

Wpływ przestoi technicznych i postoi górniczych na dyspozycyjny czas pracy przodka ścianowego

Streszczenie:

W pracy przedstawiono wyniki analizy postoi górniczych w odniesieniu do przestoi technicznych. Analizowane dane pochodzą z trzech przodków ścianowych, gdzie jeden z nich był w pełni zautomatyzowany. Do analizy zebranych wyników pomiarowych wykorzystano diagram Pareto-Lorenza dla rodzajów zidentyfikowanych postoi/przestoi, ich ilości i czasu usuwania. Dla służb kopalnianych zajmujących się przygotowaniem produkcji, harmonogramowaniem i utrzymaniem ruchu istotne jest systematyczne zbieranie danych o postojach/przestojach oraz ich analiza, pozwalająca na poprawę efektywnego czasu pracy przodków ścianowych.

Słowa kluczowe: efektywny czas pracy, przestój techniczny, postój górniczy, kompleks ścianowy

Keywords: effective working time, technical stops, mining downtimes, longwall systems

Abstract:

The paper present analysis results of mining downtimes in relation to mechanical downtimes. Data came from three longwall panels where one of them was fully automated. To compare the results of measurement used diagram Pareto-Lorenz for the types of downtimes/stops the amount and time of removal. For the mining support, scheduling, maintenance systematic collection of data about downtimes/stops and their analysis allow to improve the effective working longwall faces.

1. Wstęp

W obecnej sytuacji sektora wydobywczego węgla kamiennego w Polsce spółki górnicze, jak i same kopalnie, poszukują możliwości zmniejszenia kosztów wydobycia. Z punktu widzenia samej eksploatacji z przodków ścianowych, ich rentowność zależy w dużej mierze od stopnia wykorzystania czasu pracy. Zakładając, iż czas pracy przodka składa się z trzech lub czterech zmian roboczych, a czas pracy ściany wynosi 24 godziny, wówczas składowymi procesu eksploatacji będzie:

- czas organizacyjny (zjazd załogi, podział załogi, dojazd do miejsca pracy, przygotowanie stanowisk roboczych),
- czas dyspozycyjny ściany (urabianie przodka ścianowego, usuwanie przestoi technicznych i postoi górniczych),
- czas konserwacyjny (przeгляд kompleksu, usuwanie drobnych awarii, wymiana zużytych części, zmiana parametrów pracy maszyn itp.).

Dla zminimalizowania czasu organizacyjnego kopalnie wprowadzają coraz częściej międzymiany tworząc pięcio- czy sześciomianowy cykl pracy. Ilość dodatkowych zmian związana jest ściśle z drogą i czasem potrzebnym na dotarcie załogi do miejsca pracy.

Czas konserwacyjny w całości zawiera się w ramach zmiany konserwacyjnej przy systemie cztero- i więcej zmianowym. Przy systemie trójzmiannym czas konserwacyjny jest składową jedną ze zmian roboczych (najczęściej pierwszej lub trzeciej).

W obszarze tych dwóch czasów kopalnie starają się zminimalizować straty i tym samym zwiększyć czas dyspozycyjny. Niejednokrotnie czas zaoszczędzony w ten sposób, tracony jest w wyniku wystąpienia tzw. przestoi technicznych i postoi górniczych [1, 7, 8].

Przez pojęcie **efektywnego czasu pracy ściany** rozumie się czas, w jakim maszyna urabiająca odpaja urobek od calizny węglowej.

Pod pojęciem **przeostu technicznego** należy rozumieć uszkodzenia mechaniczne elementów kompleksu ścianowego, awarie elektryczne, hydrauliczne, pneumatyczne oraz odstawy taśmowej. Natomiast pod pojęciem **postoiu górniczego** [1, 7, 8] kryją się obwały i zawały skał stropowych do wyrobiska ścianowego, utraty stateczności i przebudowy wyrobisk po wystąpieniu tąpnięć, pobierki spągu czy przebudowy wyrobisk przed czołem ściany wstrzymujące lub spowalniające postęp ściany, strzelanie odprężające, rozbijanie kęsów itd.

Od roku 2009 w Polsce zaczęto stosować do eksploatacji kompleksy zautomatyzowane. Automatyzacja kompleksu wymaga, aby poszczególne maszyny i urządzenia wyposażone były w szereg czujników (położenie, prędkość, wysuw, ciśnienie itp.). Zastosowanie różnego rodzaju czujników pozwala na obserwację parametrów pracy kompleksu zautomatyzowanego i ich rejestrację. Jedną z funkcji systemów automatyzacji jest rejestracja przestoi i postoi z podaniem ich przyczyn przez sam system lub obsługującego (strugowy/kombajnista). Ten sposób zapisu pozwala na analizę przyczyn, częstotliwości występowania i czasu trwania przerw.

Autor niniejszego artykułu w swej pracy naukowej nie zajmuje się awariami maszyn górnich, jednakże jego doświadczenia [6] oraz zainteresowania skłoniły go do:

- określenia wpływu poszczególnych postoi i przestoi na czas pracy kompleksu ścianowego,
- wskazania możliwości wykorzystania automatyki kompleksu ścianowego jako narzędzia pomiarowo-diagnostycznego.

Autor posiadał dane rejestrowane w jednym z kompleksów zautomatyzowanych pracujących w jednej z kopalń węgla kamiennego. Kompleks ten w niniejszym artykule nazwano "zautomatyzowanym", a ścianie, w której pracował nadano nr „3”. Aby móc porównać pozyskane dane z kompleksu zautomatyzowanego szukano w kopalniach węgla kamiennego pól ścianowych o zbliżonych parametrach geologicznych i przyjętej technologii prowadzenia, tj. grubości pokładu, długości ściany i sposobie utrzymania wyrobiska przyścianowego za frontem ściany. W wyniku poszukiwań wyłoniono dwie ściany. Zostały one umownie nazwane ściana „1” i „2”, a kompleksom w nich pracującym nadano nazwę „niezautomatyzowane”. Średnia grubość pokładu w rejonie lokalizacji ścian „1” i „2” różniła się około 10 ÷ 15% od pokładu w rejonie ściany „3”. Za ścianami „1”, „2”, i „3” jedno z wyrobisk przyścianowych było utrzymywane z zastosowaniem zbliżonych technologii. Jedyną znaczącą różnicą była długość ściany „3”, która była większa w stosunku do ścian „1” i „2” o kilkadziesiąt metrów (26%).

2. Sposób uzyskania danych i ich interpretacja

W analizowanej ścianie zautomatyzowanej nie dokonywano ręcznie pomiarów, wszystkie dane były pozyskiwane z systemu automatyzacji kompleksu w formie tabeli, gdzie rejestrowano datę, czas przestoi/postoi, kod przestoi/postoi, przyczynę oraz uwagi obsługi (tabela 1).

Analizę danych ograniczono do informacji zawartych w tabeli pobranej z systemu automatyzacji. Jak widać z danych zamieszczonych w tabeli 1, wiedza na temat, w jakim urządzeniu i jego elemencie nastąpiła awaria ograniczona była do uwag obsługi. Ograniczeniem dla głębszej analizy danych był poziom dostępności danych.

Przykładowy zapis przestoju/postoju w ścianie zautomatyzowanej

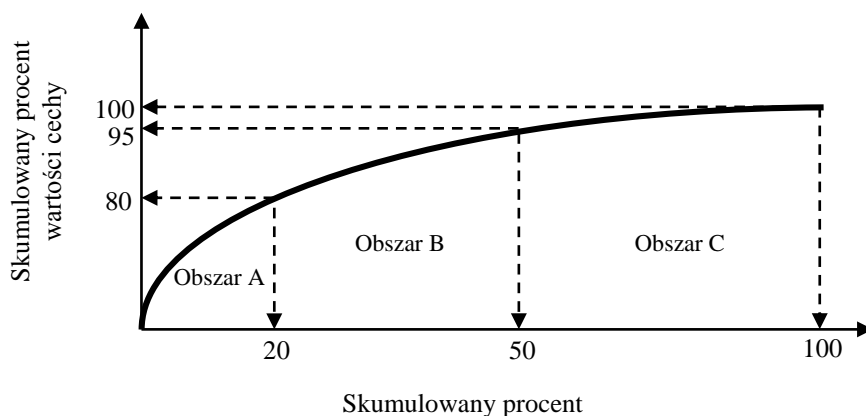
Źródło: opracowanie własne

Tabela 1

Data	Czas przestoju/postoju [h:min:s]	Kod przestoju/postoju	Przyczyna	Uwagi
31.12.2015 01:13	05:13:13	2	Awarie mechaniczne	Zerwany łańcuch
01.02.2016 07:09	01:01:55	1	Postój górniczy	Wykładka wnętrza
01.02.2016 08:15	00:05:28	4	Awarie hydrauliczne	Brak ciśnienia
01.02.2016 07:26	00:03:15	3	Awarie elektryczne	Przeciążenie silnika napędu maszyny urabiającej
01.02.2016 07:31	00:04:00	5	Awarie odstawy	Blokada na 2 Poziomie

Poprzez zastosowanie narzędzi informatycznych jak w pracy [6] jest możliwość zidentyfikowania konkretnych czujników odpowiedzialnych za zatrzymanie kompleksu zautomatyzowanego. W analizowanym okresie, w książkach raportowych sprawdzono zapisane przestoje/postoje celem weryfikacji danych z systemu. W ścianach niezautomatyzowanych zapisywano czas oraz rodzaj przestoju/postoju na wszystkich zmianach roboczych. Podział oraz minimalny czas przestoju/postoju został przyjęty jak dla ścian zautomatyzowanej. Rejestracja przestoju/postoju dokonywana była przez autora, jak i dozór górniczy.

Diagram Pareto-Lorenza (rys. 1) przez swą konstrukcję umożliwia hierarchizację czynników mających wpływ na analizowane zjawiska oraz graficzne przedstawienie względnych, bezwzględnych rozkładów rodzajów problemów, błędów (przestoi) i ich przyczyn [7]. Zastosowanie diagramu Pareto-Lorenza pozwala na przykład na wybranie 20% przyczyn, które powodują aż 80% przestoi.



Rys.1. Konstrukcja diagramu Pareto-Lorenza. Źródło: opracowanie własne na podstawie [7]

Diagram można podzielić na trzy obszary [7]:

Obszar A – postoje w tej grupie mają najistotniejszy wpływ na przebieg lub funkcjonowanie procesu. Likwidacja lub ograniczenie tych przestoi musi być sprawą priorytetową.

Obszar B – zawiera przestoje, które powinny być ograniczone w drugiej kolejności. Mają one mniejszy wpływ na funkcjonowanie procesu.

Obszar C – grupa przestoi o niskim poziomie istotności.

3. Składowe czasu pracy kompleksów niezautomatyzowanych

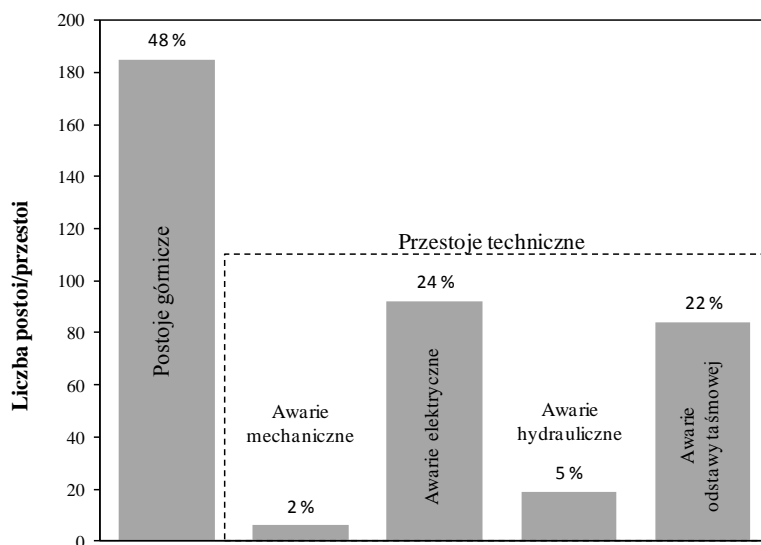
Rejestracja przestoi/postoi prowadzona była w jednej z kopalń węgla kamiennego w dwóch rejonach eksploatacyjnych znajdujących się w tym samym pokładzie. Ściany pracowały w systemie czterozmianowym z jedną zmianą konserwacyjną. Czas dyspozycyjny pracy kompleksów niezautomatyzowanych wynosił 19:30:00 *h:min:s*. W trakcie siedmiu dni pomiarowych (z wyłączeniem weekendów) odnotowywano postoje górnicze i przestoje techniczne dłuższe od 2 *min*. Przyjęty minimalny czas postoi i jego podział wynika z możliwości zapisu oprogramowania zautomatyzowanego kompleksu ścianowego.

W ścianie „1” zarejestrowano 386 przerw w trakcie pracy kompleksu, z czego 48% spowodowane było postojami górniczymi, pozostałe 52% to przestoje techniczne (rys. 2). W ścianie „2” liczba przerw wynosiła 336, z czego 66% spowodowały przyczyny górnicze (rys. 4). Składowe czasu pracy ściany (rys. 3, 5) wynosiły:

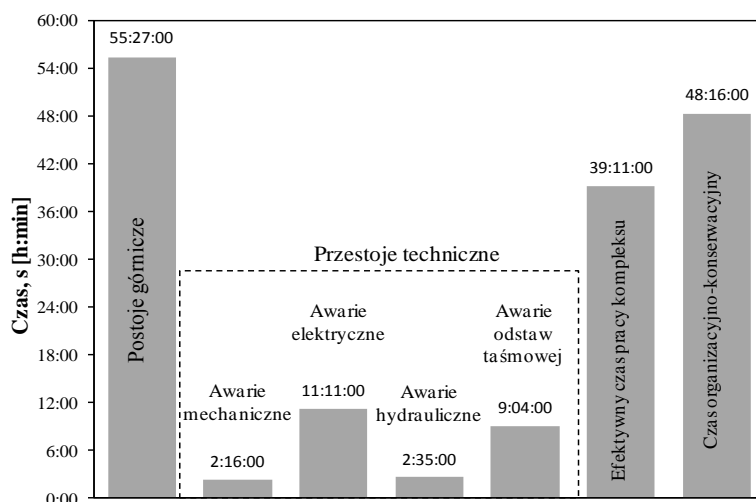
- kompleks „1”;
 - 55:27:00 *h:min:s*, postoje górnicze (33,01%),
 - 25:06:00 *h:min:s*, przestoje techniczne (14,94%),
 - 48:16:00 *h:min:s*, czas organizacyjno-techniczny (28,73%),
 - 39:11:00 *h:min:s*, efektywny czas pracy kompleksu (23,32%).
- kompleks „2”;
 - 46:23:00 *h:min:s*, postoje górnicze (33,97%),
 - 24:26:00 *h:min:s*, przestoje techniczne (17,90%)
 - 20:09:00 *h:min:s*, czas organizacyjno-techniczny (14,76%),
 - 45:32:00 *h:min:s*, efektywny czas pracy kompleksu (33,36%)

Powyższe czasy, jak i wartości procentowe odnoszą się do całkowitego czasu pracy ściany, równego 168:00 *h:min*, uzyskanego w trakcie 7 dni roboczych.

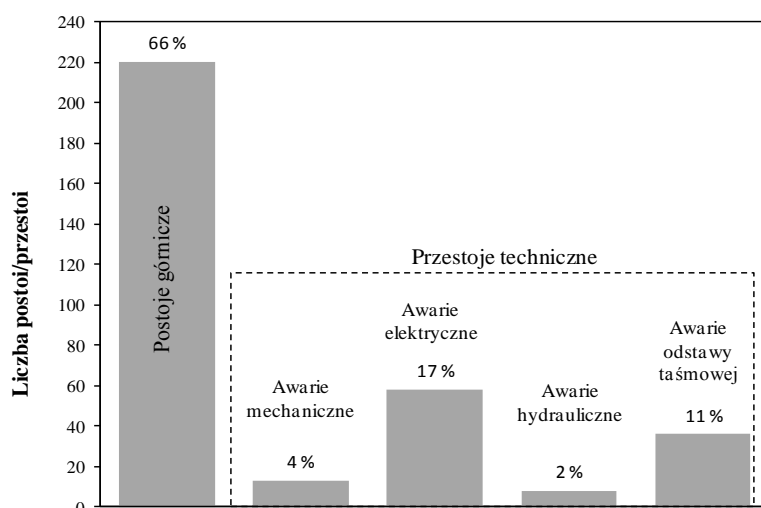
Średni efektywny czas pracy kompleksu niezautomatyzowanego w trakcie dni pomiarowych dla ścian „1”, „2” wynosił odpowiednio 5:35:51, 6:30:00 *h:min:s/dobę*.



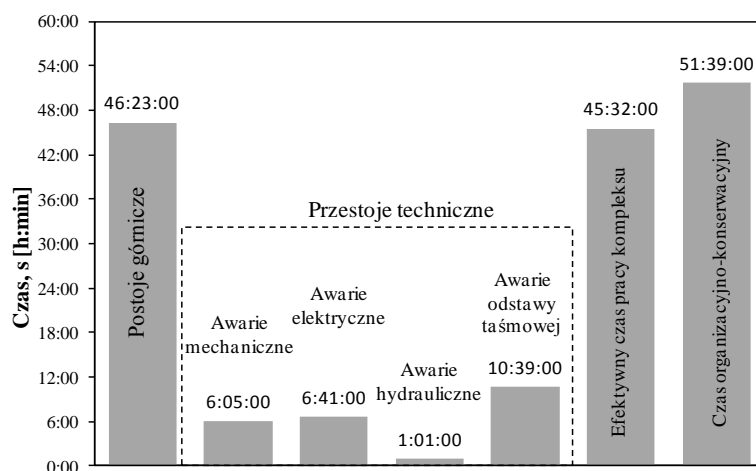
Rys. 2. Liczność postoi/przestoi w ścianie „1”. Źródło: opracowanie własne



Rys. 3. Składowe czasu pracy i postoi/przestoi w ścianie "1". Źródło: opracowanie własne



Rys. 4. Liczność postoi/przestoi w ścianie „2”. Źródło: opracowanie własne



Rys.5. Składowe czasu pracy i postoi/przestoi w ścianie "2". Źródło: opracowanie własne

Technologia eksploatacji ścian „1” i „2” zakładała utrzymanie wyrobiska za frontem eksploatacyjnym. Zgodnie z technologią za i przed nim wykonywano wzmocnienia, które były jedną z przyczyn postoi/przestoi kompleksów. Sumaryczna strata czasu na ich wykonanie wynosiła odpowiednio 11:43:00, 7:00:00 *h:min:s*. W ścianie „2” odnotowano również postoje spowodowane opadem skał stropowych do wyrobiska ścianowego, jak i awarią układu napędowego maszyny urabiającej. Czas potrzebny na usunięcie skutków opadów skał stropowych wynosił 13:40:00 *h:min:s*. W przypadku usuwania awarii układu napędowego strata czasu wynosiła 5:20:00 *h:min:s*.

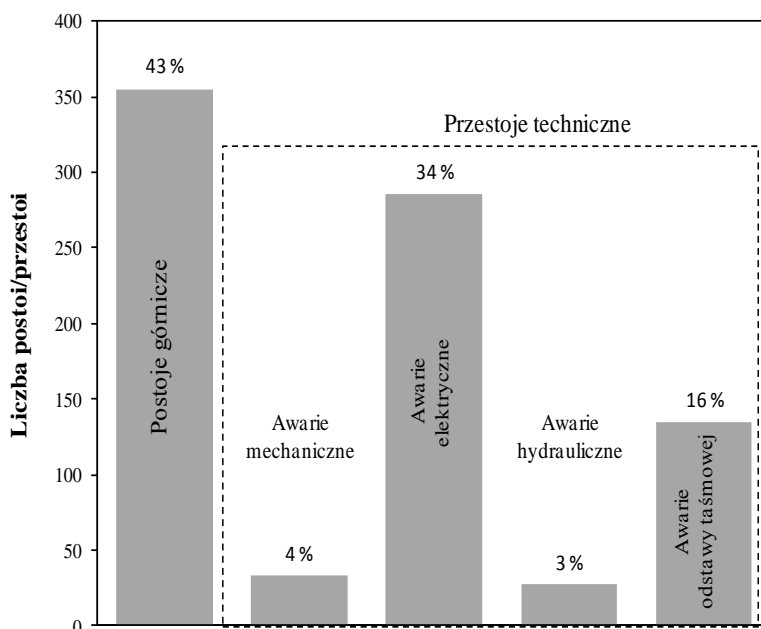
4. Składowe czasu pracy zautomatyzowanego kompleksu ścianowego

Analizie poddano postoje/przestaje zarejestrowane w ciągu 22 dni kalendarzowych, z czego 19 było dniami produkcyjnymi. Ściana „3” prowadzona była w systemie czterozmianowym z jedną zmianą konserwacyjną. Dyspozycyjny czas pracy wynosił 19:30:00 *h:min:s*. Jedno z wyrobisk przyścianowych przedmiotowej ściany było utrzymywane za frontem eksploatacyjnym. W ścianie „3” zarejestrowano 835 przerw w trakcie pracy kompleksu zautomatyzowanego, z czego 43% spowodowane było postojami górniczymi, pozostałe 57% to przestoje techniczne (rys. 6).

Składowe czasu pracy ściany (rys. 7) wyniosły:

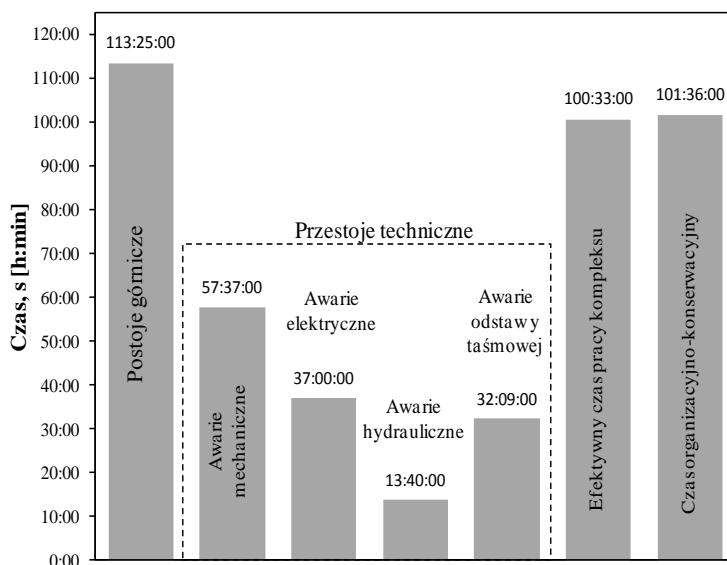
- 113:25:00 *h:min:s*, postoje górnicze (24,87%),
- 140:26:00 *h:min:s*, przestoje techniczne (30,80%)
- 101:36:00 *h:min:s*, czas organizacyjno-techniczny (22,05%),
- 100:33:00 *h:min:s*, efektywny czas pracy kompleksu (22,28%).

Średni efektywny czas pracy kompleksu zautomatyzowanego dla dni eksploatacyjnych wynosił 5:17:00 *h:min:s/dobę*.



Rys.6. Liczność postoi/przestoi zautomatyzowanego kompleksu ścianowego.

Źródło: opracowanie własne

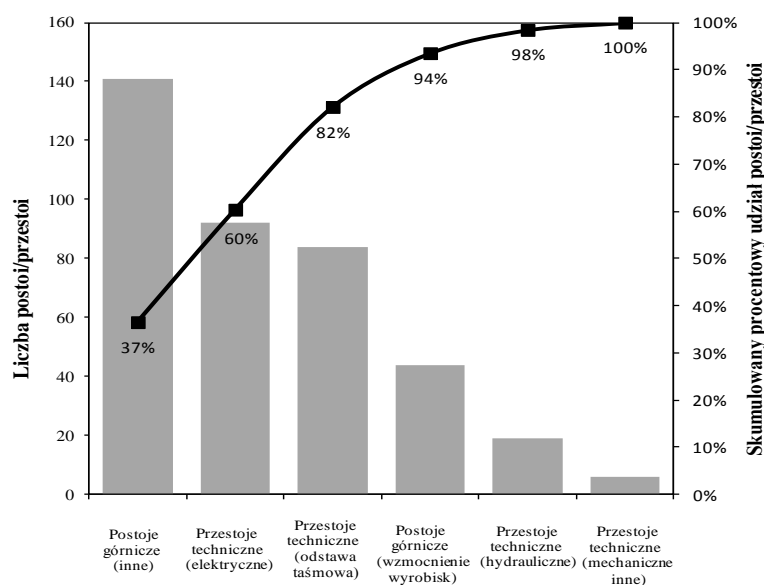


Rys.7. Składowe czasu pracy i postoi/przestoi w zautomatyzowanym kompleksie ścianowym.
Źródło: opracowanie własne

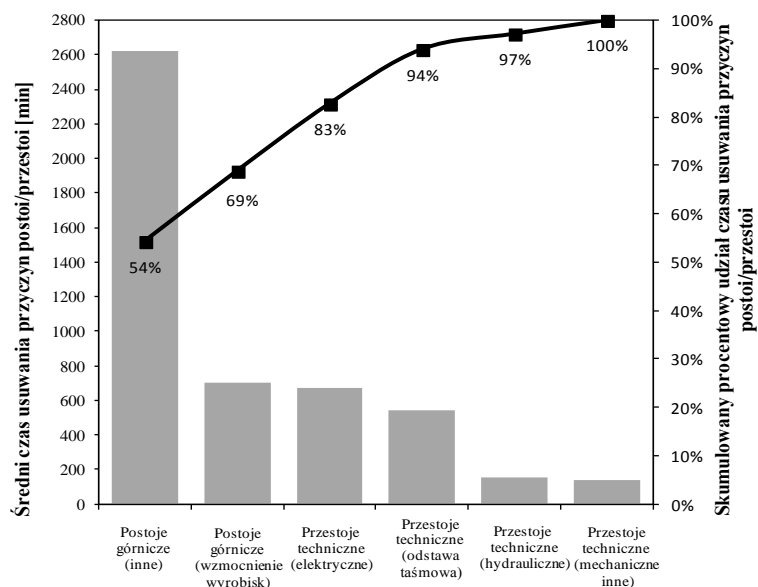
W przypadku postoi/przestoi zaimplementowanych z oprogramowania nie ma możliwości określenia czasu straconego na wzmocnienie wyrobisk przyścianowych. Uzyskano natomiast dane postoi związanych z opadem skał stropowych do wyrobiska ścianowego i uszkodzeniem układu napędowego urządzenia urabiającego. Usunięcie dwóch awarii układu napędowego zabrało czas równy 39:35:00 h:min:s. Prace związane z usunięciem dwóch niewielkich obwałowań skał stropowych wymagały 9:37:00 h:min:s.

5. Analiza wpływu czasów postoi/przestoi na dyspozycyjny czas pracy przodka ścianowego z wykorzystaniem diagramu Pareto-Lorenza

W tabeli 2 przedstawiono wartości identyfikujące poszczególne postoje/postoje. Na ich podstawie skonstruowano diagram Pareto-Lorenza dla liczby postoi/przestoi (rys. 8) i średniego czasu usuwania przyczyn ich zaistnienia (rys. 9).



Rys. 8. Diagram Pareto-Lorenza dla rodzajów i liczby postojów/przestojów w ścianie "1".
Źródło: opracowanie własne



Rys.9. Diagram Pareto-Lorenza dla rodzajów i czasu usuwania przyczyn postoi/przestoi w ścianie "1".

Źródło: opracowanie własne

Z diagramu zamieszczonego na rysunku 9 wynika, że 82% to postoje górnicze (inne niż wzmocnienie wyrobiska), awarie elektryczne oraz odstawy taśmowej urobku.

Inaczej jednak przedstawia się diagram (rys. 9) z analizowanymi średnimi czasami usuwania przyczyn postoi/przestoi. Prym wiodą postoje górnicze gdzie, aż 69% czasu potrzebnego na usunięcie wszystkich przyczyn przypada właśnie na nie.

Postoje/przestoje w ścianie "1". Źródło: opracowanie własne

Tabela 2

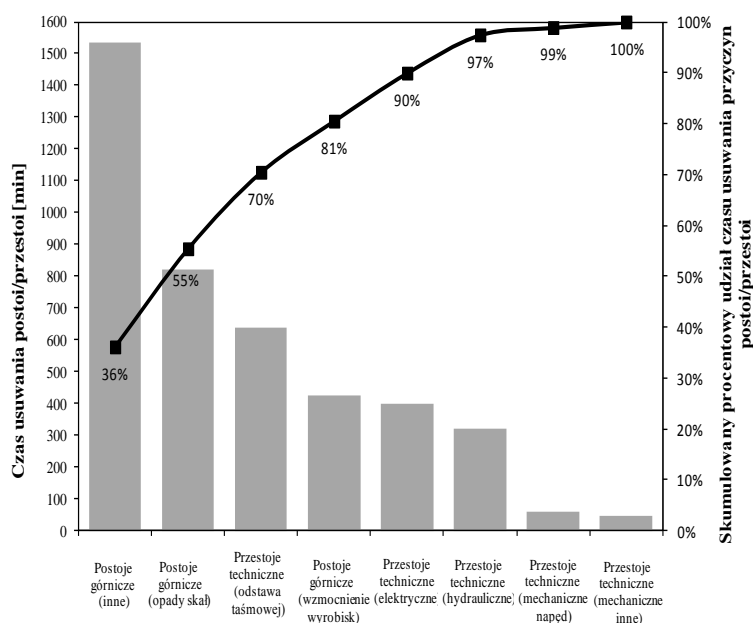
Rodzaj postoi/przestoi		Liczba postoi/przestoi	Procentowy udział postoi/przestoi	Skumulowany procentowy udział postoi/przestoi	Czas usuwania przyczyn postoi/przestoi	Procentowy udział czasu usuwania przyczyn postoi/przestoi	Skumulowany procentowy udział czasu usuwania przyczyn postoi/przestoi
Postoje górnicze	Inne	141	36,53%	37%	43:44:16	54%	54%
	Opad skał stropowych	0	0,00%	37%	00:00:00	0%	54%
	Wzmocnienie wyrobiska	44	11,40%	48%	11:43:00	15%	69%
Przestoje techniczne	Awarie mechaniczne inne	6	1,55%	49%	02:16:00	3%	72%
	Awarie układ napędowy	0	0,00%	49%	00:00:00	0%	72%
	Awarie elektryczne	92	23,83%	73%	11:11:00	14%	86%
	Awarie hydrauliczne	19	4,92%	78%	02:35:00	3%	89%
	Awarie odstawy taśmowej	84	21,76%	100%	09:04:00	11%	100%

Tabela 3 przedstawia wartości identyfikujące postoje/przestoje w ścianie „2”. Z diagramu (rys. 10) wynika, iż 82 % zaistniałych przerw to postoje górnicze (inne niż opady skał stropowych) i awarie elektryczne. Natomiast z diagramu zamieszczonego na rysunku 11 można wyciągnąć wniosek, że 81% czasu straconego wynika z usuwania przyczyn postoi górniczych oraz awarii odstawy taśmowej urobku.

Postoje/przestoje w ścianie "2". Źródło: opracowanie własne

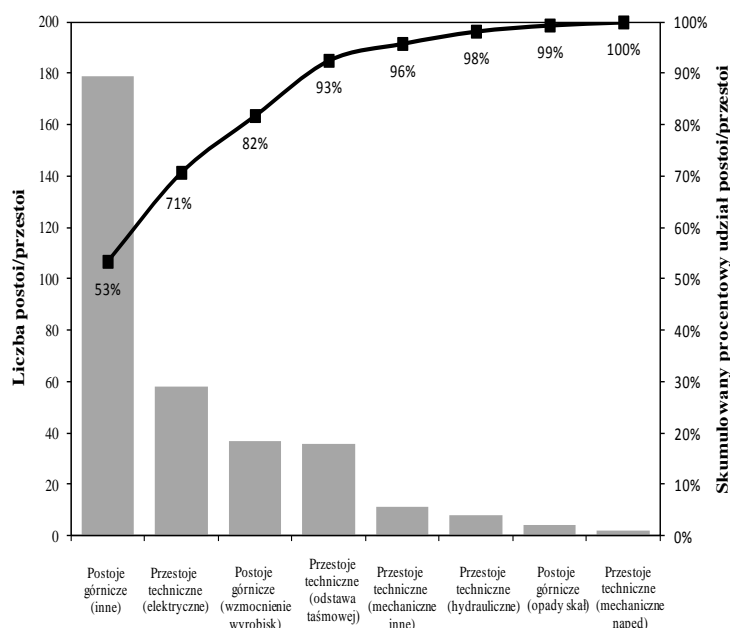
Tabela 2

Rodzaj postoi/przestoi		Liczba postoi/przestoi	Procentowy udział postoi/przestoi	Skumulowany procentowy udział Postoi/przestoi	Czas usuwania przyczyn postoi/przestoi	Procentowy udział czasu usuwania przyczyn postoi/przestoi	Skumulowany procentowy udział czasu usuwania przyczyn postoi/przestoi
Postoje górnicze	Inne	179	53,43%	53%	25:36:13	36%	36%
	Opad skał stropowych	4	1,19%	55%	13:39:36	19%	55%
	Wzmocnienie wyrobiska	37	11,04%	66%	07:07:11	10%	65%
Przestoje techniczne	Awarie mechaniczne inne	11	3,28%	69%	00:46:36	1%	67%
	Awarie układu napędowego	2	0,60%	70%	05:18:57	8%	74%
	Awarie elektryczne	58	17,31%	87%	06:41:00	9%	84%
	Awarie hydrauliczne	8	2,39%	89%	01:01:20	1%	85%
	Awarie odstawy taśmowej	36	10,75%	100%	10:39:00	15%	100%



Rys.10. Diagram Pareto-Lorenza dla rodzajów i liczby postoi/przestoi w ścianie "2".

Źródło: opracowanie własne



Rys.11. Diagram Pareto-Lorenza dla rodzajów i czasu usuwania przyczyn postoi/przestoi w ścianie "2".

Źródło: opracowanie własne

Dane dotyczące awaryjności kompleksu zautomatyzowanego, służące do sporządzenia diagramu Pareto-Lorenza, zamieszczono w tabeli 4.

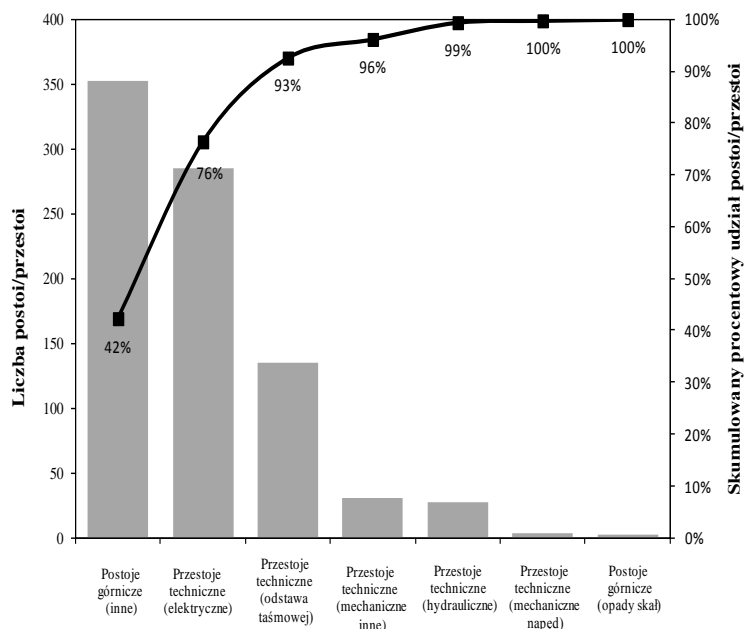
Rysunek 12 przedstawia diagram, na bazie którego można stwierdzić, iż 93% ilości przerw przypada na postoje górnicze oraz awarie elektryczne i odstawy taśmowej.

Postoje/przestoje w ścianie z kompleksem zautomatyzowanym. Źródło: opracowanie własne

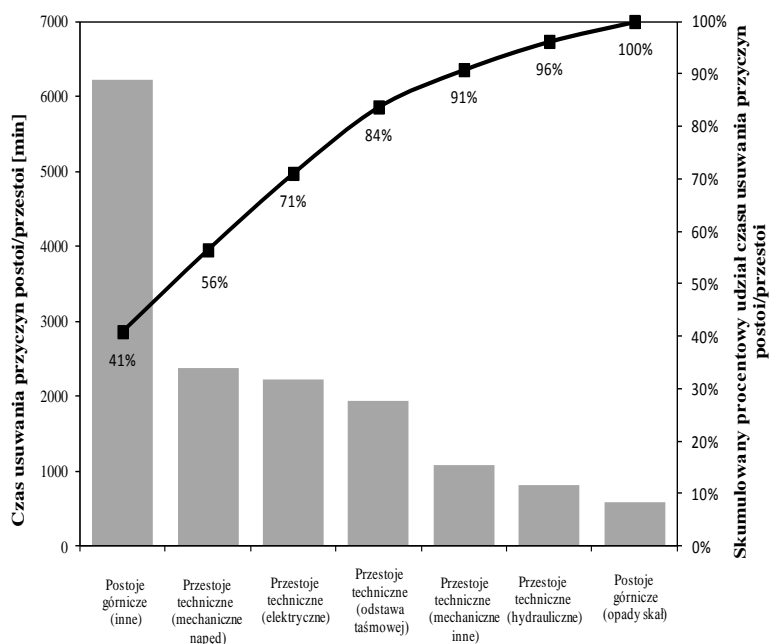
Tabela 3

Rodzaj postoi/przestoi		Liczba postoi/przestoi	Procentowy udział postoi/przestoi	Skumulowany procentowy udział postoi/przestoi	Czas usuwania przyczyn postoi/przestoi	Procentowy udział czasu usuwania przyczyn postoi/przestoi	Skumulowany procentowy udział czasu usuwania przyczyn postoi/przestoi
Postoje górnicze	inne	353	42,28%	42%	103:48:00	41%	41%
	opad skał stropowych	2	0,24%	43%	9:37:00	4%	45%
	wzmocnienie wyrobiska	0	0,00%	43%	00:00:00	0%	45%
Przestoje techniczne	Awarie mechaniczne inne	30	3,59%	46%	18:03:00	7%	52%
	Awarie układ napędowego	3	0,36%	46%	39:35:00	16%	67%
	Awarie elektryczne	285	34,13%	81%	37:00:00	15%	82%
	Awarie hydrauliczne	27	3,23%	84%	13:40:00	5%	87%
	Awarie odstawy taśmowej	135	16,17%	100%	32:09:00	13%	100%

Natomiast diagram z rysunku 13 dowodzi, iż najwięcej czasu stracono w ścianie zautomatyzowanej w ciągu 19 dni roboczych na usunięcie postoi górniczych (innych niż opady skał stropowych) i awarii napędu oraz odstawy taśmowej. Czas ten wyniósł 71% całkowitego czasu usuwania przyczyn postoi/przestoi.



Rys.12. Diagram Pareto-Lorenza dla rodzajów i liczby postoi/przestoi w ścianie z kompleksem zautomatyzowanym. Źródło: opracowanie własne



Rys.13. Diagram Pareto-Lorenza dla rodzajów i czasu usuwania przyczyn postoi/przestoi w ścianie z kompleksem zautomatyzowanym. Źródło: opracowanie własne

6. Podsumowanie

Jednym z elementów wspomagających poprawę efektywności przodków ścianowych jest wprowadzanie narzędzi diagnostycznych, pozwalających na wczesne wykrywanie stanów przedawaryjnych maszyn i urządzeń [4, 5, 9, 10, 13]. Takim narzędziem może być system automatycznego sterowania i wizualizacji pracy kompleksu ścianowego.

Diagramy Pareto-Lorenza mogą pomóc służbom utrzymania ruchu w hierarchizacji awaryjności poszczególnych elementów kompleksu ścianowego oraz określenia ich żywotności. Jednakże z uwagi na brak układów diagnostyki należy skupić się na głównych elementach, takich jak np. organ, ramię, napęd, łańcuch itp. Niestety w sytuacji takiej wszystkie awarie muszą być rejestrowane w całości ręcznie przez służby kopalniane. Specyfika prowadzenia frontów eksploatacji nie sprzyja prowadzeniu bardzo dokładnych pomiarów czasu wystąpienia poszczególnych awarii, jak i rozpoznania ich przyczyn. Ponadto konieczne jest poleganie na rzetelności pracowników zamiast obiektywizmu, jakim charakteryzują się systemy automatyczne.

W przypadku wykorzystania diagramów Pareto-Lorenza, ważnym staje się określenie składowych postoi górniczych i przestoi technicznych w odniesieniu do przyjętej technologii prowadzenia przodków ścianowych. Odpowiedni podział pozwoli na dokładniejszą hierarchizację przestoi i postoi.

W przypadku kompleksów zautomatyzowanych proces rejestracji zdarzenia odbywa się automatycznie. Obsługa (strugowy/kombajnista) może dodać poprzez oprogramowanie komentarz precyzujący rodzaj awarii lub przyczynę przestoju/awarii. Przez zwiększenie poziomu dostępności do zapisów w systemie, będzie istniała możliwość przyporządkowania przestoju do czujnika przez co otrzymamy informację, który z elementów kompleksu pracował nieprawidłowo lub uległ awarii, jak często dany element ulega awariom oraz jakie zdarzenia poprzedzają wystąpienie tej awarii.

Jak wynika z przedstawionych powyżej analiz diagramów Pareto-Lorenza, w kontekście zwiększenia wykorzystania kompleksów ścianowych równie duże znaczenie jak przestoje techniczne mają postoje górnicze. Istnieje wiele metod prognozujących ich wielkość, stopień oddziaływania czy możliwość wystąpienia, jednakże określa się je tylko raz, przed rozpoczęciem eksploatacji danego pola ścianowego. Niejednokrotnie wyniki prognoz nie są zgodne z rzeczywistością i ciężko je wykorzystać do wiarygodnej analizy. W pracy [6] proponuje się wykorzystanie systemów automatyzacji kompleksów do monitoringu deformacji wyrobisk przyścianowych (jedna ze składowych postojów górniczych) w czasie rzeczywistym. Z analizy literaturowej [3, 11, 12] oraz obserwacji w trakcie prowadzonych badań [6], nasunęły się wnioski, iż parametry rejestrowane mogą posłużyć do określenia możliwości wystąpienia obwałów i zawałów skał stropowych do wyrobiska ścianowego, jak i wystąpienia tzw. ciśnienia okresowego w specyficznych warunkach geologiczno-górniczych Górnośląskiego Zagłębia Węglowego i Lubelskiego Zagłębia Węglowego.

Wydaje się, że składowe postojów górniczych, jak i przejawy ich wystąpienia, mają wpływ na awaryjność kompleksu ścianowego. W trakcie analiz danych na potrzeby niniejszego artykułu zauważono, iż zdarzenie górnicze (opady skał stropowych) powodowały zadziałanie zabezpieczeń napędów odstawy ścianowej i napędu maszyny urabiającej. Po kilku wyłączeniach awaryjnych napędów doszło do uszkodzenia napędu maszyny urabiającej.

Przy ocenie efektywności eksploatacji pola ścianowego należy na równi traktować postoje górnicze (wynikające z przyjętej technologii i natury górotworu) z awariami maszyn i urządzeń górniczych.

Praca wykonana w ramach badań statutowych 11.11.100.775

Literatura

- [1] Biały W.: Awaryjność górniczych urządzeń technicznych w procesie wydobywczym. Problemy bezpieczeństwa w budowie i eksploatacji maszyn i urządzeń górnictwa podziemnego, Centrum Badań i Dozoru Górnictwa Podziemnego, Łędziny, 2010.
- [2] Czerwiński S.: Ocena efektów ekonomicznych kompleksów ścianowych. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, Seria: Organizacja i Zarządzanie 2011, z. 59, 219-223.
- [3] Hoyer D.: Early warning of longwall roof cavities using LVA software. Underground coal operators conference, University of Wollongong, Research online, 2012.
- [4] Hu J., Zhang Sh., Wang Cho.: Diagnosis of Shearer Faults and Development Trend. Coal Mine Machinery 2008, no. 9.
- [5] Johansson M.: Effective process monitoring in underground mining. The 4th International Platinum Conference, Platinum in transition "Boom or Bust", 2010.
- [6] Korzeniowski W., Herezy Ł., Krauze K., Rak Z., Skrzypkowski K.: Monitoring górotworu na podstawie analizy pracy sekcji obudowy zmechanizowanej. Kraków: Wydawnictwo AGH, 2013.
- [7] Skotnicka-Zasadzień B.: Zastosowanie inżynierii jakości i niezawodności do analizy awaryjności obiektów technicznych na przykładzie maszyn i urządzeń górniczych. Gliwice: Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, 2014.
- [8] Skotnicka-Zasadzień B., Biały W.: Analiza możliwości wykorzystania narzędzia Pareto-Lorenza do oceny awaryjności urządzeń górniczych. Eksploatacja i Niezawodność – Maintenance and Reliability 2011, 3, 51-55.
- [9] Sottile J., Hollowey L. E.: An overview of fault monitoring and diagnosis in mining equipment. IEEE Transactions on Industry Applications, No. 5, 1994.
- [10] Szymański Z.: Nowoczesne metody badań diagnostycznych maszyn górniczych z wykorzystaniem programu DIAGNOPRZEM. Napędy i sterowanie, nr 7/8, 2013.
- [11] Trueman R., Lyman G., Cocker A.: Longwall roof control through a fundamental understanding of shield-strata interaction. International Journal of Rock Mechanics & Mining Science, vol. 46, issue, 2009.
- [12] Verma A.K., Deb D.: Numerical Analysis of the interaction between hydraulic powered support and surrounding rock strata at Indian longwall face. The 12th International Conference of International Association for Computer Methods and Advances in Geomechanics, Ghoa, India, 2008.
- [13] Zimroz R., Wodecki J., Król R., Andrzejewski M., Śliwiński M., Stefaniak M.: Self-propelled Mining Machine Monitoring System – Data Validation, Processing and Analysis. Mine Planning and Equipment Selection, Springer International Publishing, 2014.