ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 1995
Seria: GÓRNICTWO z. 225 Nr kol. 1307

Violetta SOKOŁA-SZEWIOŁA

STATYSTYCZNA ANALIZA TĄPAŃ ZAISTNIAŁYCH W KOPALNIACH GZW ZE WZGLĘDU NA NIEKTÓRE CZYNNIKI TECHNICZNO - ORGANIZACYJNE

Streszczenie. W artykule przedstawiono wyniki analizy statystycznej zbioru tąpań, które wystąpiły w kopalniach GZW w latach 1966 - 1991 ze względu na istniejące zależności pomiędzy istotnymi czynnikami techniczno-organizacyjnymi mogącymi mieć wpływ na stan zagrożenia tąpaniami a zaistnieniem zjawiska tąpnięcia. Stwierdzono, że istnieje zależność pomiędzy przyjętym systemem eksploatacji a stanem zagrożenia tąpaniami z jednoczesnym skłonieniem się do opinii praktyków, że w przypadku tego zagrożenia korzystniejszym systemem jest system z zawałem stropu.

THE STATISTICAL ANALYSIS OF ROCK BURST THAT HAS TAKEN PLACE IN THE COAL-MINES OF UPPER SILESIAN COAL BASIN WITH REGARD TO SOME TECHNO - ORGANISATIONAL FACTORS

Summary. The results of statistical analysis which appeared in the coalmines of Upper Silesian Coal Basin in 1966 - 1991 with regard to some relationship between substantial techno-organisational factors, that may influence the rock burst hazard and the existence of the rock burst phenomenon were described in this article. It was confirmed, that there is a relationship between the choosen mining system and the rock burst hazard with simultaneous being inclined to the opinion of practitioners, that the mining system with the fall of roof is more profitable in case of the existence of the upper mentioned hazard.

STATISTISCHE UNTERSUCHUNG DER BERGSCHLAGE IN KOHLENGRUBEN DES OBERSCHLESISCHEN KOHLENGEBIETS MIT RUCKSICHT AUF EINIGE TECHNISCH - ORGANISATORISCHEN FAKTOREN

Zusammenfassung. Die Ergebnisse eine statistischen Untersuchung, die in den Kohlengruben des Oberschlessischen Kohlengebiets in den Jahren 1966 bis 1991 auftraten, wurden in diesem Artikel mit Rucksicht auf bestehende Abhangigkeiten zwischen wesentlichen technisch- organisatorischen Faktoren, die den Bergschlaggefahrdungsstand beeinflussen konnen, und dem Auftreten des Bergschlageffekts geschildert. Es wurde festgestellt, dass ein Zusammenhang zwischen dem angenommenen Bergbausystem und dem Bergschlaggefahrdungsstand, vorhanden ist und dass bei gleichzeitiger Zuneigung zu den Ausichten der Praktiker, das Firstenbruchsystem bei dem obengenannten Gefahrdungsstand vorteilhafter ist.

1. WPROWADZENIE

Problem wpływu warunków techniczno-organizacyjnych na stan zagrożenia tąpaniami traktowany jest jako dość złożony raczej marginesowo. Pierwsze publikacje podchodziły do niego opisowo w oparciu głównie o praktykę górniczą. Zalecano eksploatację z małą prędkością oraz z pełną podsadzką. W latach siedemdziesiątych poglądy te uległy zmianom i zalecano stosowanie zawału z jednocześnie maksymalną prędkością eksploatacji. Zbadano, że wraz ze wzrostem prędkości wzrasta ilość niskoenergetycznych wstrząsów, nie stwierdzono jednak związku pomiędzy ilością wstrząsów wysokoenergetycznych a prędkością eksploatacji. Następnym istotnym czynnikiemm jest wielkość energii wstrząsów i tąpnięć. Generalnie krzywe energetyczno-częstotliwościowe osiągają swoje maksima w pobliżu czoła ściany. Przy eksplatacji z podsadzką maksima występują na wybiegach, natomiast w przypadku eksploatacji z zawałem - w zrobach. Przy eksploatacji z zawałem energia sejsmiczna jest równomierniej rozłożona w zrobach i na wybiegach. W ścianach zawałowych następuje odciążenie ociosu i przesunięcie maksimum w głąb calizny. Główny problem wpływu czynników techniczno - organizacyjnych na stan zagrożenia tąpaniami, a więc przede wszystkim bezpieczeństwo załogi, bezpieczne utrzymanie wyrobisk, w których pracują ludzie, nie został jednak rozwiązany. W zależności więc od zastosowanego systemu należałoby rozpatrzyć zależność: system eksplatacji a cechy charakteryzujące tąpnięcie, takie jak: organizacja miejsca pracy, skutki tąpnięcia, bezpieczeństwo załogi - wypadkowość, stosowana obudowa.

2. ANALIZA STATYSTYCZNA TĄPAŃ ZAISTNIAŁYCH W KOPALNIACH GZW ZE WZGLĘDU NA NIEKTÓRE CZYNNIKI TECHNICZNO-ORGANIZACYJNE

2.1. Możliwości statystycznej analizy tąpań

Statystyczna ocena wpływu niektórych czynników technologicznych na stan zagrożenia wynika z losowego charakteru zjawisk tąpań i wstrząsów. Nie można stwierdzić, że proces powstawania wstrząsów został wyjaśniony jednoznacznie. Sama informacja o tąpnięciu może być traktowana jako ciąg pomiarowy. Wyniki pomiarów możemy opisać za pomocą funkcji losowych.

2.2. Analiza statystyczna

Dane wykorzystane do analizy wybrane zostały z Katalogów Tąpań GIG w Katowicach. Traktowano je jako ciąg niezależnych zdarzeń losowych charakteryzujących poszczególne tąpnięcia. Cechy wybrane do analizy mają charakter ilościowy badź jakościowy. Analizie poddano łącznie 478 tąpań. Każde tąpnięcie scharakteryzowano za pomocą 13 cech, w tym 7 o charakterze jakościowym i 6 o charakterze ilościowym. W przypadku tąpań ujętych w katalogach jako tąpnięcia w chodnikach zakwalifikowano je zgodnie z prowadzonym systemem eksploatacji ścianowej. Tąpnięcia, które wystąpiły w czystym polu, zakwalifikowano jako bez eksploatacji. Cechy o charakterze jakościowym: nazwa kopalni, data wystąpienia, miejsce wystąpienia, system eksploatacji, rodzaj obudowy ścianowej; cechy o charakterze ilościowym: energia tąpnięcia, głębokość eksploatacji, długość wyrobisk uszkodzonych, długość wyrobisk zawalonych, ilość wypadków śmiertelnych, ilość wypadków pozostałych. Analizowano zależności pomiędzy poszczególnymi cechami charakteryzującymi tąpnięcie, traktując system eksploatacji jako zmienną niezależną, a pozostałe cechy jako zmienne zależne. Wyodrębniono obserwacje sprzyjające poszczególnym rodzajom eksploatacji, a następnie dokonano analizy w obrębie tych zbiorów. Obliczono miary położenia, zmienności oraz przedstawiono w formie graficznej jako dystrybuantę, histogram oraz wielobok częstości.

W zbiorze zawierającym dane za lata 1966 - 1979 zanotowano następujące wyniki:

wypadki śmiertelne - ogółem 106, w tym:

- eksploatacja z zawałem - 18,
- eksploatacja z podsadzką - 61,

wypadki pozostałe - ogółem 638, w tym:

- eksploatacja z zawałem - 174,
- eksploatacja z podsadzką - 358,

długość wyrobisk uszkodzonych - ogółem 20221.5 m, w tym:

- eksplotacja z zawałem - 4416,3 m,
- eksploatacja z podsadzką - 9500.7 m,

długość wyrobisk zawalonych - ogółem 2495,5 m, w tym:

- eksploatacja z zawałem - 267.5 m,
- eksploatacja z podsadzką - 1835.5 m.

W latach 1966 - 1979 największa liczba tąpnięć wystąpiła w ścianach podsadzkowych i stanowiła 51% ogólnej liczby zdarzeń, przy eksploatacji z zawałem wystąpiło 19% całkowitej liczby zdarzeń.

Zdarzenia śmiertelne zanotowane przy eksplotacji z zawałem wyniosły 25.5% całkowitej liczby zdarzeń, przy eksploatacji z podsadzką 56.4%.

Zdarzenie wyrobisko uszkodzone: eksploatacja z zawałem 20.7% liczby zdarzeń sprzyjających, eksploatacja z podsadzką 50.2% liczby zdarzeń sprzyjających.

Zdarzenie wyrobisko zawalone: eksploatacja z zawałem 11.1% zdarzeń sprzyjających, eksploatacja z podsadzka 69.4 % zdarzeń sprzyjających.

W zbiorze, w którym dokonano analizy zarejestrowanych tąpań w latach 1982-1991, uzyskano następujące wyniki:

wypadki śmiertelne - ogółem 90, w tym:

- eksploatacja z zawałem - 35,
- eksploatacja z podsadzką - 21,

wypadki pozostałe - ogółem 451, w tym:

- eksploatacja z zawałem - 179,
- eksploatacja z podsadzką - 134,

długość wyrobisk zawalonych - ogółem 1373 m, w tym:

- eksploatacja z zawałem - 729 m,
- eksploatacja z podsadzką - 343 m,

długość wyrobisk uszkodzonych - ogólem 12143 m, w tym:

- eksploatacja z zawałem 5670.7 m,
- eksploatacja z podsadzką - 2405,5 m.

Zdarzenie wypadki pozostałe przy eksploatacji z podsadzką stanowiło 44.7% zdarzeń sprzyjających, a 24.3% zdarzeń sprzyjających przy eksploatacji z zawałem. Przy eksploatacji z zawałem zdarzenie wypadki śmiertelne stanowiło 42.9% zdarzeń sprzyjających eksploatacji z zawałem, 19% przy eksploatacji z podsadzką.

3.PODSUMOWANIE ANALIZ ILOŚCIOWO-JAKOŚCIOWYCH

Tąpania zaistniałe w latach 1966-1979 generalnie wystąpiły w ścianach z podsadzką hydrauliczną z jednoczesnym stosowaniem obudowy indywidualnej. W pozostałej liczbie zdarzeń przy zastosowaniu obudowy zmechanizowanej prawdopodobieństwo wystąpienia tąpnięcia jest jednakowe. Udział obudowy indywidualnej wyniósł aż 63.4%, zmechanizowanej 26.3%. Obudowa ma ścisły zwiazek ze stosowanym systemem eksploatacji. 50% tąpań to tąpania w ścianach podsadzkowych, a tylko 20% w ścianach zawałowych, w związku z czym wszystkie pozostałe cechy charakteryzujące tąpnięcie są znacznie większe dla ścian z podsadzką hydrauliczną.

Sytuację tę należałoby porównać z ogólnym trendem stosowania podsadzki hydraulicznej z obudową indywidualną. Te dwa czynniki przede wszystkim sprzyjają powstałym tąpnięciom. Lata 1965 - 1979 dominują w wydobyciu ze ścian zawałowych, ale już od roku 1975 do końca 1980 dominacja ta jest bardziej znacząca. W tym okresie wydobycie ze ścian podsadzkowych było dwukrotnie mniejsze niż ze ścian zawałowych.

W zbiorze tym możemy wyróżnić dwa okresy ściśle związane z rodzajem stosowanych obudów. Do roku 1973 bardziej powszechne było stosowanie obudowy drewnianej, podczas gdy przy ścianach zawałowych były to już obudowy stalowe, które to dopiero od 1973 zaczęto powszechniej stosować przy podsadzce. Począwszy od roku 1974 można zauważyć wyrównanie stosunku pomiędzy tąpaniami powstałymi przy tych sposobach kierowania stropem [10].

Obliczono wskaźniki wypadkowości jako stosunek ilości zdarzeń charakteryzujących się określoną cechą o charakterze ilościowym do ogólnej ilości zdarzeń im sprzyjającym.

Wkaźnik wypadkowości:

- wypadki śmiertelne w ścianach zawałowych - 0.28,
- wypadki śmiertelne w ścianach podsadzkowych - 0.36,
- wypadki pozostałe w ścianach podsadzkowych - 2.11,
- wypadki pozostałe w ścianach zawałowych 2.71,

Wskaźnik długości wyrobisk uszkodzonych:

- dla ścian podsadzkowych 56.2,
- dla ścian zawałowych 69,

Wskaźnik długości wyrobisk zawalonych:
- dla ścian podsadzkowych 10.9,
- dla ścian zawałowych 4.2.

Wskaźnik stosowania obudowy indywidualnej:
- dla ścian podsadzkowych - 0.9,
- dla ścian zawałowych - 0.7.

Lata 1966 -1979 Rodzaj eksploatacji	% udział poszczególnych cech charakteryzujących tąpnięcie w ogólnej liczbie zdarzeń sprzyjających jego wystąpieniu					
	wypadki śmiertelne	wypadki pozostałe	długość wyrobisk uszkodzonych	długość wyrobisk zawalonych	ściana w obudowie zmechanizowanej	ściana w obudowie indywidualnej
eksploatacja z zawałem stropu	25.5	24.1	20.7	11.1	55.88	22.48
eksploatacja z podsadzką hydrauliczną	56.4	52.4	50.2	69.4	44.12	72.38

W zbiorze zawierającym dane za lata 1982-1984, obejmującym okres stosowania głównie obudowy zmechanizowanej zarówno przy podsadzce, jak i zawale ogólnie zanotowano 46% zdarzeń sprzyjających zawałowi stropu, na podsadzkę hydrauliczną przypadło tylko 20% zdarzeń. Liczba zdarzeń wypadki śmiertelne oraz wypadki pozostałe była wyższa w przypadku eksploatacji z zawałem, przy czym w okresie tym około 90 % ścian prowadzonych było z zawałem stropu. Pełniejszy obraz dają więc obliczone wskaźniki wystąpienia w zbiorze zdarzeń zdarzenia o określonej cesze:

a) wskaźnik wypadkowości:

w ścianach zawałowych:
- wypadki śmiertelne - 0.52,
- wypadki pozostałe 2.63,

w ścianach podsadzkowych:

- wypadki śmiertelne - 0.7,
- wypadki pozostałe - 4.47.

b) wskaźnik długości wyrobisk uszkodzonych:

- ściany zawałowe - 69,
- ściany podsadzkowe 56.2,

c) wskaźnik długości wyrobisk zawalonych:

- ściany zawałowych -10.72,
- ściany podsadzkowe - 14.47,

d) wskaźnik stosowania obudowy zmechanizowanej;

- ściany podsadzkowe - 0.83,
- ściany zawałowe - 0.92.

Lata 1982 - 1991 Rodzaj eksploatacji	% udział poszczególnych cech charakteryzujących tąpnięcie w ogólnej liczbie zdarzeń sprzyjających jego wystąpieniu					
	wypadki śmiertelne	wypadki pozostałe	długość wyrobisk uszkodzonych	długość wyrobisk zawalonych	ściana w obudowie zmechanizowanej	ścian w obudowie indywidualnej
eksploatacja z zawałem stropu	42.90	44.7	46.1	48.8	71.6	0
eksploatacja z podsadzką hydrauliczną	19	24.3	19	28.2	28.4	71.4

4. WNIOSKI

Przeprowadzona analiza statystyczna zbioru tąpań pozwala na stwierdzenie, że czynniki techniczno-organizacyjne niezaprzeczalnie wpływają na stan zagrożenia tąpaniami. Najpoważniejszy wpływ na stan zagrożenia tąpaniami ma obudowa. Obudowa indywidualna

zwiększa zagrożenie. Wskaźniki wypadkowości są wyższe przy stosowaniu podsadzki hydraulicznej. Długość wyrobisk uszkodzonych jest większa dla ścian podsadzkowych. Wszelkie analizy należy przeprowadzać biorąc pod uwagę całkowitą ilość ścian prowadzonych w określonym okresie z podziałem na poszczególne systemy eksploatacji. Prawdopodobieństwo wystąpienia tąpnięcia zależy bowiem od ilości zdarzeń sprzyjających zdarzeniu. Z tego też względu obliczano wskaźniki wypadkowości. Konieczna jest, dla uzyskania bardziej wiarygodnej odpowiedzi na pytanie o wpływ czynników techniczno-organizacyjnych na stan zagrożenia tąpaniami, dokładniejsza analiza czynników techniczno-organizacyjnych w odniesieniu do ścian prowadzonych w bardzo podobnych warunkach geologicznych. Ten sposób podejścia do problemu daje ciekawe rezultaty sugerując kierunek dalszych badań. Biorąc pod uwagę opinie zawarte w opracowaniach innych autorów analiza ta dala dość zaskakujące rezultaty, jak najbardziej skłaniające do dalszych opracowań. Należy zaznaczyć, że otrzymane tu wyniki pokrywają się z kolei z opiniami praktyków.

LITERATURA

1. Draper N.R : Analiza regresji stosowana. PWN, Warszawa 1973.
2. Drzęźla B.: Próba ujęcia ilościowych zależności pomiędzy stanem naprężeń a aktywnością sejsmiczną górotworu. ZN AGH, seria Górnictwo z. 129, Kraków 1980.
3. Filcek H.: Geomechaniczne zagrożenie tąpaniami. Górnictwo, Wydawnictwo Śląsk, Katowice 1980.
4. Gil H.: O pewnej nowej interpretacji machanizmu wstrząsów stropowych. Archiwum Górnictwa, t. 14 z. 4,1969.
5. Goszcz A.: Wpływ systemu kierowania stropem na zagrożenie tąpaniami w kopalniach węgla. Przegląd Górniczy Nr 7, 1991.
6. Goszcz A.: Wpływ niektórych czynników technologicznych na stan zagrożenia wstrząsami górniczyni i tąpaniami, Publs. Inst. Geophys. Pol. Acad. Sc., M-10(213).
7. Kidybiński A.: Związki przyczynowe wstrząsów i tąpań. Przegląd Górniczy nr 2, 1994.
8. Konopko W.: Stan i przyczyny zagrożenia tąpaniami w kopalniach węgla kamiennego PRL. Konferencja Nauk. Tech. GIG, Katowice 1984.

9. Konopko W.: Uwagi o projektowaniu eksploatacji pokładów tąpiących. Przegląd Górniczy Nr 2, 1994.
10. Lisowski A.: Wpływ stosowania podsadzki hydraulicznej na warunki górnicze i wyniki podziemnej eksploatacji złóż. Przegląd Górniczy Nr 12, grudzień 1984.
11. Marcak H.: Metody konstrukcji modeli matematycznych do przewidywania tąpań w oparciu o pomiary mikrosejsmologiczne. Publs.Inst. Geophys. Pol. Acad.Sc. vol. 97, 1976.
12. Puchalski T.: Statystyka. PWN, Warszawa 1977.
13. Ryncarz T.: Badania charakterystyki wstrząsów górniczych wywołanych eksploatacją górniczą. Jabłonna 1984.
14. Sałustowicz A.: Mechanika górotworu. Wyd. Górn. - Hutn., Katowice 1955.
15. Syrek B., Graca L.: Teoretyczne rozkłady naprężeń w sąsiedztwie czynnych wyrobisk ścianowych, Publs. w Inst. Geophys. Pol. Acac. Sc. M-8, 1986.
16. Walaszczyk J., Pilecka E.: Próba statystycznego określenia wpływu warunków naturalnych i górniczo-technicznych na energię tąpnięć. ZN Pol. Śl., seria Górnictwo z. 145, 1987.

Recenzent: Dr inż. Władysław Stec

Wpłynęło do Redakcji 24 października 1995 r.

Abstract

The rock burst hazard risulting for all from local mining and geological conditions in which the mining takes place can be formed by optimum mining conditons' choice. The effect of the techno-organizational factors has been treated up to now marginal and has never been a subject of any wide, peculiar elaborations. With regard to this the set of rock bursts that took place in 1966 - 1979 and 1982 - 1991 in the Upper Silesian Coal Basin was made subject to a statistical analysis. The effect of the choosen techno - organizational factors such as: the roof control, the kind of support, the length of damaged headings, the length off fallen

headings, the quantity of accidents has been investgated. It was found that there is a relationship between the applyed mining system and the existence of rock burst phenomenon. The investigations' results let us preliminarly confirm that the most profitable system in case when rock burst hazard exists is the mining system with fall of roof.