

# Zagrożenie hałasem w zakładach przeróbki mechanicznej węgla kamiennego

prof. dr hab. inż. Aleksander Lutyński  
Instytut Techniki Górniczej KOMAG

## Streszczenie:

W artykule omówiono zagadnienie zagrożenia hałasem w zakładach przeróbki mechanicznej węgla kamiennego. Opisano metodykę badań, aparaturę oraz przedstawiono wyniki badań natężenia dźwięku emitowanego przez wybrane maszyny i urządzenia układów technologicznych wzbogacania węgla na dwóch kopalniach. Dokonano krytycznej analizy wyników uzyskanych w badaniach oraz przedstawiono przykład ograniczenia oddziaływania hałasu na pracownika obsługi.

Słowa kluczowe: górnictwo, przeróbka mechaniczna, zagrożenie hałasem

Keywords: mining industry, mechanical coal processing, noise hazard

## Abstract:

The article presents problems related to noise hazard in hard coal mechanical processing plants. Testing methodology, measuring equipment and the results of noise measurements emitted by selected equipment and machines in two coal processing plants are described. Critical analysis of the results and an example of reduction of maintenance staff exposure to noise are presented.

## 1. Wprowadzenie

Jednym z zagrożeń dla zdrowia, które występuje w zakładach przeróbki mechanicznej jest hałas emitowany przez maszyny i urządzenia pracujące w układach technologicznych wzbogacania węgla kamiennego. Zagrożenie zdrowia hałasem identyfikowane jest zgodnie z istniejącymi i obowiązującymi normatywami [7] i odnoszone do najwyższych dopuszczalnych natężeń dźwięku (NDN) w środowisku pracy, które podane są w [8, 9].

W środowisku pracy hałas definiowany jest przez [7]:

- *równoważny poziom dźwięku - stopień ekspozycji na hałas w stosunku do ośmiogodzinnego dobowego wymiaru czasu pracy i harmonizującą mu ekspozycję tygodniową,  $L_{EX,8h}$* . W przypadku, gdy  $L_{EX,8h} \geq 80$  dB na jego osobiste życzenie pracownika pracodawca jest zobligowany do udostępnienia mu środków ochrony przed hałasem. Zapewnienie pracownikowi środków ochrony przed hałasem jest obowiązkowe gdy  $L_{EX,8h} \geq 85$  dB.

Poziom ekspozycji odniesiony do ośmiogodzinnego dnia pracy obliczany jest z zależności:

$$L_{EX,8h} = L_{Aeq,Te} + 10 \lg \frac{T_e}{T_0} \quad (1)$$

gdzie:

$L_{Aeq,Te}$  - równoważny poziom dźwięku A określony dla czasu ekspozycji  $T_e$ , [dB](A)

$T_e$  - czas ekspozycji na hałas [s]

$T_0$  - czas odniesienia (8 h = 28800s) [s]

Natomiast poziom ekspozycji odniesiony do tygodnia pracy obliczany jest z następującej zależności:

$$L_{EX,w} = 10 \lg \left| \frac{1}{n} \sum 10^{0,1(L_{EX,sh})i} \right| \quad (2)$$

gdzie:

$i$  - kolejny dzień ekspozycji na hałas [-]

$n$  - liczba dni roboczych w rozpatrywanym tygodniu [-]

- **szczytowy poziom dźwięku C -  $L_{Cs}$** , dotyczy dźwięków impulsowych - podczas przekroczenia wartości 135 dB pracodawca jest zobowiązany wprowadzić środki ochrony przed hałasem.
- **maksymalny poziom dźwięku A -  $L_{Amax}$** , podczas przekroczenia wartości 115 dB pracodawca jest zobowiązany wprowadzić środki ochrony przed hałasem.

W celu identyfikacji zagrożenia hałasem, a następnie prowadzenia profilaktyki przeciwhałasowej wykonywane są systematycznie badania emisji dźwięku na poszczególnych stanowiskach pracy. Efekty działań profilaktycznych dostrzegalne są w statystykach chorób zawodowych pracowników tych zakładów, które zanotowano na przestrzeni kilkunastu lat. Wyniki te pokazano w [3]. Przedstawione dane jednoznacznie wskazują na istotną, pozytywną zmianę w ograniczeniu zagrożenia hałasem w zakładzie przeróbki mechanicznej węgla kamiennego. Skutki tego zagrożenia, przejawiające się w notowanej, wysokiej liczbie zachorowań na chorobę zawodową (utrata słuchu), obserwowano w latach dziewięćdziesiątych. W latach dziewięćdziesiątych hałas był przyczyną choroby zawodowej, związanej z uszkodzeniem narządu słuchu, w blisko dziewięćdziesięciu procentach. W ostatnich latach istotnie spadła liczba zachorowań z wyżej wymienionego powodu, a w latach 2011 i 2012 dominującą przyczyną zachorowań na chorobę zawodową było zapylenie na stanowiskach pracy. Notowany istotny, bo ponad dziesięciokrotny, spadek zachorowań z powodu hałasu należy upatrywać we właściwie prowadzonej profilaktyce.

Mimo istniejącej poprawy sytuacji w omawianym zakresie konieczne są dalsze konsekwentne działania, w tym badania identyfikujące poziom emitowanego dźwięku przez maszyny poszczególnych stanowisk pracy oraz ocenę klimatu akustycznego w otoczeniu tych maszyn. W artykule przedstawiono wyniki takich badań przeprowadzone w dwóch zakładach przeróbczych w latach 2013 i 2014.

## 2. Metodyka pomiarów i użyta w nich aparatura

Pomiary natężenia dźwięku w zakładach przeróbki mechanicznej wykonywano w ramach prac dyplomowych magisterskich [1] i [2] zgodnie z zapisami norm: PN-EN ISO 9612:2011 [6] z wyłączenie punktu 10 i 11 i PN-N-01307:1994 [7]. W badaniach mierzono natężenie dźwięku  $L_{Aeq}$  na stanowiskach obsługi maszyn i urządzeń (na zewnątrz kabin i w kabinach), szczytowy poziom dźwięku C -  $L_{Cs}$  oraz maksymalny poziom dźwięku A -  $L_{Amax}$ . Stanowiska, których obsługa była potencjalnie zagrożona emisją hałasu, wytypowano arbitralnie uwzględniając aktualne dane z literatury przedmiotowej i wcześniej wykonywane badania w tym zakresie.

Podstawą oceny poziomu hałasu były wyniki trzykrotnych pomiarów na każdym wybranym stanowisku objętym badaniami podczas pracy danej maszyny lub urządzenia.

Średnie poziomy natężenia dźwięku  $L_{Aeqsr}$  wyznaczono z zależności:

$$L_{Aeqsr} = 10 \log \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n 10^{0.1L_{Aeq}} \quad (3)$$

gdzie:

$L_{Aeqsr}$  – średni poziom natężenia dźwięku [dB]

$n$  – liczba pomiarów w serii [-]

$L_{Aeq}$  – wynik pojedynczego pomiaru – równoważny poziom dźwięku  $A$  [dB].

Podstawę oceny szczytowego i maksymalnego natężenia dźwięku  $L_{Cs}$  i  $L_{Amax}$  stanowiły najwyższe spośród trzech notowanych wyników pomiarów.

Równoważny poziom dźwięku - stopień ekspozycji na hałas w stosunku do 8-mio godzinowego dobowego czasu pracy wyznaczono z zależności (1).

Do wyznaczania poziomu dźwięku emitowanego przez maszyny przerobcze stosowano całkujący miernik poziomu dźwięku – Sonometr typu 2236 firmy Brüel & Kjær. Miernik ten posiada 1. klasę dokładności. Sonometr firmy Brüel & Kjær spełnia wymagania takich norm jak IEC 804, IEC 651, DRAFT S1.43-199X, a także ANSI-1983. Jest miernikiem umożliwiającym pomiar natężenia dźwięku zarówno na stanowiskach pracy, jak i w środowisku. Pozwala na pracę w temperaturze od  $-10^{\circ}\text{C}$  do  $50^{\circ}\text{C}$  i do 30% wilgotności, bez wyników zniekształcenia pomiarów.

### 3. Wyniki pomiarów natężenia dźwięku na wybranych stanowiskach pracy

Wyniki badań przeprowadzonych w zakładach przeróbki mechanicznej dwóch kopalń węgla kamiennego, oznaczonych jako 1 i 2, zaprezentowano w tabelach od 1 do 5. W tabeli 1 przedstawiono przykładowo wyniki poszczególnych pomiarów natężenia dźwięku  $L_{Aeq}$ ,  $L_{Aeqsr}$ ,  $L_{Cs}$  i  $L_{Amax}$  na stanowisku obsługi młynów kulowych i rekuperacji w zakładzie przeróbki kopalni 1 [2]. W tabelach 2 i 4 zaprezentowane zostały średnie wyniki zbiorcze, które uzyskano z badań w dwóch zakładach przeróbki kopalni 1 i 2 [1], [2]. W tabelach tych, oprócz szczytowego poziomu dźwięku C, maksymalnego poziomu dźwięku A, i poziomu ekspozycji odniesionego do ośmiogodzinnego dnia pracy, podano przekroczenie tego poziomu oraz dopuszczalny czas pracy w zidentyfikowanych warunkach klimatu akustycznego. Czas ten obliczono z przekształcenia zależności (1). Przykład graficznego oszacowania tego czasu pokazano na rysunku 1.

W tabelach 3 i 5 zaprezentowano wyniki badań natężenia dźwięku w kabinach dźwiękoizolacyjnych, z których pracownicy obsługi prowadzili obserwacje i sterowali maszynami oraz urządzeniami przerobczych układów technologicznych. W tabelach podano tylko poziom ekspozycji na hałas odniesiony do ośmiogodzinnego dnia pracy oraz przekroczenie tego poziomu.

## Wyniki pomiarów natężenia dźwięku na stanowisku obsługi młynów kulowych i rekuperacji [2]

Tabela 1

Stanowisko	Mierzony parametr	Wyniki pomiarów [dB]			Podstawa oceny hałasu [dB]
		1	2	3	
Obsługa młynów kulowych i rekuperacji	$L_{Aeq}$	104,4	100,2	99,9	99,8
	$L_{Amax}$	104,0	103,2	103,8	104,0
	$L_{Cs}$	108,9	110,1	109,5	110,1

## Wyniki badania ekspozycji na hałas na poszczególnych stanowiskach obsługi – KWK 1[2]

Tabela 2

Lp.	Stanowisko	Średni poziom ekspozycji $L_{EX, 8h}$ [dB]	Przekroczenie poziomu dopuszcz. [dB]	Maks. czas pracy [min]	Maks. poziom dźwięku $L_{Amax}$ [dB]	Szczytowy poziom dźwięku C $L_{Cs}$ [dB]
1	Młyny kulowe i rekuperacja	99,8	14,8	17	104,0	110,1
2	Przesiewacze PZ i taśmy	96,1	11,1	37	100,9	105,7
3	Przesiewacze odwadniające koncentrat	98,1	13,1	24	105,0	107,4
4	Pompownia cieczy ciężkiej	86,7	1,7	280	93,0	99,3
5	Pompownia płuczki miałowej	85,2	0,2	480	92,6	98,6
6	Pompownia Dorr'a	92,4	7,4	88	95,7	104,6
7	Filtry tarczowe	98,8	13,8	20	100,7	108,8
8	Przesiewacze klasyfikacji wtórnej	89,4	4,4	174	94,6	102,7
9	Przenośnik taśmowy	81,8	-	480	93,5	99,2
10	Taśmy przebiercze	88,5	3,5	110	93,4	102,5
11	Zbiornik kamienia	90,5	5,5	128	93,5	102,9

## Wyniki badania ekspozycji na hałas w dźwiękoizolacyjnych kabinach obsługi – KWK 1 [2]

Tabela 3

Lp.	Stanowisko	Średni poziom ekspozycji $L_{EX, 8h}$ [dB]	Przekroczenie poziomu dopuszczalnego [dB]
1	Młyny kulowe i rekuperacja	76,3	11,3
2	Pompownia cieczy ciężkiej	75,5	10,5
3	Pompownia płuczki miałowej	77,2	12,2
4	Pompownia Dorr'a	72,4	7,4
5	Filtry tarczowe	91,6	26,6
6	Przesiewacze klasyfikacji wtórnej	65,7	0,7
7	Przenośnik taśmowy	75,3	10,3
8	Taśmy przebiercze	63,9	-

## Wyniki badania ekspozycji na hałas na poszczególnych stanowiskach obsługi – KWK 2[1]

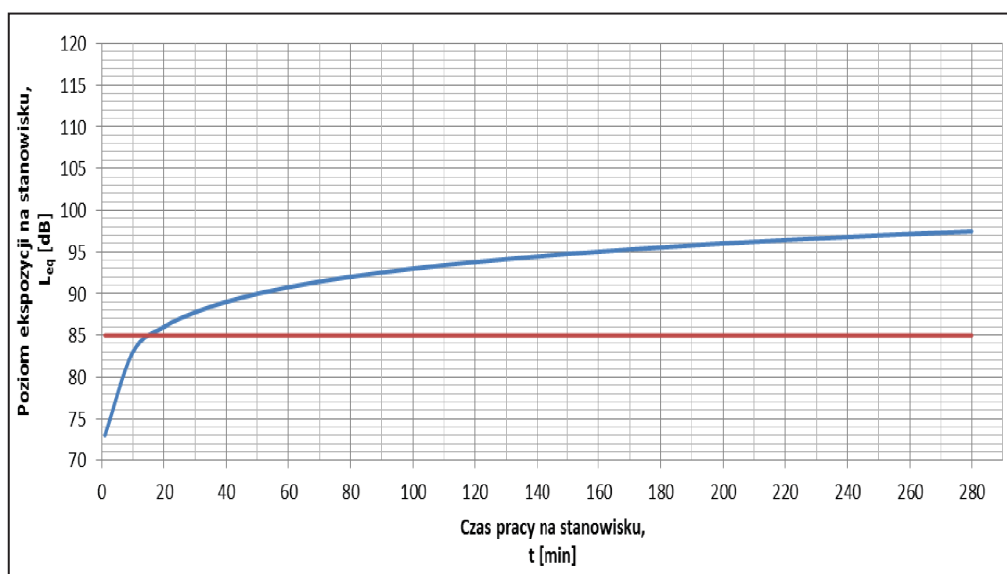
Tabela 4

Lp.	Stanowisko	Średni poziom ekspozycji $L_{EX, 8h}$ [dB]	Przekroczenie poziomu dopuszcz.	Maks. czas pracy [min]	Maks. poziom dźwięku $L_{Amax}$ [dB]	Szczytowy poziom dźwięku C $L_{Cs}$ [dB]
1	Klasyfikacji wstępnej - podajniki i przesiewacze (1)	89,7	4,7	163	101,4	108,1
2	Przenośnik taśmowy	86,2	1,2	370	94,9	97,7
3	Przesiewacze (2)	90,0	5,0	152	98,2	102,4
4	Filtry tarczowe	87,4	2,4	274	94,0	99,3
5	Taśmy przebieczce	85,6	0,6	415	92,1	97,5
6	Pompy cieczy ciężkiej	86,3	1,3	342	95,2	99,8
7	Pompownia Dorr'a	86,8	1,8	314	97,1	100,8
8	Przesiewacze klasyfikacji końcowej	90,1	5,1	147	94,6	102,7
9	Przenośniki taśmowe – rejon klasyfikacji końcowej	85,7	0,7	406	93,5	99,2
10	Kruszarka kęsów	90,4	5,4	138	99,4	101,5
11	Przenośnik taśmowy - skip	86,5	1,5	336	94,8	99,9
12	Szczękowa kruszarka kamienia	87,0	2,0	302	98,8	102,1
13	Stożkowa kruszarka kamienia	88,5	3,5	213	102,3	105,1
14	Obsługa załadunku węgla	87,6	2,6	263	101,7	104,8

## Wyniki badania ekspozycji na hałas w dźwiękoizolacyjnych kabinach obsługi – KWK 2 [1]

Tabela 5

Lp.	Stanowisko	Średni poziom ekspozycji $L_{EX, 8h}$ [dB]	Przekroczenie poziomu dopuszczalnego [dB]
1	Przesiewacze (2)	70,5	5,5
2	Rejon klasyfikacji końcowej	63,7	-
3	Przenośnik taśmowy - skip	77,2	12,2



Rys. 1. Poziom ekspozycji na stanowisku obsługi młynów kulowych i rekuperacji - czas pracy dla dziennego poziomu ekspozycji  $L_{EX,8h} = 85,0$  dB;  $t = 17$  min [2]

Analizując wyniki uzyskane z badań stwierdzić należy, że poziom dźwięku emitowanego przez wybrane maszyny i urządzenia przeróbcze jest wysoki. Wprawdzie na wszystkich analizowanych stanowiskach pracy nie stwierdzono przekroczenia szczytowego poziomu dźwięku C i maksymalnego poziomu dźwięku A, jednak z dwudziestu pięciu stanowisk poddanych badaniu w przypadku dwudziestu czterech stwierdzono przekroczenia dopuszczalnego poziomu ekspozycji odniesionego do ośmiogodzinnego dnia pracy. Wynika z tego, że pracodawca, w myśl istniejących przepisów, jest zobowiązany do zapewnienia odpowiednich środków zabezpieczenia przed hałasem.

Badania przeprowadzone w ośmiu dźwiękoizolacyjnych kabinach wykazały, że tylko w dwóch z nich nie stwierdzono przekroczenia dopuszczalnego poziomu dźwięku. Zgodnie bowiem z istniejącymi przepisami [7] poziom ten dla kabin dyspozytorskich, obserwacyjnych i zdalnego sterownia nie powinien być wyższy niż 65 dB.

#### 4. Podsumowanie

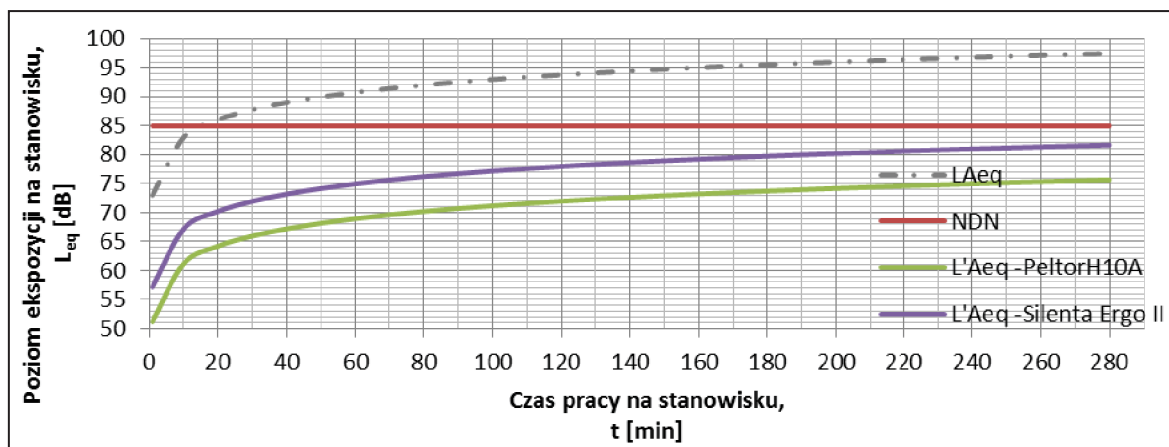
Przeprowadzone badania poziomu dźwięku na dwudziestu pięciu stanowiskach obsługi maszyn i urządzeń oraz ośmiu kabinach dźwiękoizolacyjnych w dwóch zakładach przeróbki mechanicznej kopalń i przeprowadzona analiza wyników wykazała, że mimo widocznej poprawy wykazywanej w statystykach chorób zawodowych, klimat akustyczny w zakładach przeróbki mechanicznej kopalń węgla kamiennego jest ciągle mało komfortowy. Walka z hałasem metodami technicznymi, poprzez pasywną lub aktywną redukcję emisji jego źródeł, przynosi ograniczone rezultaty. Wysoki poziom dźwięku emitowanego przez maszyny i urządzenia przeróbcze jest bowiem wynikiem specyfiki ich pracy.

Również wyniki działań organizacyjnych, jakimi są odsunięcie pracownika obsługi od źródła hałasu, umożliwienie mu obserwacji i sterowania pracą maszyn z kabiny dźwiękoizolacyjnej, nie przynoszą pożądanego rezultatu. Kabin nie ograniczyły poziomu hałasu w stopniu pożądanym. Można przypuszczać, że wykonano je z nieodpowiednią

starannością, lub są one niewłaściwie użytkowane. Tylko odpowiednio zaprojektowane, przemysłowe kabiny dźwiękoizolacyjne, wykonane profesjonalnie, z użyciem właściwych materiałów dźwiękoizolacyjnych, mogą spełnić wymagania stawiane przedmiotowymi przepisami.

Najkorzystniejsze rezultaty w ograniczeniu oddziaływania hałasu na pracownika uzyskuje się stosując środki ochrony osobistej. Obecnie pracodawcy dysponują szeroką gamą środków ochronnych takich jak: wkładki przeciwhałasowe jednorazowego użytku, wkładki przeciwhałasowe wielokrotnego użytku, nauszники pasywne i nauszники z aktywnym układem redukcji hałasu [4]. Indywidualne ochronniki słuchu powinny być jednak odpowiednio dobrane do warunków i klimatu akustycznego środowiska pracy pod kątem tłumienia panującego hałasu. Służą temu odpowiednie metody, które opisano w [4].

Przykładem istotnego ograniczenia oddziaływania hałasu na pracownika, przez zastosowanie odpowiednich ochronników słuchu, jest cytowane powyżej stanowisko obsługi młynów i rekuperacji. Dla panujących na tym stanowisku warunków nauszники ochronne dobrane stosując metodę HML. Szczegółowy sposób szacowania poziomu dźwięku A pod ochronnikami, za pomocą wymienionej metody, podany jest w normie PN-EN ISO 4869-2:2002 [5]. Graficzny obraz ograniczenia oddziaływania hałasu po zastosowaniu ochronników słuchu Pelthor H10A oraz Silenta Ergo, w porównaniu do sytuacji pokazanej na rysunku 1, przedstawiono na rysunku 2 [2].



Rys. 2. Poziomy ekspozycji na stanowisku obsługi młynów kulowych i rekuperacji po doborze nauszników ochronnych [4]

Z rysunku wynika, że oba typy nauszników ochronnych pozwalają na ośmiogodzinną pracę na analizowanym stanowisku. Użycie tych nauszników sprawia, że oddziaływanie hałasu, mimo wysokiego poziomu dźwięku emitowanego przez obsługiwane maszyny, nie jest szkodliwe dla pracownika obsługi.

## Literatura

- [1] Faron J.: Analiza natężenia poziomu dźwięku na wybranych stanowiskach pracy w kopalni „X”. Praca dyplomowa magisterska Wydział Górnictwa i Geologii. Politechnika Śląska. Promotor: Lutyński A. Gliwice 2014 r.
- [2] Gurst M.: Identyfikacja poziomu hałasu na poszczególnych stanowiskach technologicznych w wybranym zakładzie przeróbczym kopalni węgla

kamiennego. Praca dyplomowa magisterska Wydział Górnictwa i Geologii. Politechnika Śląska. Promotor: Lutyński A. Gliwice 2014 r.

- [3] Lutyński A.: Zagrożenia metanem, pyłem i hałasem występujące w zakładach przeróbki mechanicznej kopalń węgla kamiennego. Monografia nr 16. Seria: Innowacyjne techniki i technologie mechanizacyjne. ISBN: 978-83-60708-96-5. Instytut Techniki Górniczej KOMAG. Gliwice 2016 r.
- [4] Lutyński A.: Zwalczanie zagrożeń wywołanych przez metan, pył i hałas w zakładach przeróbki mechanicznej kopalń węgla kamiennego. Monografia nr 18. Seria: Innowacyjne techniki i technologie mechanizacyjne. ISBN: 978-83-65593-03-0. Instytut Techniki Górniczej KOMAG. Gliwice 2017 r.
- [5] PN-EN ISO 4869-2:2002 Akustyka - Ochronniki słuchu - Część 2: Szacowanie efektywnych poziomów dźwięku A pod ochronnikami słuchu
- [6] PN-EN ISO 9612:2011 Akustyka - Wyznaczanie zawodowej ekspozycji na hałas - Metoda techniczna
- [7] PN-N-01307:1994 Hałas – Dopuszczalne wartości hałasu w środowisku pracy - Wymagania dotyczące wykonywania pomiarów
- [8] Rozporządzenie Ministra Gospodarki i Pracy z dnia 5 sierpnia 2005 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy pracach związanych z narażeniem na hałas lub drgania mechaniczne (Dz.U. 2005 nr 157 poz. 1318)
- [9] Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 6 czerwca 2014 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy (Dz.U. 2014 poz. 817)

*Czy wiesz, że ....*

*...firma KOMATSU - znany producent maszyn i urządzeń, w tym dla górnictwa podziemnego - wdraża również systemy sterowania i kontroli dla kompleksów ścianowych stosowanych w kopalniach węgla kamiennego. Aparatura monitorująca pracę urządzeń zapewnia ich operatorom odpowiedni poziom bezpieczeństwa w ścianie wydobywczej. Najnowszym rozwiązaniem firmy w tym zakresie jest tzw. Centrum Zdalnego Zarządzania (ang. Remote Management Centre – RMC), które z bezpiecznej odległości umożliwia dostęp do wszystkich informacji krytycznych, dostarcza ponadto obrazy z kamer rozmieszczonych w ścianie oraz sygnalizuje stan kluczowych parametrów pracy urządzeń. System ten pozwala też obsłudze, w skrajnych sytuacjach, na przejście w tryb „ręcznego” sterowania i podejmowania decyzji z odległości na podstawie dostarczonych informacji i obrazów.*

*World Coal 2017 nr 9 s.21-24*