

Tadeusz GIZA  
Politechnika Śląska, Gliwice

## AWARYJNOŚĆ KOBAJNÓW KGS-345N/2BP PRACUJĄCYCH W ŚCIANIE O WYSOKIEJ KONCENTRACJI PRODUKCJI

**Streszczenie.** W artykule przedstawiono analizę awaryjności kombajnów ścianowych pracujących na wspólnej trasie przenośnika zgrzeblowego w ścianie o długości 383 m i wysokiej koncentracji produkcji. Liczba i czas usuwania awarii kombajnów pracujących w tej samej ścianie nie były jednakowe. Częściej awariom ulegał kombajn pracujący w dolnym odcinku ściany. W obu kombajnach przeważały awarie maszynowo-hydrauliczne; najwięcej było uszkodzeń głowic urabiających.

## FAILURE FREQUENCY OF KGS-345 N / 2 BP SHEARERS OPERATED ON LONGWALL FACES CHARACTERIZED BY HIGH CONCENTRATION OF EXTRACTION

**Summary.** The paper contains an analysis of failure frequency of longwall shearers which have been in operation on a face of 383 m in length, characterized by high concentration of extraction with shearers being moved over the common track of an armoured face conveyor. Number and duration of the failure elimination in shearers operated on the face was not similar. The shearer working on the lower section of the face was more frequently subject to break-downs. Failures occurring in mechanical parts and in the hydraulic system of the machine predominated. Most of them consisted in defects of cutting drums.

### 1. Wstęp

W krajach europejskich, wydobywających węgiel sposobem podziemnym, dominuje system ścianowy, w którym powszechnie są stosowane kompleksy zmechanizowane. Kompleksy zmechanizowane, w skład których wchodzi maszyny urabiające, przenośnik zgrzeblowy i zestawy hydrauliczne obudowy zmechanizowanej, zwiększają bezpieczeństwo pracy załogi oraz ograniczają liczbę zatrudnionych, jednak wyraźnie podnoszą koszt

wyposażenia ściany. W roku 2001 [4] średni koszt zakupu maszyn wchodzących w skład kompleksu zmechanizowanego przeciętnej ściany wynosił ponad 18,5 mln złotych. Tak wysoki koszt inwestycyjny wyposażenia ściany wymusza maksymalne jego wykorzystanie, czego wynikiem jest postępująca stale koncentracja wydobycia. Średnie wydobycie ze ścian w polskich kopalniach węgla kamiennego wzrosło z około 1890 ton w 1997 roku do ponad 2570 ton w 2000 r., a w styczniu 2002 wynosiło blisko 3200 ton [3]. W ścianach o wysokiej koncentracji produkcji szczególnej wagi nabiera problem awaryjności maszyn i urządzeń wchodzących w skład kompleksu zmechanizowanego. Wymuszone przez awarie kompleksu zmechanizowanego przerwy w pracy ściany są głównym czynnikiem powstałych strat w wydobyciu, wpływają również na poziom kosztów [1]. Kombajn ścianowy, który jest podstawową maszyną urabiającą w polskich kopalniach, stanowi główne ogniwo ciągu technologicznego ściany, a jego awarie zatrzymują pracę ściany. W artykule dokonano analizy awaryjności kombajnów ścianowych KGS-345/2BP pracujących na wspólnej trasie przenośnika zgrzeblowego w ścianie o wysokiej koncentracji produkcji.

## 2. Warunki górniczo-geologiczne w ścianie

Planowany wybieg ściany wynosił 1120 m. W pierwszym etapie na wybiegu o długości 832 m, ściana prowadzona była w dolnej części rozwarstwowanego pokładu. Następnie po połączeniu obu pokładów na odcinku 288 m w dolnej warstwie pokładu, którego górna warstwa została wybrana na zawał z rekonsolidacją stropów pyłami dymnicowymi i odpadami poflotacyjnymi. Ściana eksploatowana była systemem poprzecznym na zawał, bezwnękowo. Nachylenie pokładu w obrębie ściany wahało się w granicach 8-19° (średnio 12°), a jego miąższość wynosiła 1,2-2,8 m (średnio 1,98 m). Wytrzymałość węgla na ściskanie była w granicach  $R_c = 6,8-9,5$  MPa, wskaźnik zwięzłości  $f = 0,47$ . Lokalnie występowały przerosty łupku węglowego o grubości do 0,2 m. Strop pokładu stanowił łupek ilasty zapiaszczony, przechodzący lokalnie w łupek piaszczysty ( $R_c = 49,4$  MPa) i piaskowiec ( $R_c = 56,3$  MPa). W spągu pokładu zalegał łupek ilasty lekko zapiaszczony o wytrzymałości na ściskanie  $R_c = 38,4$  MPa.

Eksploatacja ściany przebiegała dwuetapowo:

- w pierwszym etapie przez okres około sześciu tygodni długość ściany wynosiła 227 m, a urabianie odbywało się jednym kombajnem;

- w drugim etapie ścianę wydłużono do 383 m po połączeniu z rozcinką drugiej ściany, a do urabiania wykorzystywano dwa kombajny typu KGS-345N/2BP.

Kombajny współpracowały ze ścianowym przenośnikiem zgrzeblowym Halbach – Braun 4HB-260 i obudową zmechanizowaną SATO-08/26 POZ.

Po czterech miesiącach pracy dwóch kombajnów w ścianie na wspólnej trasie przenośnika zgrzeblowego jeden z nich wycofano ze względu na wysoką awaryjność zarówno kombajnu, jak i przenośnika. Po wycofaniu drugiego kombajnu ściana była eksploatowana jeszcze przez okres sześciu miesięcy, jednak planowany wybieg (1120 m) nie został osiągnięty, a ścianę zatrzymano na 832 metrze wybiegu ze względu na niekorzystne warunki górnictwo-geologiczne. Objawiły się one silnymi opadami i obwałami stropu stwarzającymi zagrożenie dla pracującej załogi. Podstawowe dane techniczne stosowanych kombajnów KGS-345N/2BP przedstawiono w tablicy 1.

Tablica 1

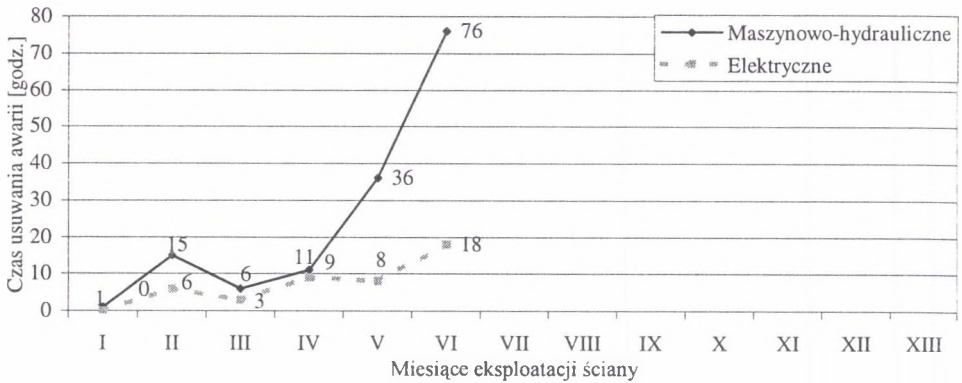
Dane techniczne kombajnu KGS – 345N/2BP

Moc zainstalowania	360	kW
Moc przenoszona na organ urabiający	2x150	kW
Moc ciągnika	60	kW
Napięcie zasilania	1000	V
Średnice organów urabiających	1600	mm
Maksymalna wysokość urabiania	2700	mm
Głębokość zabioru	800	mm
Prędkość skrawania noży	2,59	m/s
Maksymalna siła uciągu	2x200	kN
Prędkość posuwu	0-6,8	m/min
System posuwu	BP (Eicotrack)	
Wysokość (przy położonych osłonach)	1300	mm
Masa kombajnu na przenośniku	ok.25	ton

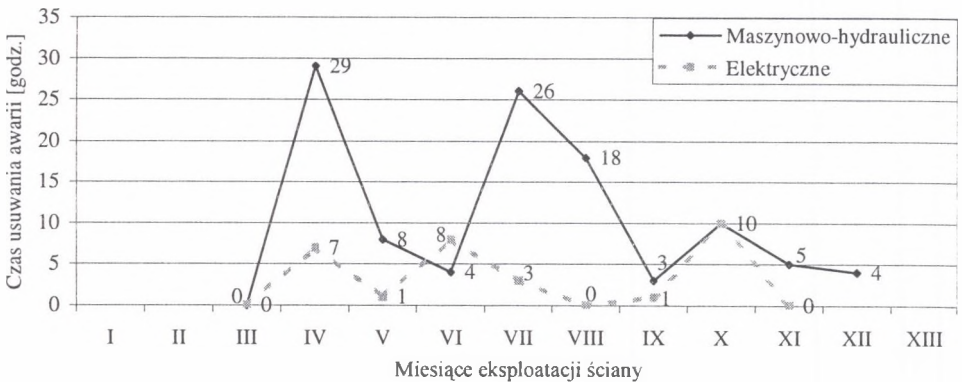
### 3. Analiza awaryjności kombajnów

W czasie eksploatacji ściany wybrano 825000 ton węgla przy średnim wydobyciu netto 3450 ÷ 4050 ton/doba. Jeden z kombajnów (K1) pracował w dolnym odcinku ściany do 150 m od chodnika podścianowego, drugi (K2) urabiał pozostały odcinek ściany do chodnika nadścianowego. Dla celów analizy wyodrębniono awarie maszynowo – hydrauliczne i elektryczne. W grupie awarii maszynowo-hydraulicznych wyróżniono zespoły funkcjonalne kombajnu: głowice urabiające, ciągnik z zespołem pompowym, ładowarki, sanie i układ

sterowania. Awarie silników elektrycznych, przewodów zasilających, szaf sterujących i obwodów elektrycznych zaliczono do grupy awarii elektrycznych. Na rysunku 1 pokazano czasowy rozkład awarii maszynowo-hydraulicznych i elektrycznych w okresie eksploatacji a)



b)



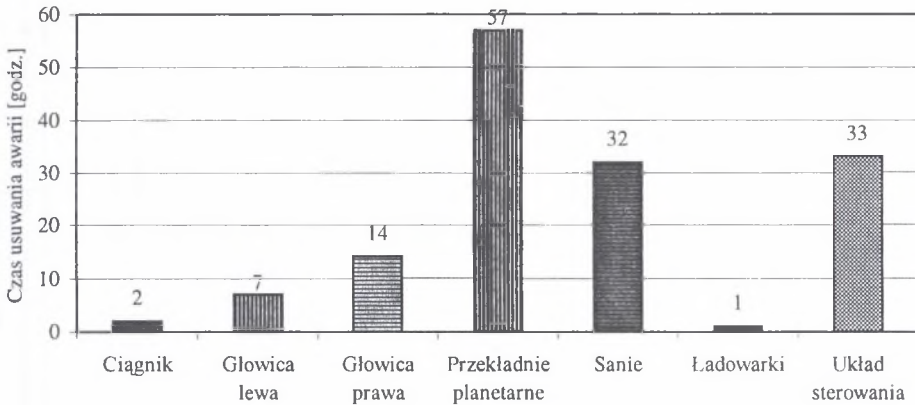
Rys. 1. Czasowy rozkład awarii maszynowo-hydraulicznych i elektrycznych w poszczególnych miesiącach eksploatacji ściany dla kombajnu K1 (a) i K2 (b)

Fig. 1. Time distribution of failures in mechanical and hydraulic parts as well as in electrical parts in particular months of mining on the longwall face for shearers K1 (a) and K2 (b)

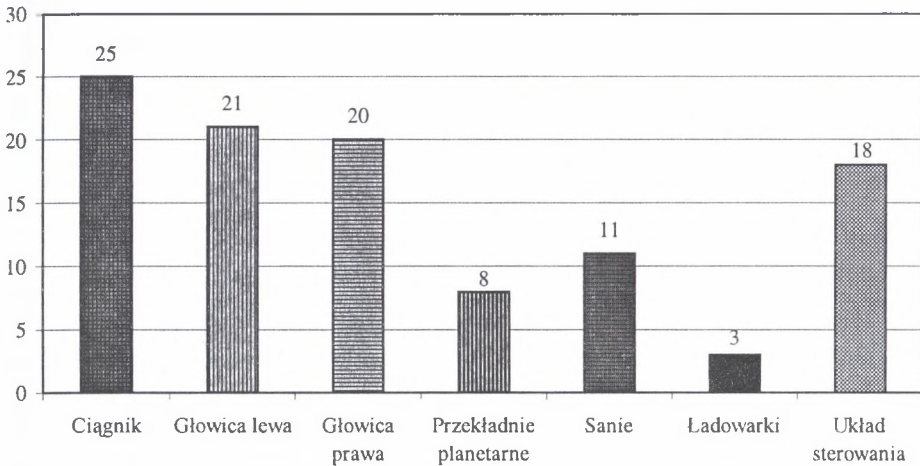
ściany. Czas trwania awarii tak mechaniczno-hydraulicznych, jak i elektrycznych kombajnu K1 systematycznie wzrastał, a jego awaryjność nasiliła się w okresie pracy dwóch kombajnów w ścianie. W piątym i szóstym miesiącu pracy kombajnu K1, a w trzecim i czwartym miesiącu równoczesnej pracy dwóch kombajnów w ścianie łączny czas postojów wyniósł odpowiednio 44 i 94 godziny. W awaryjności kombajnu K2 nie widać wyraźnych tendencji. Czas przerw w pracy kombajnu był najdłuższy w drugim miesiącu (36 godz.) i piątym miesiącu (29 godz.) jego eksploatacji, a najkrótsze przerwy były w pierwszym,

siódmym i dziewiątym miesiącu pracy kombajnu. W obu kombajnach dominowały awarie maszynowo-hydrauliczne (77%) nad elektrycznymi (23%). Czasową strukturę awarii maszynowo-hydraulicznych kombajnów przedstawiono na rysunku 2. W kombajnie K1

a)



b)



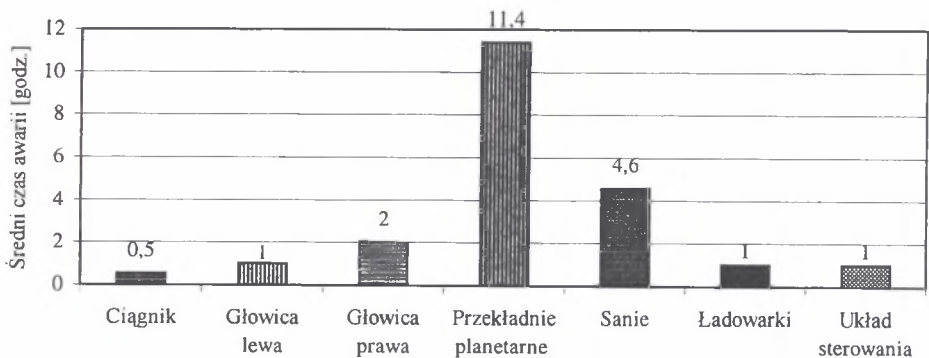
Rys. 2. Łączny czas usuwania awarii poszczególnych podzespołów w grupie maszynowo-hydraulicznych w kombajnie K1 (a) i K2 (b)

Fig. 2. Total time of the elimination of failures in particular subassemblies of mechanical and hydraulic parts in the shearers K1 (a) and K2 (b)

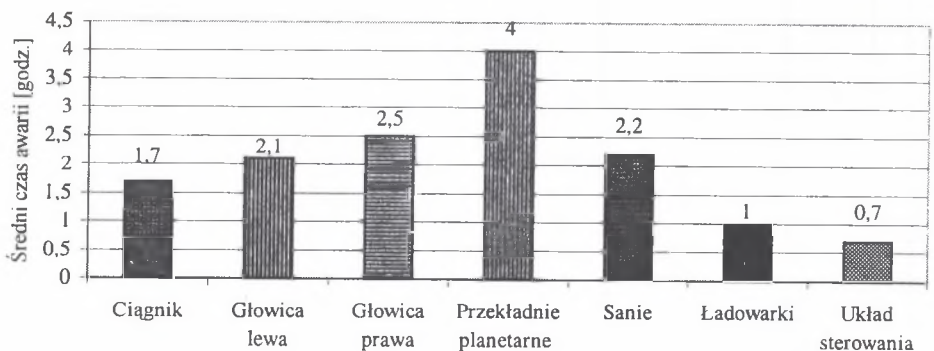
(rys. 2a) największy udział w czasie trwania awarii miały awarie głowic urabiających (78 godz. - 53,4%), układu sterowania (33 godz. - 22,6%) i sanie (32 godz. - 21,9%). Na tak dużą awaryjność głowic urabiających miały głównie wpływ awarie przekładni planetarnych,



gdyż stanowiły one blisko  $\frac{1}{4}$  awarii głowic, a ponadto miały 39% udział w awariach maszynowo-hydraulicznych kombajnu K1 i 30% udział w całkowitym czasie postoju kombajnu K1 spowodowanym awariami. Awarie sań kombajnowych spowodowane były uszkodzeniami wsporników podtrzymujących kombajn. Najczęściej uszkodzeniom ulegały wsporniki od strony przeciwnego mechanizmu posuwu [2]. W kombajnie K2 również najwięcej postojów (50 godz. - 46,7%) spowodowanych było awariami głowic urabiających. Jednak w tym przypadku mniejszy wpływ na to miały awarie przekładni planetarnych (16%), a)



b)



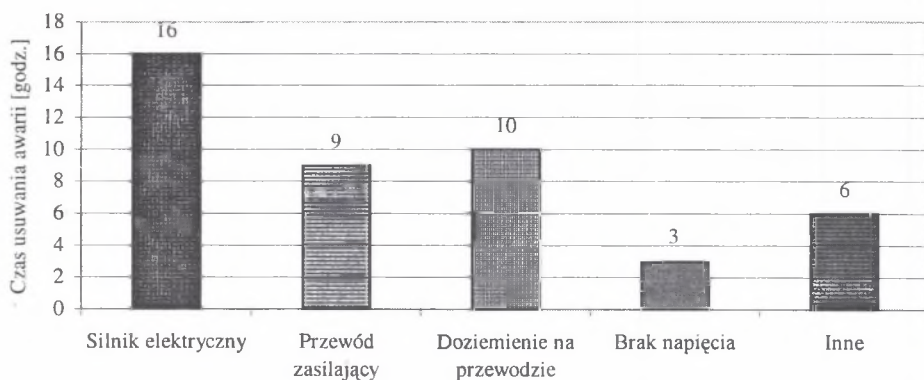
Rys. 3. Czas postoju przypadający na statystyczną awarię z grupy maszynowo-hydraulicznych w kombajnie K1 (a) i K2 (b)

Fig. 3. Down-time corresponding to a statistical failure occurring in mechanical and hydraulic parts of the shearer K1 (a) and K2 (b)

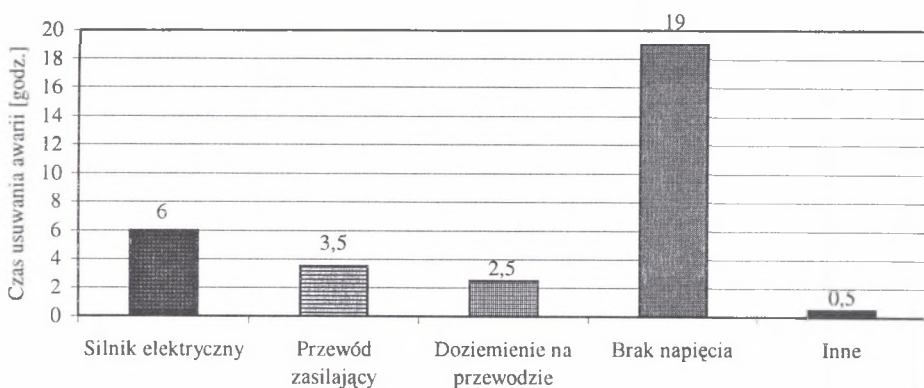
a głównie przyczyniały się do tego liczne awarie układu zasprężania i podnoszenia organu oraz wymiana prawego ramienia. Awarie układu zasprężania wynikały ze zwalcowania tulei zębatej w części czołowej, co wskazywałoby na zasprężanie organu przy zbyt wysokich

obrotach silnika napędowego. Awarie układu podnoszenia doprowadziły do konieczności wymiany trzech siłowników hydraulicznych. Blisko co czwarta awaria kombajnu K2 przypadła na ciągnik, co szósta na układ sterowania, a co dziesiąta na sanie. W ciągniku najbardziej zawodne były silniki hydrauliczne oraz przekładnie, a w saniach wsporniki oraz ich mocowanie. Czas postoju przypadający na jedną awarię w grupie maszynowo-hydraulicznych pokazano na rysunku 3. Czas trwania jednej awarii (średni czas awarii) był zróżnicowany nie tylko dla poszczególnych podzespołów funkcjonalnych kombajnu, ale również dla tych samych podzespołów w obu kombajnach. Najdłużej trwało usuwanie awarii przekładni planetarnych (średnio 11,4 godz.) i sań (śr. 4,6 godz.) w kombajnie K1, a najkrócej ciągnika (śr. 0,5 godz.) w tym kombajnie. Również średnie czasy awarii głowicy prawej (2 godz.) i lewej (1 godz.) wyraźnie się różniły. W kombajnie K2 średni czas usuwania awarii przekładni planetarnych (4 godz.) także należał do najdłuższych, jednak był on niemal trzykrotnie krótszy niż w kombajnie K1. Znaczące różnice wystąpiły również w czasach trwania jednej awarii sań – ponad dwukrotnie wyższe w kombajnie K1 i ciągnika – 3,4 razy dłuższe w kombajnie K2. Czasową strukturę awarii elektrycznych przedstawiono na rysunku 4. W kombajnie K1 (rys. 4a) najwięcej przerw z powodów elektrycznych spowodowały awarie silników (16 godz. - 36%), doziemienia na przewodzie (10 godz.) i uszkodzenia przewodu zasilającego (9 godz. - 20%). Postoje kombajnu K2 spowodowane były głównie brakami napięcia (19 godz. - 61%) i uszkodzeniami silników (6 godz. - 19%). Całkowity czas postoju ściany spowodowany awariami obu kombajnów wyniósł 328 godz., z czego 253 godziny to awarie maszynowo-hydrauliczne, a 75 godzin to awarie elektryczne. Mimo krótszego okresu eksploatacji (6 miesięcy) czas trwania awarii kombajnu K1 był dłuższy i wynosił 190 godzin (146 godz. maszynowo-hydrauliczne, 44 godz. elektryczne). Kombajn K2 w okresie dziesięciu miesięcy eksploatacji przez 107 godzin czasu dyspozycyjnego nie pracował z powodu awarii układów maszynowo-hydraulicznych i 31 godzin ze względu na uszkodzenia elektryczne.

a)



b)



Rys. 4. Sumaryczny czas usuwania awarii poszczególnych podzespołów elektrycznych w kombajnie K1 (a) i K2 (b)

Fig. 4. Total time of the elimination of failures in particular electrical subassemblies in the shearer K1 (a) and K2 (b)

#### 4. Zakończenie

Awaryjność kombajnów pracujących w tej samej ścianie różniła się tak pod względem liczby, jak i czasu trwania uszkodzeń. Średnio w miesiącu w okresie eksploatacji przerwy w pracy ściany spowodowane awariami kombajnu pracującego w jej dolnym odcinku trwały około 32 godziny, a kombajnu pracującego wyżej (K2) około 14 godzin. Awaryjność kombajnu K1 wzrosła w okresie pracy dwóch kombajnów w ścianie na wspólnej trasie



przenośnika zgrzeblowego, co w efekcie doprowadziło do jego wycofania z eksploatacji. W awaryjności drugiego kombajnu (K2) nie zaobserwowano wyraźnego trendu. W obu kombajnach w drugim miesiącu eksploatacji zanotowano wyraźny przyrost czasu usuwania awarii. W obu kombajnach najczęściej ulegał uszkodzeniu układ sterowania, nie były to jednak awarie aż tak dolegliwe, ponieważ średni czas ich usuwania wyniósł od 40 minut (kombajn K2) do 60 minut (kombajn K1). Na drugim miejscu pod względem liczby były awarie głowic urabiających. Były to awarie wyłączające wydobywanie w ścianie na dłuższy okres, szczególnie gdy uszkodzeniom ulegały przekładnie planetarne. Średni czas awarii przekładni planetarnych wynosił w kombajnie K2 4 godziny, a w kombajnie K1 aż 11,4 godziny. Bardzo czasochłonne w kombajnie K1 było usuwanie awarii sań; jedna awaria trwała średnio 4,6 godziny. Awaryjne awarie sań w obu kombajnach wynikały przeważnie z luzowania się połączeń śrubowych i uszkodzeń wsporników. Średni czas awarii maszynowo-hydraulicznych był w kombajnie K1 (2,28 godz.) o 67% wyższy niż w kombajnie K2 (1,53 godz.). Postój spowodowany przez statystyczną awarię elektryczną był dla obu kombajnów zbliżony (K1 - 1,33 godz., K2 - 1,24 godz.). Czas postoju ściany spowodowany awariami kombajnów stanowił 37% wszystkich przerw w pracy ściany i spowodował utratę blisko 14 dni roboczych w okresie dwunastu miesięcy eksploatacji ściany. Wcześniejsze niż planowano zatrzymanie nastąpiło ze względu na zagrożenie górnictwa.

## LITERATURA

1. Dolipski M., Giza T., Sobota P., 2000: Analiza awaryjności kompleksu zmechanizowanego w ścianie o wysokiej wydajności. KOMTECH International Scientific and Technical Conference „Efficient driving of workings in difficult mining and geological conditions” Vol.I ref. VI s.1-6 Szczyrk 7÷9.11.2000. Wyd. CMG KOMAG, Gliwice.
2. Fries J., 1999: Chainless haulage of longwall shearers (Eicotack). In Current state and perspectives of mine haulage and hoisting. Beograd.
3. Giza T., Sobota P., Osadnik J., 2002: Analiza stosowanych mechanizmów ciągnięcia ścianowych kombajnów węglowych. KOMTECH International Scientific and Technical Conference. Szczyrk 5÷7.11.2002. Wyd. CMG KOMAG, Gliwice, w druku.
4. Turek M., Rupik E., Polak M., 2001: Zakupy maszyn i urządzeń górniczych dokonane w 2000 roku i przewidziane na lata następne jako element restrukturyzacji technicznej. I Międzynarodowa konferencja „Techniki Urabiania 2001” Kraków-Krynica, wrzesień 2001. Materiały konferencyjne s. 486-499.

## Abstract

In case of longwall faces characterized by high concentration of extraction the failure frequency of machines and of the equipment incorporated in an integrated longwall system is of vital importance. Down – times resulting from failures of the integrated longwall system are what mainly causes losses in the face output and affects the costs. An analysis of the failure frequency of shearers of the KGS-345N/2BP type, that were operated on a 383 m longwall face in the space of 4 months when travelling over the common track of the face conveyor, is presented in the paper. The total power installed in each shearer amounted to 360 kW. There were two 150 kW motors that were used to drive cutting drums. A traction unit with the maximum haulage pull of  $2 \times 220$  kN made it possible to obtain a haulage speed of up to 6.8 m/min. One of the shearers ( K1 ) was operated on the face section covering 150 m beginning from the main gate, the other shearer (K 2) extracted the rest of the longwall face. Failures consisting in defects of mechanical parts and of a hydraulic system (77%) prevailed over those occurring in the electrical part (23%). The duration of failures in the mechanical and hydraulic parts was 146 hours in case of the shearer K1 and amounted to 107 hours with the shearer K2. The length of time of failures in electrical parts was 44 and 31 hours, respectively. In the space of one month of the operation of the shearers the length of time of failures occurring in the shearer K1 was 32 hours and of those occurring in the shearer K2 was 14 hours on the average. The failure frequency of the shearer K1 increased regularly in consequence of which the machine was withdrawn from the face. Cutting drums and therein planetary gears and brackets of skids turned out to be the most vulnerable elements of the shearer K1. Similarly, in the shearer K2 cutting drums also caused the major break-downs. Failures of the traction unit, especially of a power pack made also a considerable contribution to break-downs. The total down-time ensuing from failures of the shearers made that in the space of 12 months of mining on the face almost 14 days were lost. The coal production obtained on the face in this period was 825 000 tonnes whereas the net daily output ranged from 3450 to 4050 tonnes on the average.