie wpływu podziału na grupy, czyli wpływu danego czynnika (kategorii stropu) na wielkość strat.

Stosowane testy są w przypadku analizy wielkości strat zasadniczo tylko przesłankami. Trudno bowiem przyjąć za słuszną tezę o losowości doboru odpowiedniego systemu wybierania bez uwzględnienia warunków górniczo-geologicznych.

Po przeprowadzeniu analizy wariancyjnej przystąpiono do rachunku korelacji i regresji wielkości strat od parametrów górniczo-geologicznych. Przyjęto liniową postać równania regresji

$$y = b_0 x_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + \dots + b_n x_n. \quad (6)$$

Wprowadzono przy wyrazie wolnym b_0 zmienną $x_0 = 1$, aby można traktować b_0 podobnie jak inne współczynniki regresji przy ocenie ich istotności. Z zastosowaniem rachunku macierzowego i przy pomocy maszyny cyfrowej obliczono równanie regresji dla trzech zmiennych z nich:

y_1 - straty grupy I kategorii I, %

y_2 - straty grupy I kategorii 1+2, %

y_3 - straty grupy I + II + III + IV, %.

Zmiennymi niezależnymi były:

- liczba czynnych przodków

- średnia głębokość zalegania

- średni kąt nachylenia wybranych parceli pokładu

- średnia grubość pokładu
- liczba uskoków o $h \leq \frac{\epsilon}{2}$
- liczba uskoków o $\frac{\epsilon}{2} < h < \epsilon$
- liczba uskoków o $h \geq \epsilon$
- średnia długość ściany
- średnia długość wybiegu ściany
- średni postęp miesięczny przodków wybierkowych
- wydobywanie.

Zastosowanie maszyny cyfrowej umożliwiło przeprowadzenie kolejnych eliminacji nieistotnych zmiennych niezależnych. Analizę zależności wielkości strat od parametrów górnico-geologicznych przedstawiono w tablicach zbiorczych ograniczając się do trzech etapów tej eliminacji:

Etap I - przy założeniu, że wielkość strat zależy od wszystkich uwzględnionych parametrów górnico-geologicznych.

Etap II - w którym przedstawiono równanie regresji wielokrotnej dające najmniejszy błąd reszkowy zmiennej zależnej.

Etap III - gdzie wszystkie współczynniki równania regresji wielokrotnej są istotnie różne od zera.

Tymi etapami przeprowadzona została analiza regresji wielokrotnej wielkości strat od parametrów górnico-geologicznych.

W tablicach zbiorczych przedstawiono:

- przedziały wartości zmiennych niezależnych,
- korelacje proste wielkości strat i parametrów górnico-geologicznych,
- funkcje regresji wielokrotnych,
- wartości statystyk t dla stwierdzenia, czy dany współczynnik regresji jest istotnie różny od zera,
- wartości statystyk k - współczynników równania regresji w postaci zestandaryzowanej, które wskazują, na jaką część swojego odchylenia standardowego zmienia się funkcja ze zmianą poszczególnych zmiennych podzielonych przez ich odchylenie standardowe,
- wartości wariancji błędu, błędu standardowego, współczynnika korelacji wielokrotnej oraz wartość statystyki F , dla zastosowania testu F korelacji wielokrotnej.

Odpowiednie wzory i sposoby obliczania przedstawione są w podręcznikach statystyki matematycznej.

4. Wyniki przeprowadzonych analiz

Analizy wariancyjne wielkości strat oraz analizy regresji wielokrotnej wielkości strat i parametrów górnico-geologicznych prowadzono odrębnie dla poszczególnych systemów eksploatacji z uwzględnieniem głównego ich podziału na ścianowe i zabierkowe.

4.1. System ścianowy z zawazem

Materiał statystyczny z tego systemu był najbardziej bogaty ($m = 466$). Jest to system najczęściej stosowany i najbardziej ekonomiczny. Dla zbadania, jaki wpływ na wielkość strat ma kategoria stropu i sposób urabiania, rozklasyfikowano obserwacje według tych czynników. Średnie wartości wielkości strat w poszczególnych kategoriach i sposobach urabiania oraz wariancje, odchylenia standardowe i statystyki zestawiono w tablicy 2.

Z tablicy tej wynika, że sposób urabiania nie ma istotnego wpływu na wielkość strat. Widać natomiast wyraźnie zależność wielkości strat od kategorii stropu. Większe straty występują dla kategorii stropu A oraz B, natomiast przy kategoriach stropu C i D są one prawie jednakowe i stosunkowo niskie.

Ponieważ istniała możliwość, że parametry górnico-geologiczne są różne w wyszczególnionych grupach obserwacji i w niejednakowy sposób wpływają na straty, dla każdej z nich oddzielnie przeprowadzono obliczenia korelacji i regresji. Dodatkowo wykonano analizy regresji dla:

- kategorii stropu B, łącznie urabianie mechaniczne i przy pomocy materiału wybuchowego,
- kategorii stropów C+D urabianych mechanicznie i przy pomocy materiałów wybuchowych.

Wyniki obliczeń zestawiono w tablicach zbiorczych (przykład tablica 3) Szczegółowe omówienie zawartych w tych tablicach informacji wydaje się niecelowe i dlatego podano jedynie ogólne uwagi wynikające z tych analiz.

1. Błąd resztkowy jest we wszystkich przypadkach stosunkowo duży. Jego wartość prawdopodobnie nie pozwala na uchwycenie silnych zależności, które intuicyjnie powinny występować.
2. Korelacje proste nie zawsze wykazują istotną zależność wielkości strat od poszczególnych parametrów górnico-geologicznych.
3. Współczynniki korelacji wielokrotnej, sprawdzone testem F Snedecora, wskazują na istotną zależność wielkości strat od parametrów górnico-geologicznych.
4. Najbardziej istotny wpływ na wielkość strat wykazują:
 - a) dla strat grupy I kategorii 1
 - grubość pokładu
 - głębokość zalegania
 - wydobywanie
 - b) dla strat grupy I kategorii 1+2
 - grubość pokładu
 - głębokość zalegania
 - liczba uskoków o $h \leq \frac{h}{2}$
 - liczba uskoków o $h \geq \frac{h}{2}$
 - wydobywanie

Tabela 2

Analiza wielkości strat z uwagi na klasyfikację danych według kategorii strapu i sposobu urabiania
system ścianowy z zawaltem

Kategoria strapu	Sposób urabiania	Y ₁				Y ₂				Y ₃			
		\bar{y}	S ²	S	statystyki	\bar{y}	S ²	S	statystyki	\bar{y}	S ²	S	statystyki
A	MW m = 15	12.67	90.64	9.52	t _z = 1.40 t _c = 2.02	16.28	88.87	9.39	t _z = 1.61 t _c = 2.02	17.87	86.52	9.30	t _z = 1.57 t _c = 2.02
	mech. m = 33	8.66	65.67	8.07	F = 1.38 F _{0.05, 30, 30} = 2.02	11.40	83.98	9.70	F = 1.07 F _{0.05, 30, 30} = 2.30	12.83	109.54	10.45	F = 1.27 F _{0.05, 30, 30} = 2.30
B	MW m = 28	5.64	70.46	8.42	t _z = 1.67 t _c = 2.00	10.86	92.84	9.63	t _z = 1.65 t _c = 2.00	11.79	878.49	94.05	t _z = 0.51 t _c = 2.00
	mech. m = 41	3.28	9.02	9.87	F = 7.11 F _{0.05, 30, 30} = 1.78	12.70	166.46	12.86	F = 1.79 F _{0.05, 30, 30} = 1.84	14.08	165.91	12.87	F = 1.29 F _{0.05, 30, 30} = 1.78
C	MW m = 125	2.02	31.89	5.65	t _z = 1.92 t _c = 1.97	8.88	92.31	9.62	t _z = 0.96 t _c = 1.97	10.64	115.80	10.73	t _z = 0.03 t _c = 1.97
	mech. m = 166	3.28	27.29	5.23	F = 1.17 F _{0.05, 150, 150} = 1.30	10.09	85.14	9.78	F = 1.03 F _{0.05, 150, 150} = 1.33	10.89	81.82	9.87	F = 1.16 F _{0.05, 150, 150} = 1.30
D	MW m = 18	3.24	28.14	4.48	t _z = 0.10 t _c = 2.00	7.30	59.59	7.73	t _z = 0.32 t _c = 2.00	8.11	64.02	8.00	t _z = 0.37 t _c = 2.00
	mech. m = 40	3.35	11.46	3.39	F = 1.75 F _{0.05, 15, 15} = 1.68	8.14	93.87	9.70	F = 1.57 F _{0.05, 15, 15} = 2.11	8.98	94.88	9.76	F = 1.48 F _{0.05, 15, 15} = 2.11

c) dla strat grup I + II + III + IV

- wydobywanie
- grubość pokładu
- ilość uskoków o $h \geq 5$
- długość wybiegu ściany
- postęp

4.2. System ścianowy z podsadzką hydrauliczną i suchą

Analiza wartości, jakie przyjmowały parametry górnico-geologiczne wykazała, że dla tego systemu nie będzie można określić zależności wielkości strat od liczby uskoków, które przecinały wybrane parcele, jak również, że różnice między wielkościami strat grupy I kategorii 1+2 a strat grup I-IV są bardzo nieznaczne. W związku z tym ograniczono się tylko do analizy wielkości strat grupy I kategorii 1 (y_1) i strat grupy I-IV (y_2).

Obserwacje dotyczące tego systemu rozklasyfikowano ze względu na kategorie stropu na cztery grupy. We wszystkich przypadkach urabianie odbywało się z zastosowaniem materiału wybuchowego. Istotność wpływu kategorii stropu na wielkość strat badano przez porównanie wariancji wynikającej z działania danego czynnika oraz tzw. wariancji resztkowej. Wartości średnich wielkości strat, wariancje i odchylenie standardowe wraz z analizą statystyczną zestawiano w tablicy 4. W tablicy tej zestawiono również wyniki obliczeń dla systemu ścianowego z podsadzką suchą.

Dane statystyczne dotyczące systemu ścianowego z podsadzką suchą odnosiły się tylko do kategorii stropu C. W analizie obliczono istotność różnic pomiędzy średnimi wielkościami strat dla obu systemów przy tych samych kategoriach stropu.

Przeprowadzona analiza wariancyjna nie wykazała istotnego wpływu kategorii stropu na wielkość powstających strat. Nie ma istotnego wpływu również rodzaj podsadzki. Jedynie wielkości strat w przypadku stropów kategorii B są istotnie różne od pozostałych.

Ponieważ jednak, podobnie jak w systemie ścianowym z zawałem, istnieje możliwość eliminowania wpływu kategorii stropu przez szereg innych czynników górnico-geologicznych przeprowadzono analizę regresji wielokrotnej dla każdej z grup obserwacji i łącznie dla systemu ścianowego z podsadzką płynną o kategoriach stropu C, D i E.

Wyniki obliczeń zestawiono w tablicach zbiorczych (przykład: tablica 5).
Ogólne uwagi wynikające z danych zawartych w tych tablicach

1. Resztkowy błąd jest dla strat grupy I kategorii I nieco mniejszy, niż dla systemu ścianowego z zawałem. Jednakże i w tym przypadku jego wielkość utrudnia określenie statystycznych zależności wielkości strat od parametrów górnico-geologicznych.
2. Korelacje proste wielkości strat i parametrów górnico-geologicznych są słabe.

Tablica 4

Analiza wielkości strat z uwagi na ilości/laność danych według kategorii stopru
system liczenia z pomocą hydrauliczną

Kategoria stopru	Y ₁ (grupa I kat.1)				Y ₂ (grupa I-IV)			
	\bar{y}	s'	s	Analiza	\bar{y}	s'	s	Analiza
B m ₀ = 24	8,70	48,29	8,89	$\bar{y} = 8,70$ $\Sigma X(y-\bar{y})^2 = 7704,00$ $\Sigma (y-\bar{y})^2 = 902,3000$ F = $\frac{7704,00}{902,30} = 2,00$ E _{0-0,01; 2,00} = 2,00	15,71	124,89	11,94	$\bar{y} = 11,39$ $\Sigma X(y-\bar{y})^2 = 10292,16$ $\Sigma (y-\bar{y})^2 = 902,7120$ F = $\frac{10292,16}{902,71} = 2,07$ E _{0-0,01; 2,07} = 2,07
C m ₀ = 34	2,44	51,22	7,16	$\bar{y} = 2,44$ $\Sigma X(y-\bar{y})^2 = 2,60$ E _{0-0,01; 2,60} = 2,60	9,42	137,09	11,76	$\bar{y} = 9,42$ $\Sigma X(y-\bar{y})^2 = 2,60$ E _{0-0,01; 2,60} = 2,60
D m ₀ = 44	1,35	24,06	4,99	$\bar{y} = 1,35$ $\Sigma X(y-\bar{y})^2 = 2,60$ E _{0-0,01; 2,60} = 2,60	15,04	105,39	10,26	$\bar{y} = 15,04$ $\Sigma X(y-\bar{y})^2 = 2,60$ E _{0-0,01; 2,60} = 2,60
E m ₀ = 64	4,08	62,45	7,00	$\bar{y} = 4,08$ $\Sigma X(y-\bar{y})^2 = 2,60$ E _{0-0,01; 2,60} = 2,60	12,04	102,02	10,03	$\bar{y} = 12,04$ $\Sigma X(y-\bar{y})^2 = 2,60$ E _{0-0,01; 2,60} = 2,60

system liczenia z pomocą suchą

Tablica nr.

Kategoria stopru	Y ₁ (grupa I kat.1)				Y ₂ (grupa I-IV)			
	\bar{y}	s'	s	Analiza	\bar{y}	s'	s	Analiza
C m ₀ = 26	2,53	28,27	5,32	$\bar{y} = 2,53$ $\Sigma X(y-\bar{y})^2 = 2,60$ F = $\frac{2,60}{2,60} = 1,00$ E _{0-0,01; 1,00} = 1,00	7,23	100,77	10,33	$\bar{y} = 7,23$ $\Sigma X(y-\bar{y})^2 = 2,60$ F = $\frac{2,60}{2,60} = 1,00$ E _{0-0,01; 1,00} = 1,00

Tablica 5

Analiza regresji wielokrotnej wielkości strat (y) i parametrów górnico-geologicznych (x)
system ścianowy z podszkłą hydrauliczną - kategoria strona C

Okręślenie	wyraz masy	liczba punkt	głębokość zadziębienia (m)	licz niedzióbek (k)	grubość podłoża (m)	średnica łóżysk (m)	ciężkość wytępienia (m)	ciężkość wytępienia (m)	postępn produkcja/(t/d)	wydobycie (t/d)
przedmiot	x_0	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9
m=34	$y = +22,972$	$+2,309$	$-0,0077296$	$-0,00829$	$+1,637$	$+0,00829$	$-0,197$	$-0,1777$	$-0,079687$	$-0,237$
	t	$3,661$	$0,982$	$0,219$	$1,066$	$1,016$	$1,223$	$-0,824$	$-0,236$	$1,886$
	k	$+0,697$	$-0,165$	$-0,078$	$+0,015$	$-0,201$	$-0,267$	$-0,180$	$-0,1777$	$-0,079687$
	statystyki	$\bar{x} = 31,19$	$s = 5,53$	$R = 0,705$	$F = 3,66$	$R_{\text{stat}} = 2,24$	$R_{\text{stat}} = 2,060$			
s=3,68	$y = +5,076$	$+2,649$	$-0,0025994$		$+2,068$		$-0,0177$			$-0,03192$
	t	$2,212$	$1,266$	$0,794$		$2,550$		$1,617$		$2,828$
	k	$0,147$	$0,794$			$+0,517$		$-0,234$		$-0,852$
	statystyki	$\bar{x} = 31,01$	$S = 5,39$	$R = 0,771$	$F = 6,08$	$R_{\text{stat}} = 2,60$	$R_{\text{stat}} = 2,068$			
s=7,16	$y = +1,09$	$+2,780$			$+2,797$					$-0,0709$
	t	$2,059$			$2,857$			$2,221$		$2,849$
	k	$+0,668$			$+0,678$			$-0,216$		$-1,830$
	statystyki	$\bar{x} = 29,25$	$S = 5,41$	$R = 0,604$	$F = 9,30$	$R_{\text{stat}} = 2,92$	$R_{\text{stat}} = 2,042$			
m=34	$y = +23,876$	$+5,826$	$-0,01031$	$-0,00799$	$+1,619$	$-0,09443$	$-0,09778$	$-0,09778$	$-0,14006$	$-0,022689$
	t	$2,675$	$2,795$	$1,677$	$0,066$	$0,635$	$1,131$	$0,098$	$1,125$	$0,970$
	k	$+0,607$	$-0,253$	$-0,015$	$+0,767$	$-0,285$	$-0,071$	$-0,264$	$-0,177$	$-0,283$
	statystyki	$\bar{x} = 87,00$	$S = 9,38$	$R = 0,772$	$F = 3,41$	$R_{\text{stat}} = 2,24$	$R_{\text{stat}} = 2,060$			
s=17,59	$y = +30,878$	$+5,788$	$-0,02168$				$-0,758$			$-0,4965$
	t	$2,678$	$4,291$	$2,89$			$2,385$		$1,639$	$1,639$
	k	$+0,508$	$-0,300$				$-0,608$		$-0,284$	$-0,284$
	statystyki	$\bar{x} = 74,64$	$S = 8,67$	$R = 0,708$	$F = 7,29$	$R_{\text{stat}} = 2,70$	$R_{\text{stat}} = 2,045$			
s=71,74	$y = +1,09$	$+6,583$	$-0,01300$							
	t	$2,150$	$5,485$							
	k	$+0,675$	$-0,192$							
	statystyki	$\bar{x} = 91,8$	$S = 9,55$	$R = 0,559$	$F = 17,91$	$R_{\text{stat}} = 4,15$	$R_{\text{stat}} = 2,028$			

3. Współczynniki korelacji wielokrotnej są niższe niż uprzednio. W niektórych przypadkach korelacja wielokrotna jest nieistotna na poziomie istotności $\alpha = 0,05$.
4. Najbardziej istotny wpływ na wielkość strat wykazują:
 - a) w przypadku strat grupy I kategorii 1:
 - ilość parcel wybranych
 - długość wybiegu ścian
 - wydobycie
 - b) w przypadku strat grup I-IV
 - głębokość zalegania
 - nachylenie pokładu
 - wydobycie.

4.3. System zabierkowy

Zebrane informacje dotyczące wielkości strat i parametrów górniczo-geologicznych w systemach zabierkowych rozklasyfikowano, z uwagi na sposób kierowania stropem, na zabierkowe z zawałem i zabierkowe z podsadzką hydrauliczną oraz ze względu na kategorie stropu. Pełna mechanizacja urabia-
nia w tych systemach nie występowała.

Przeanalizowano wielkości strat grupy I kategorii 1 (y_1), grupy I kategorii 1+2 (y_2) i grupy I-IV (y_3) przy podziale obserwacji ze względu na kategorie stropu A, B i C+D. Obserwacje dotyczące systemu zabierkowego z podsadzką hydrauliczną nie rozklasyfikowano na kategorie stropu.

Istotność wpływu kategorii stropu na wielkość strat badano, podobnie jak poprzednio, testem analizy wariancji dla wielu średnich. Wyniki analiz oraz średnie wartości strat, ich wariancje i odchylenia standardowe, przedstawiono w tabelicy 6. Widać wyraźnie silny wpływ kategorii stropu na wielkość strat.

Dla systemu zabierkowego z zawałem oraz z podsadzką płynną, stropy kategorii B, C, D i E nie mają istotnego wpływu na wielkość strat.

Również i dla systemów zabierkowych występuje bardzo duże odchylenie standardowe wielkości strat, co znacznie utrudnia wyciąganie wniosków z analiz statystycznych.

Jako zmienne niezależne dla tych systemów przyjęto:

- wydobycie
- ilość parcel wybranych
- głębokość zalegania
- nachylenie pokładu
- grubość pokładu.

Dla systemu zabierkowego z zawałem przeprowadzono analizę korelacji i regresji w poszczególnych grupach obserwacji oraz dla grup kategorii A i B oraz B, C i D łącznie. Wyniki analiz zestawiono w tablicach zbiorczych (przykład: tablica 7).

Tablica 6

Analiza wielkość strat z uwzgl. na ilościowość danych według kategorii strupu
system zbieżkowy z zerobitem

Kategoria strupu	Y ₁ (grupa I kat. 1)			Y ₂ (grupa I kat. 1+2)			Y ₃ (grupa I - IV)					
	\bar{y}	s ²	s	Analiza	\bar{y}	s ²	s	Analiza	\bar{y}	s ²	s	Analiza
A m ₁ = 20	29.20	94.07	9.70	$\bar{y} = 18.23$ $\sum (y - \bar{y})^2 = 8461.89$ $\sum (y - \bar{y}) = -267.628$ F = 78.2879 E _{max. 2. m. = 2.08} $\bar{y}_{1+2} = 19.277$	30.61	75.88	8.70	$\bar{y} = 21.52$ $\sum (y - \bar{y})^2 = 1006.26$ $\sum (y - \bar{y}) = -247.845$ F = 84.4891 E _{max. 2. m. = 3.08} $\bar{y}_{1+2+3} = 12.20$	22.20	97.64	9.87	$\bar{y} = 23.37$ $\sum (y - \bar{y})^2 = 1092.89$ $\sum (y - \bar{y}) = -247.845$ F = 724.289 = 12.549 59.1266 E _{max. 2. m. = 2.08} $\bar{y}_{1+2+3} = 21.09$
B + V m ₂ = 21	14.69	64.46	8.19	$\bar{y}_{1+2} = 15.07$ $\bar{y}_1 = 17.65$ s ² = 62.69 $\bar{y}_2 = 15.10$ s ² = 81.25	16.97	82.89	9.10	$\bar{y}_{1+2+3} = 16.52$ $\bar{y}_1 = 20.02$ s ² = 59.28 $\bar{y}_2 = 18.67$ s ² = 107.81	20.82	122.79	11.11	$\bar{y}_3 = 21.62$ s ² = 108.33 $\bar{y}_4 = 21.28$ s ² = 88.48
C + D m ₃ = 72	16.20	70.07	8.37		19.68	68.85	8.30		21.77	108.27	10.31	

system zbieżkowy z podziałką hydrauliczną

Kategoria strupu	Y ₁ (grupa I kat. 1)			Y ₂ (grupa I kat. 1+2)			Y ₃ (grupa I - IV)					
	\bar{y}	s ²	s	Analiza	\bar{y}	s ²	s	Analiza	\bar{y}	s ²	s	Analiza
C + D + E m ₄ = 72	11.79	68.21	8.26	$\bar{y}_1 = 10.88$ s ² = 79.88 $\bar{y}_2 = 9.88$ s ² = 67.88 $\bar{y}_3 = 14.24$ s ² = 62.88	12.57	65.44	8.24	$\bar{y}_4 = 10.88$ s ² = 79.88 $\bar{y}_5 = 14.08$ s ² = 112.88 $\bar{y}_6 = 14.88$ s ² = 84.88	18.58	168.58	13.02	$\bar{y}_7 = 15.08$ s ² = 28.64 $\bar{y}_8 = 16.18$ s ² = 102.42 $\bar{y}_9 = 22.07$ s ² = 27.72

Tabela 7

Analiza regresji wielokrotnej wielkości strat (p) i parametrów generyko-geologicznych (z)
system sejsmowy z zwozow - kategoria stopnia A-B

Określenie		wzrost wzdłuż	wysokość	kształt	składowe	składowe	składowe	składowe	składowe	składowe	składowe	składowe
		β_1	β_2	β_3	β_4	β_5	β_6	β_7	β_8	β_9	β_{10}	β_{11}
K	składowe	$\beta_1 = -0.129$	$\beta_2 = 0.211$	$\beta_3 = 0.274$	$\beta_4 = 0.257$	$\beta_5 = 0.257$	$\beta_6 = 0.257$	$\beta_7 = 0.257$	$\beta_8 = 0.257$	$\beta_9 = 0.257$	$\beta_{10} = 0.257$	$\beta_{11} = 0.257$
	składowe	$\beta_1 = 0.211$	$\beta_2 = 0.274$	$\beta_3 = 0.257$	$\beta_4 = 0.257$	$\beta_5 = 0.257$	$\beta_6 = 0.257$	$\beta_7 = 0.257$	$\beta_8 = 0.257$	$\beta_9 = 0.257$	$\beta_{10} = 0.257$	$\beta_{11} = 0.257$
	składowe	$\beta_1 = 0.257$	$\beta_2 = 0.257$	$\beta_3 = 0.257$	$\beta_4 = 0.257$	$\beta_5 = 0.257$	$\beta_6 = 0.257$	$\beta_7 = 0.257$	$\beta_8 = 0.257$	$\beta_9 = 0.257$	$\beta_{10} = 0.257$	$\beta_{11} = 0.257$
	składowe	$\beta_1 = 0.257$	$\beta_2 = 0.257$	$\beta_3 = 0.257$	$\beta_4 = 0.257$	$\beta_5 = 0.257$	$\beta_6 = 0.257$	$\beta_7 = 0.257$	$\beta_8 = 0.257$	$\beta_9 = 0.257$	$\beta_{10} = 0.257$	$\beta_{11} = 0.257$
K ₁	składowe	$\beta_1 = 0.211$	$\beta_2 = 0.274$	$\beta_3 = 0.257$	$\beta_4 = 0.257$	$\beta_5 = 0.257$	$\beta_6 = 0.257$	$\beta_7 = 0.257$	$\beta_8 = 0.257$	$\beta_9 = 0.257$	$\beta_{10} = 0.257$	$\beta_{11} = 0.257$
	składowe	$\beta_1 = 0.257$	$\beta_2 = 0.257$	$\beta_3 = 0.257$	$\beta_4 = 0.257$	$\beta_5 = 0.257$	$\beta_6 = 0.257$	$\beta_7 = 0.257$	$\beta_8 = 0.257$	$\beta_9 = 0.257$	$\beta_{10} = 0.257$	$\beta_{11} = 0.257$
	składowe	$\beta_1 = 0.257$	$\beta_2 = 0.257$	$\beta_3 = 0.257$	$\beta_4 = 0.257$	$\beta_5 = 0.257$	$\beta_6 = 0.257$	$\beta_7 = 0.257$	$\beta_8 = 0.257$	$\beta_9 = 0.257$	$\beta_{10} = 0.257$	$\beta_{11} = 0.257$
	składowe	$\beta_1 = 0.257$	$\beta_2 = 0.257$	$\beta_3 = 0.257$	$\beta_4 = 0.257$	$\beta_5 = 0.257$	$\beta_6 = 0.257$	$\beta_7 = 0.257$	$\beta_8 = 0.257$	$\beta_9 = 0.257$	$\beta_{10} = 0.257$	$\beta_{11} = 0.257$
K ₂	składowe	$\beta_1 = 0.211$	$\beta_2 = 0.274$	$\beta_3 = 0.257$	$\beta_4 = 0.257$	$\beta_5 = 0.257$	$\beta_6 = 0.257$	$\beta_7 = 0.257$	$\beta_8 = 0.257$	$\beta_9 = 0.257$	$\beta_{10} = 0.257$	$\beta_{11} = 0.257$
	składowe	$\beta_1 = 0.257$	$\beta_2 = 0.257$	$\beta_3 = 0.257$	$\beta_4 = 0.257$	$\beta_5 = 0.257$	$\beta_6 = 0.257$	$\beta_7 = 0.257$	$\beta_8 = 0.257$	$\beta_9 = 0.257$	$\beta_{10} = 0.257$	$\beta_{11} = 0.257$
	składowe	$\beta_1 = 0.257$	$\beta_2 = 0.257$	$\beta_3 = 0.257$	$\beta_4 = 0.257$	$\beta_5 = 0.257$	$\beta_6 = 0.257$	$\beta_7 = 0.257$	$\beta_8 = 0.257$	$\beta_9 = 0.257$	$\beta_{10} = 0.257$	$\beta_{11} = 0.257$
	składowe	$\beta_1 = 0.257$	$\beta_2 = 0.257$	$\beta_3 = 0.257$	$\beta_4 = 0.257$	$\beta_5 = 0.257$	$\beta_6 = 0.257$	$\beta_7 = 0.257$	$\beta_8 = 0.257$	$\beta_9 = 0.257$	$\beta_{10} = 0.257$	$\beta_{11} = 0.257$

Ogólne uwagi wynikające z danych zawartych w tych tablicach:

1. Korelacje proste wielkości strat od uwzględnionych parametrów górniczo-geologicznych są istotne na poziomie istotności $\alpha = 0,5$.
2. Na wielkość strat poszczególnych grup mają wpływ następujące czynniki:
 - a) straty grupy I kategorii 1
 - grubość, dla wszystkich analiz
 - nachylenie pokładu
 - b) straty grupy I kategorii 1+2
 - grubość pokładu
 - ilość parcel wybranych
 - c) straty grup I-IV
 - grubość pokładu
 - ilość parcel wybranych.

Dla systemu zabierkowego z podszadką hydrauliczną istotny wpływ na wielkość strat grupy I kategorii 1 ma ilość parcel wybranych, nachylenie i grubość pokładu; na wielkość strat grupy I kategorii 1+2 - ilość parcel i grubość pokładu; a na wielkość strat grup I-IV nachylenie i grubość pokładu.

5. Wpływ czynników górniczo-geologicznych na wielkość powstających strat

Analizy statystyczne wykazały, że największy wpływ na wielkość powstających strat mają spośród z czynników geologicznych kategoria stropu, grubość pokładu, głębokość zalegania, występowanie uskoków i nachylenie pokładu, a z czynników górniczych parametry charakteryzujące wielkość pola wybierania.

Inne czynniki, nie objęte analizą statystyczną z uwagi na brak kompletnych danych, mają również pewien wpływ na straty.

Poniżej omówiono wpływ niektórych czynników górniczo-geologicznych na wielkość powstających strat w oparciu o analizy statystyczne, zebrany materiał statystyczny i obserwacje własne. Ograniczono się do parametrów, których istotny wpływ potwierdziła analiza statystyczna oraz czynników nie objętych tą analizą.

Kategoria stropu

Czynnik ten ma decydujący wpływ na wielkość powstających strat. Największe straty występują dla pokładów o stropach kategorii A, a następnie kategorii B. Straty w pokładach o stropach kategorii C, D i E są niższe i wykazują małe zróżnicowanie. Duże straty węgla w stropach kategorii A i B spowodowane są najczęściej koniecznością przypinania warstwy węgla w stropie, nagłymi obwałami i zawałami.

Grubość pokładu

Ze wzrostem grubości pokładu rosną straty. Tłumaczy się to częstym pozostawianiem łąty przystropowej lub przyspągowej, mniej czystym wybieraniem, dostawianiem się większej ilości węgla do zaważu przy urabianiu materiałami wybuchowymi, a nawet kombajnami. W pokładach o zmiennej grubości pozostawia się łąty przystropowe i przyspągowe. Z grubością pokładu zazwyczaj rośnie niebezpieczeństwo występowania pożarów endogenicznych. Również czynnik psychiczny ma pewien wpływ na wielkość strat. Inaczej gospodarzy się dużym bogactwem, a inaczej, gdy jest go mało i nie ma z czego "dać wydobycia".

Badania statystyczne wykazały, że grubość pokładu jest jednym z najistotniejszych czynników wpływających na wielkość strat i to wszystkich grup. Najsilniejsze związki występowały w systemach ścianowych i zabierkowych z zaważem stropu.

Głębokość zalegania

Wraz ze wzrostem głębokości straty zasadniczo zwiększają się. Tłumaczy się to tym, że występują wzmoczone ciśnienia, zwiększa się wymiary filarów oporowych, wzrastają temperatury, dla których obniżenia potrzebne są większe ilości powietrza, co powoduje konieczność wykonania większej ilości wyrobisk korytarzowych.

Sprzeczny z tymi tezami jest często występujący związek, w którym wraz z głębokością straty maleją. Wynika on jednak z faktu nie uwzględniania w ewidencji strat zaciskania wyrobisk. Jedynie dla systemów zabierkowych straty wyraźnie rosną wraz ze wzrostem głębokości.

Uskoki

Tektonika złoża obok charakteru warstw stropowo-spągowych jest istotnym czynnikiem wpływającym na wielkość strat.

Uskoki o wysokości zrzutu mniejszej od pokowy grubości pokładu ($h \leq \frac{h}{2}$) mają mniejsze znaczenie, gdyż istnieją możliwości zachowania ciągłości wybierania. Straty są tutaj znikome. Występują tylko przy wyrównywaniu spągu lub stropu. Badania statystyczne nie wykazują istotnego wpływu tego parametru.

Uskoki o $\frac{h}{2} < h \leq g$ powodują zazwyczaj wykonywanie nowych przecinek i pozostawianie niewybranych partii przyuskokowych. Czasami można "przejsć" ścianą przez tego typu uskoki. I w tym przypadku brak istotnych związków statystycznych. Przypuszczalnie jest to wynikiem dużego błędu resztkowego.

Uskoki o $h \geq g$ wymagają wykonania nowych obciniek i w związku z tym pozostawiania filarów przyuskokowych. Wpływ tego typu uskoków został potwierdzony analizami statystycznymi. Mają one istotny wpływ na wielkość strat grup I kategorii 1+2 oraz grup I-IV.

Kąt nachylenia pokładu

Upad pokładu wpływa na dobór systemu wybierania oraz na sposób rozcinania złoża robotami przygotowawczymi. Wraz ze wzrostem nachylenia i równo-

czesnie grubości pokładu rosną trudności w wybieraniu. Wzrost wielkości strat obserwuje się dopiero przy dużych nachyleniach. Dla systemu ścianowego z zaważem analiza statystyczne nie wykazują istotnego wpływu kąta nachylenia pokładu na wielkość strat.

W systemie ścianowym z podsadzką hydrauliczną nachylenie pokładu ma istotny wpływ na straty grupy I-IV, szczególnie w kategoriach stropu C, D i E.

W przypadku systemów zabierkowych analiza statystyczna wykazała zależność wielkości strat od nachylenia pokładu, tylko odnośnie strat grupy I kategorii 1.

Zagrożenia gazowe

Gazowość pokładu powoduje konieczność prowadzenia specjalnych chodników wentylacyjnych z filarami oporowymi, powodującymi straty, ogranicza mechanizację i długość przodków oraz wpływa na hamowanie ich postępu. Zagrożenia gazowe często nie pozwalają na wybieranie wychodni pokładów systemem nadpoziomowym.

Samozapalność węgla

Obecnie, kiedy większość wydobycia uzyskuje się z systemów ścianowych, problem strat węgla spowodowanych pożarami endogenicznymi zanika prawie całkowicie. Samozapalność węgla powinna być bodźcem do czystego wybierania i zmniejszania ilości filarów oporowych. W przypadku pozostawiania niewybranych filarów oporowych istotne są ich wymiary. Przy sprzyjających warunkach wentylacyjnych w zniszczonych filarach może powstać pożar endogeniczny, co łączy się z koniecznością wyznaczania filarów bezpieczeństwa nie zawsze w późniejszym okresie możliwych do wybrania.

Zagrożenia tąpnięciami i zaważami

Pokłady tąpnięcie wybiera się możliwe całkowicie, gdyż każde pozostawione resztki mogą być przyczyną nagłych zaważów i wypadków. W tym sensie, ma ono wpływ na zmniejszenie strat.

W przypadku jednak zniszczenia części pokładów i pozostawienia dodatkowych filarów może powodować zwiększenie strat. Zaważy, spowodowane pozostawianiem niewybranych parcel pokładu, występują nie tylko w pokładach tąpniętych. Możliwość powstawania nagłych zaważów rośnie przy nieczystej i chaotycznej eksploatacji wiązki pokładów. Troska o jak najpełniejsze wykorzystanie zasobów pokładu jest jednocześnie troską o poprawę stopnia bezpieczeństwa pracy.

Zapopielenie węgla

Różne zapopielenie węgla uzyskiwanego z poszczególnych pokładów powoduje zmniejszenie dokładności obliczania strat. Zapopielenie wpływa również na wielkość strat przerobczych.

Kierunek eksploatacji

Pokłady eksploatowane do granic wykazują większe straty niż od granic. Filary oporowe wyrobisk przygotowawczych przy systemie do granic mogą ulegać likwidacji dopiero po zakończeniu wybierki. Spływane są one na straty ze względu na zagrożenie zawalaniem lub wybierane tylko częściowo. Pokład, przy wybieraniu od granic, w miarę rozcinania jest dobrze rozpoznawany i programowanie jego wybierania może być szybko skorygowane stosownie do zlokalizowanych zaburzeń jak: szczyty, zgrubienia bądź ścienienia pokładu. Pozwala to w konsekwencji uniknąć późniejszych strat.

System wybierania

Straty w bardzo istotny sposób uzależnione są od systemu wybierania. Zasadniczo w systemach ścianowych są niższe niż w systemach zabierkowych. Odpowiednie uzupełnianie się tych systemów mogłoby zwiększyć stopień wykorzystania zasobów. Zwiększenie długości ścian i wybiegów przyczynia się do zmniejszania wielkości strat, gdyż mniejszy jest udział węgla zawartego w filarach oporowych wyrobisk korytarzowych w stosunku do wydobytego urobku.

Wydatność przodkowa

Parametr ten jest uzależniony od działania szeregu czynników górniczych i geologicznych, dlatego też bezpośredni jego wpływ na wielkość strat jest trudny do uchwycenia. Nie uwzględnienie strat ekonomicznych związanych stratami węgla przy wybieraniu, może spowodować wzrost wydajności kosztem wzrostu wielkości strat.

LITERATURA

1. T. Dziura: Analiza problemu strat węgla kamiennego w Zagłębiu Górnośląskim. Praca doktorska nie opublikowana. Gliwice 1970.
2. J. Gren: Modele i zadania statystyki matematycznej. PWN, Warszawa 1968
3. A. Kot: Ustalenie kryteriów obliczania zasobów przemysłowych węgla kamiennego. Praca doktorska nie opublikowana. Gliwice 1972.
4. A. Volk: Statystyka stosowana dla inżynierów. WNT, Warszawa 1965.

СТАТИСТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗАВИСИМОСТИ ВЕЛИЧИНЫ ПОТЕРЬ
КАМЕННОГО УГЛЯ ОТ ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ

Р е з ю м е

В работе представлены исследования зависимости величины потерь запасов каменного угля от горно-геологических параметров методами математической статистики. С помощью анализа дисперсии определена существенная зависимость потерь от класса кровли, а с помощью исчисления корреляции и регрессии существенная зависимость потерь от мощности пласта, глубины залегания сброса месторождения, величины годовой добычи и длины хода забоя.

STATISTICAL INVESTIGATIONS CONCERNING THE DEPENDENCE
OF THE QUANTITY OF HARD COAL WASTES ON THE GEOLOGICAL
PARAMETERS IN MINING

S u m m a r y

The paper presents some investigations dealing with the dependence of the quantity of hard coal wastes on the geological parameters in mining making use of mathematical statistics. By means of the variance analysis an essential dependence of the waste quantity on the roof category has been found. Correlation and regression calculations have shown, however, the essential dependence of the waste quantity on the thickness of the seam the deposition of the strata, the leap of the deposits, the yearly output and the length of the road head.