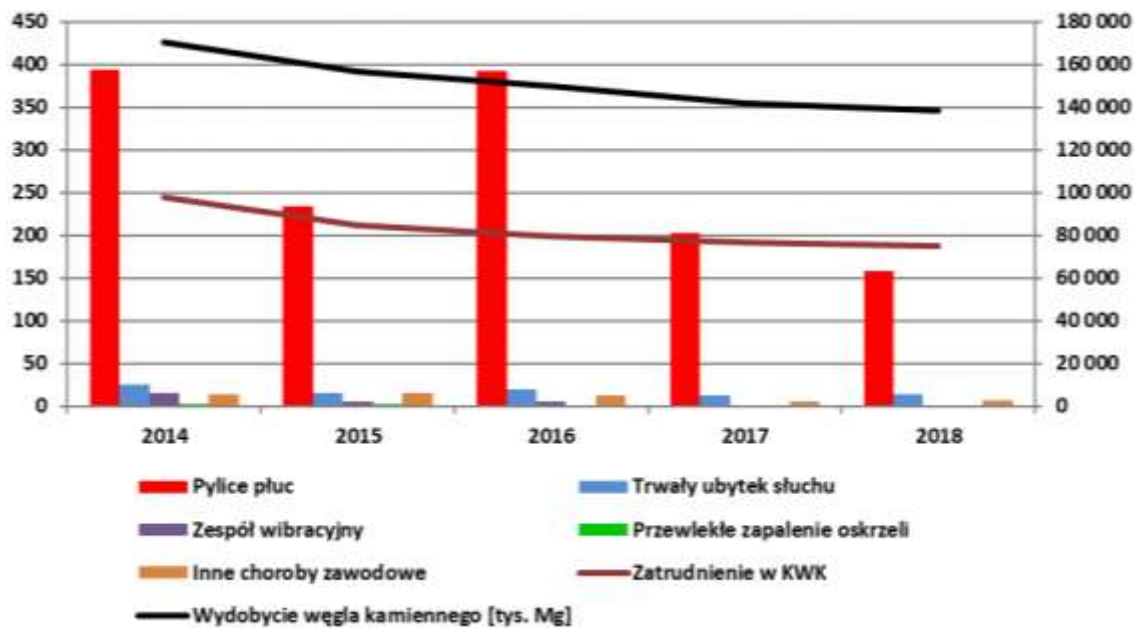


ZAGROŻENIE PYŁAMI SZKODLIWYMI DLA ZDROWIA W ZMECHANIZOWANYCH ROBOTACH PRZYGOTOWAWCZYCH

11.1 WSTĘP

Pylica płuc jest jedną z najstarszych chorób zawodowych górników. Definicja choroby zawodowej została zamieszczona w art. 235¹ ustawy z 26.06.1974 r. – „Kodeks pracy” [16], jednak w potocznym znaczeniu można określić ją jako zaburzenie stanu zdrowia wywołane ponadnormatywnym oddziaływaniem środowiska na organizm ludzki. W Polsce obowiązuje rozporządzenie [9] w sprawie chorób zawodowych w którym wymieniono 26 chorób zawodowych, z czasookresem, wystąpienia udokumentowanych objawów chorobowych co upoważnia do rozpoznania choroby zawodowej pomimo wcześniejszego zakończenia pracy w narażeniu zawodowym. Katalog ten jest zamknięty, co oznacza że za chorobę zawodową można uznać tylko taką, która jest wymieniona w wykazie. W Polsce najczęściej wymienianymi chorobami zawodowymi są choroby zakaźne lub pasożytnicze albo ich następstwa. Wśród województw, w których stwierdzono najwięcej chorób zawodowych w 2018 r. można wymienić śląskie, mazowieckie i dolnośląskie. W województwie śląskim, ze względu na dużą koncentrację przemysłu wydobywczego, występuje najwięcej przypadków pylic płuc górników węgla kamiennego. Co prawda liczba zachorowań systematycznie spada w czasie ale jest to trend adekwatny do zmniejszania się liczby załogi zatrudnionej w zakładach górniczych (rys. 11.1).

Dodatkowym czynnikiem takiego trendu jest okres narażenia i rozwijania się choroby zawodowej, który wynosi od kilkunastu do kilkudziesięciu lat. Okres narażenia na pyły szkodliwe dla zdrowia jest równy lub krótszy od okresu pracy. Jednak okres rozwijania się choroby wynosi od kilku do kilkunastu lat i obejmuje również lata po zakończeniu pracy w warunkach zapylenia. W związku z tym większość przypadków zachorowania na pylicę jest odnotowanych u byłych pracowników [1, 17]. Prawidłowa identyfikacja zagrożenia pyłowego pozwala na wskazanie miejsc i czynności, przy których stężenie pyłów szkodliwych dla zdrowia jest największe i niebezpieczne dla zdrowia.



Rys. 11.1 Zapadalność na choroby zawodowe w kopalniach węgla kamiennego

Źródło: [17]

W tym celu można by zastosować nowoczesne technologie pozwalające na stały monitoring zagrożenia. Zastosowanie tych technologii umożliwi także szybkie reagowanie w sytuacjach skrajnie niebezpiecznych, zarówno pod względem działania na zdrowie pracowników jak i na zagrożenie wybuchem pyłu węglowego.

11.2 POMIARY STĘŻENIA PYŁÓW SZKODLIWYCH W ŚRODOWISKU PRACY

Pomiary stężenia pyłów szkodliwych dla zdrowia znajdują swoje umocowanie w art. 66 ust. 1 Konstytucji RP, który stwierdza, że „Każdy ma prawo do bezpiecznych i higienicznych warunków pracy”. Sposób realizacji tego prawa oraz obowiązki pracodawcy stanowią art. 227 §1 i §2 ustawy z dnia 26 czerwca 1974 r. „Kodeks pracy” [16], określając tryb, metody, rodzaj i częstotliwość wykonywania badań i pomiarów czynników szkodliwych dla zdrowia występujących w środowisku pracy. W związku z ilością chorób zawodowych, specyfiką branży oraz nasilającymi się innymi zagrożeniami, przemysł wydobywczy musiał w indywidualny sposób podejść do zagadnienia związanego z narażeniem pracowników na działanie pyłów szkodliwych dla zdrowia. Zagadnienia związane z tym zagrożeniem zostały zawarte w rozporządzeniu [11]. Przepisy nakładają obowiązek dokonywania pomiarów w ustalonym czasie oraz odnoszą się bezpośrednio do zabezpieczenia załogi przed działaniem czynników szkodliwych dla zdrowia. Jedną z ważniejszych kwestii odnoszących się do czasu pomiarów określono w §234 ust. 1 rozporządzenia [11]. W stosunku do rozporządzenia [10], 30 dniowy okres dokonania pomiarów, w określonych przypadkach, został skrócony do 7 dni.

Metody pomiarów stężeń pyłu w kopalniach węgla kamiennego opierają się na zastosowaniu dozymetrii indywidualnej [8]. Na jej podstawie dokonuje się doboru

środków ochrony zarówno zbiorowej jak i indywidualnej. Prawo [11, 12] nakazuje dokonania pomiarów w okresie 12 miesięcy lub w razie zmiany warunków górniczo-geologicznych, określonych w rozporządzeniu [11]. W rozporządzeniu [10] jest mowa o pomiarach ciągłych w przypadkach, gdy zostanie przekroczona wartość najwyższego dopuszczalnego stężenia pułapowego dla określonego czynnika chemicznego. Dla węgla (kamiennego, brunatnego) zostały określone wyłącznie wartości NDS, które wynoszą odpowiednio 10 mg/m³ dla frakcji wdychanej oraz 2 mg/m³ dla frakcji respirabilnej, natomiast dla krzemionki krystalicznej na poziomie 0,1 mg/m³, dla frakcji respirabilnej. Mając na uwadze zdrowie pracowników i wpływ stężenia pyłów na zdrowie, takie pomiary mogłyby zostać wprowadzone do ruchu zakładu górniczego, jako jedna z metod wskaźnikowych. Pomiary przy pomocy pyłomierzy stacjonarnych pozwalają na ciągły pomiar wartości stężenia pyłów w środowisku pracy. Pomiary te mogą również posłużyć zakładom górniczym jako jeden z elementów oceny ryzyka zagrożenia wybuchem. Nowoczesne urządzenia mogą zostać podłączone do systemu dyspozytorskiego przy pomocy lokalnych urządzeń monitoringu parametrów bezpieczeństwa, tak jak w przypadku stosowania czujników stężenia metanu lub tlenku węgla, co pozwala na zdalny odczyt danych, wizualizację i archiwizację wyników. W skrajnie niebezpiecznych przypadkach, po wystąpieniu zapylenia powyżej ustalonego pułapu, umożliwia to niezwłoczne podjęcie stosownych czynności w celu zapewnienia właściwego poziomu bezpieczeństwa. Zastosowanie ciągłych stacjonarnych pomiarów stężenia pyłu umożliwia także kontrolę nie tylko stanowiska pracy lecz całego rejonu stanowiącego strefę zagrożenia.

11.3 POMIARY ZAPYLENIA W WYROBISKACH GÓRNICZYCH

Zasady dokonywana pomiarów zawarto w normie [7]. Dotyczą one dozymetrii indywidualnej i pomiarów stacjonarnych. Cytowana norma ma charakter ogólny i ustanawia zasady pobierania próbek powietrza oraz interpretacji wyników niezbędnych w celu oceny narażenia zawodowego na substancje chemiczne i pyły w każdej gałęzi przemysłu [18]. Branża górnicza, w ramach pracującego Komitetu Technicznego nr 275 przy Polskim Komitecie Normalizacyjnym, opracowała normę odnoszącą się do podziemnych wyrobisk górniczych, która również ma zastosowanie do powierzchniowych stanowisk pracy w ruchu zakładu górniczego [8]. W myśl tej normy procedura pomiarowa powinna rozpocząć się od zebrania podstawowych informacji na temat środowiska pracy, odnoszących się do samego zagrożenia, osób tam przebywających jak i zastosowanych środków ochrony indywidualnej i zbiorowej. Pomiary oparte na dozymetrii indywidualnej polegają na pobraniu pyłu w środowisku pracy, przy pomocy pompki z filtrem na głowicę próbobiorczą. Kolejne czynności opierają się na wyborze osoby reprezentatywnej dla danego stanowiska pracy i wyposażaniu jej w pyłomierz pozwalający na pobór frakcji respirabilnej i wdychanej. Sam sposób pobierania próbek opiera się na umieszczeniu pyłomierza grawimetrycznego na ciele pracownika, z zachowaniem

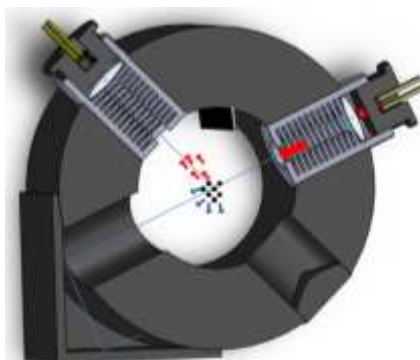
warunku, iż wlot powietrza (względnie króciec wlotowy), znajduje się w strefie oddychania pracownika. Czas trwania pomiarów powinien obejmować minimum 70% procesu technologicznego. O wyborze danego rodzaju pyłomierza w ruchu zakładu górniczego decyduje przede wszystkim możliwość jego wykorzystania w przestrzeni zagrożenia wybuchem, w oparciu o rozporządzenie Ministra Rozwoju z dnia 6 czerwca 2016 r. w sprawie wymagań dla urządzeń i systemów ochronnych przeznaczonych do użytku w atmosferze potencjalnie wybuchowej, które implementowało Dyrektywę Parlamentu Europejskiego i Rady 2014/34/UE z dn. 24 lutego 2014 r. w sprawie harmonizacji ustawodawstwa państw członkowskich odnoszących się do urządzeń i systemów ochronnych przeznaczonych do użytku w atmosferze potencjalnie wybuchowej. W związku z tym, wiele nowoczesnych urządzeń stosowanych powszechnie w innych gałęziach przemysłu, nie może być stosowanych w ruchu podziemnego zakładu górniczego.

11.4 METODYKA POMIARÓW WYKORZYSTANA W PRACY

Przedstawione w artykule pomiary zapylenia w wyrobiskach górniczych zostały wykonane przy użyciu dwóch typów pyłomierzy: grawimetrycznego CIP-10 Arelco A.R.C. oraz optycznego PŁ-2 produkcji Łukasiewicz-EMAG. Pierwszy z nich, indywidualny pyłomierz grawimetryczny, jest powszechnie stosowany w górnictwie węgla kamiennego i innych branżach. Służy do pomiarów stężenia pyłów w zakresie frakcji respirabilnej (nazwa producenta: CIP-10-R), torakalnej-tchawicznej (nazwa producenta: CIP-10-T) i całkowitej (nazwa producenta: CIP-10-I). Dokonuje pomiarów masy pyłu w metrze sześciennym powietrza. Przepływ powietrza przez pyłomierz jest stały i wynosi od 7 do 10 dm³/min, w zależności od zastosowanego selektora frakcji. Prostota w obsłudze i dokładność pomiarów sprawiły, że jest powszechnie stosowany od lat dziewięćdziesiątych XX wieku. Pyłomierze grawimetryczne CIP-10-R i CIP-10-I, wykorzystane do pomiarów wykorzystanych w artykule, były wypożyczane z laboratorium pomiarowo-badawczego. W laboratorium tym przeprowadzano również analizy laboratoryjne ilości frakcji respirabilnej i wdychanej oraz zawartości krystalicznej krzemionki.

Kolejna metoda pomiarowa, optyczna, wykorzystuje efekt Tyndalla, którego działanie oparte jest na rozproszeniu promieniowania świetlnego na roztworze koloidalnym, którym w tym przypadku jest mieszanina cząstek pyłu z powietrzem.

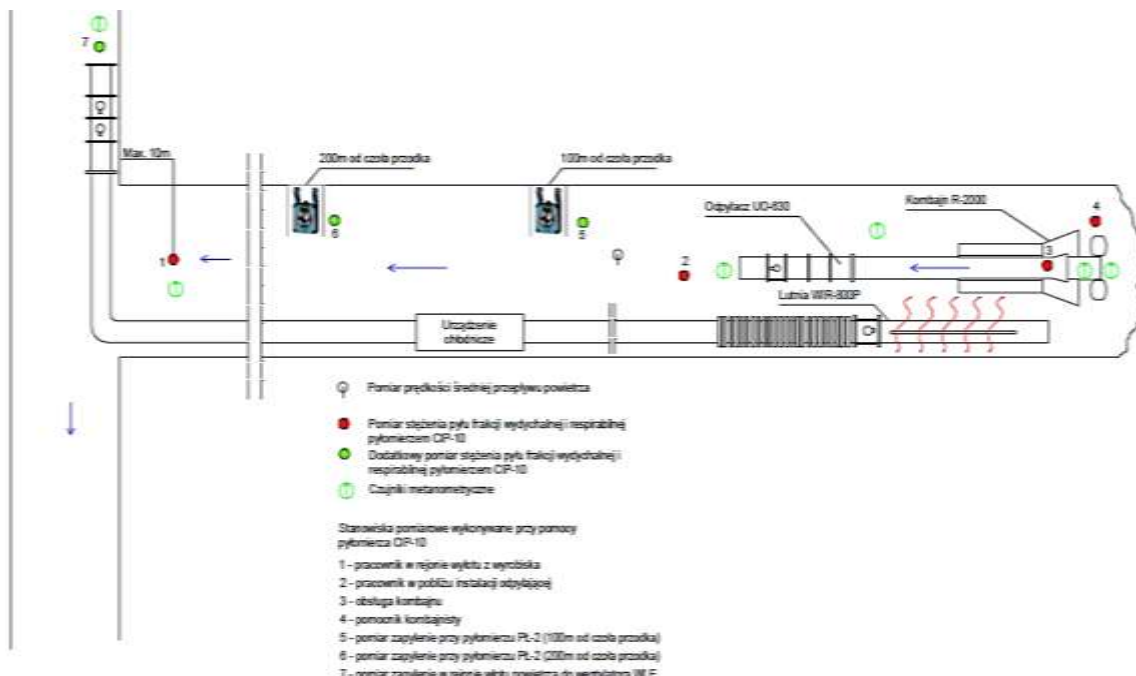
Pyłomierz składa się z komory pomiarowej w kształcie rury cylindrycznej, w której usytuowany jest kanał nadajnika stanowiącego diodę podczerwieni (rys. 11.2 po stronie prawej, w części górnej), fotodioda będąca odbiornikiem usytuowana jest w kanale przesuniętym pod kątem 110° (rys. 11.2 po stronie lewej, w części górnej). Komora wygaszająca, przeznaczona do pochłaniania promieniowania pochodzącego z nadajnika znajduje się po przeciwległej stronie kanału nadajnika. Komora po przeciwległej stronie kanału odbiornika (w jego osi symetrii) posiada tuleję ze stożkiem rozpraszającym promieniowanie odbite od odbiornika [4].



Rys. 11.2 Budowa komory pomiarowej pyłomierza optycznego

Source: [3]

Pyłomierz optyczny PŁ-2 przystosowany jest do pomiarów stężenia frakcji respirabilnej. Rozwiązania zastosowane w pyłomierzu pozwalają na jego podłączenie do ogólnozakładowego systemu dyspozytorskiego, co umożliwiło stałą obserwację zagrożenia. Przyrząd nie posiada mechanizmu związanego z pobieraniem prób. Ilość powietrza przepływającego przez komorę pomiarową jest zależna od prędkości powietrza w wyrobisku, w miejscu usytuowania pyłomierza. Do pomiarów wykorzystano dwa pyłomierze optyczne zabudowane w centralnym punkcie wyrobiska na wysokości ok. 1,8 m od spągu (rys. 11.3), zgodnie z instrukcją producenta [6]. Obok pyłomierzy optycznych umieszczano pyłomierze grawimetryczne, dla kontroli wskazań przyrządu pomiarowego.



Rys. 11.3 Schemat rozmieszczenia urządzeń w wyrobisku

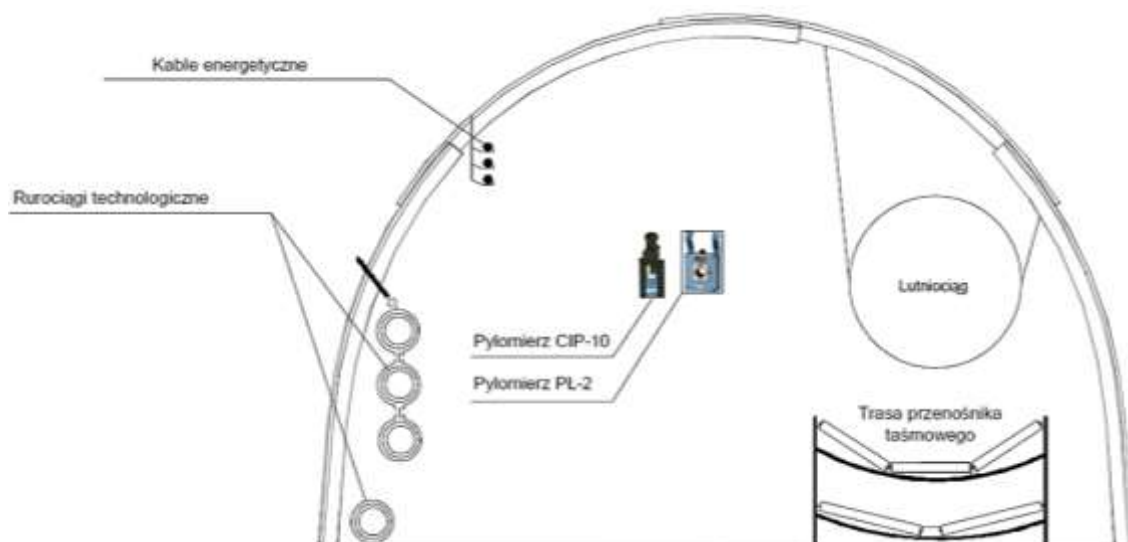
Źródło: [5]

Pyłomierze grawimetryczne CIP-10-R były również stosowane w celu kalibracji przyrządów optycznych. W związku z zastosowanym urządzeniem optycznym,

kalibracja odbywała się na specjalnie skonstruowanym stanowisku w Łukasiewicz-EMAG, z wykorzystaniem pyłu pobranego z wyrobiska. Miało to szczególne znaczenie w jednym z wyrobisk, w którym dokonywano pomiarów, gdyż przekrój geologiczny był na tyle zmienny, że przyrząd optyczny wymagał częstych kalibracji. Poza standardowymi cyklami wykonywanymi przy zastosowaniu pyłomierzy grawimetrycznych, pomiary odbywały się w sposób ciągły z wykorzystaniem pyłomierzy PŁ-2, w celu pomiarów stężenia pyłów w wyrobisku poza cyklem produkcyjnym np. transporcie materiałów czy pracach konserwacyjnych.

11.5 MIEJSCE POBIERANIA PRÓB I PROWADZENIA POMIARÓW

Pomiary wykonano w wyrobisku wyposażonym w kombajn chodnikowy typu R-2000 o maksymalnej mocy 380 kW, przeznaczony do drążenia wyrobisk o przekroju do 43,1 m² w skałach o wytrzymałości na ściskanie do 110 MPa [14]. Wraz z postępem robót w wyrobiskach pyłomierze stacjonarne były przebudowywane, z zachowaniem odległości 100 m i 200 m od czoła przodka (Rys. 11.4). Pomiary były dokonywane w wyrobisku o zmiennych warunkach górniczo-geologicznych. Wraz z postępem robót następowało wymycie pokładu, co skutkowało zwiększeniem piaskowca w przekroju wyrobiska, którego wytrzymałość (Rc) była zmienna w granicach od 43,7 MPa do 65,3 MPa. Narastanie udziału piaskowca w przodku drążonego wyrobiska powodowało wzrost zapylenia. Średnio zmianowy postęp w wyrobisku wynosił 0,8 m przy nachyleniu od -10° do 10°. W chodniku zastosowano obudowę ŁP 10/V32/4/A oraz ŁP 12/V32/4. Warunki górniczo-geologiczne zmusiły zakład górniczy do zastosowania w końcowym etapie drążenia materiałów wybuchowych.



Rys. 11.4 Przekrój poprzeczny wyrobiska wraz z wyposażeniem i zabudowanymi czujnikami

Źródło: (opracowanie własne)

W wyrobisku, w celu ograniczenia powstawania i emisji do strumienia wentylacyjnego pyłu, stosowano podstawowe metody profilaktyki pyłowej:

- organ urabiający wyposażony był w sprawne urządzenia zraszające,
- zastosowano urządzenia odpylające,
- w części przy przodkowej zastosowano lutnie z wpływem bocznym (tzw. lutnie typu wir),
- w układach zraszających kombajnu chodnikowego, przenośników taśmowych i zgrzebłowych stosowano środki chemiczne ograniczające lotność pyłu węglowego.

Sprawność działania środków profilaktyki zgodnie z projektami technicznymi oraz zarządzeniem kierownika ruchu zakładu górniczego, była sprawdzana przez osoby kierownictwa i dozoru ruchu w trakcie kontroli wyrobisk oraz wyznaczone osoby w poszczególnych działach ruchu.

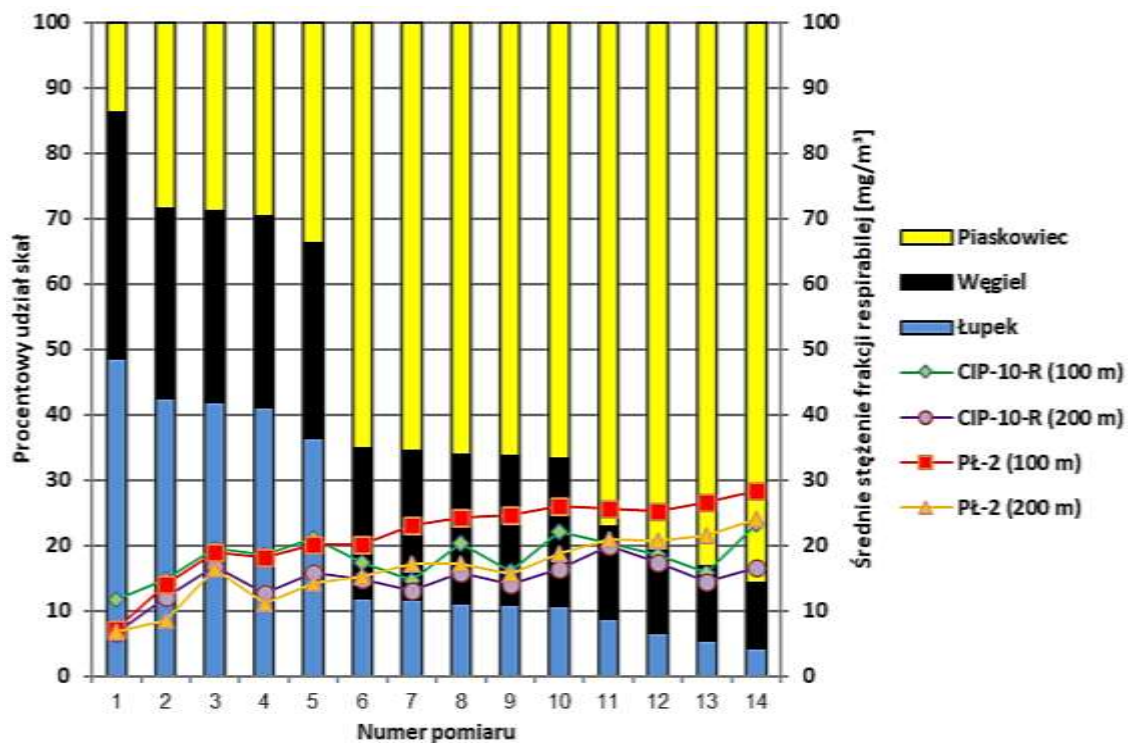
11.6 WYNIKI POMIARÓW

Pomiary były wykonywane w celu uzyskania takich informacji jak stężenie pyłów szkodliwych dla zdrowia na stanowiskach pracy (frakcja wdychana i respilabilna), stężenie pyłu na wlocie do wentylatora tłoczącego powietrze, stężenie pyłu w przekroju wyrobiska z wykorzystaniem pyłomierzy grawimetrycznych i optycznych, ilość krystalicznej krzemionki, rozkład wymiarowy pyłu.

W trakcie pomiarów odnotowywano również dane mierniczo-geologiczne, co było związane ze zmiennością warunków panujących w wyrobisku. Wzrost udziału piaskowca w przekroju drążonego wyrobiska, wpływał na ilość krystalicznej krzemionki jak również na rozdrobnienie skał. Proces urabiania za pomocą kombajnu chodnikowego zwięzłych skał powodował ich rozdrobnienie i zwiększanie ilości frakcji respirabilnej pyłu w trakcie dokonywania pomiarów.

Wykres (rys. 11.5) przedstawia procentowy udział skał w przekroju drążonego wyrobiska (uzyskany z działu mierniczo-geologicznego) wraz z wartościami zapylenia uzyskanymi z pyłomierzy optycznych i grawimetrycznych, wyrażonymi w mg/m^3 .

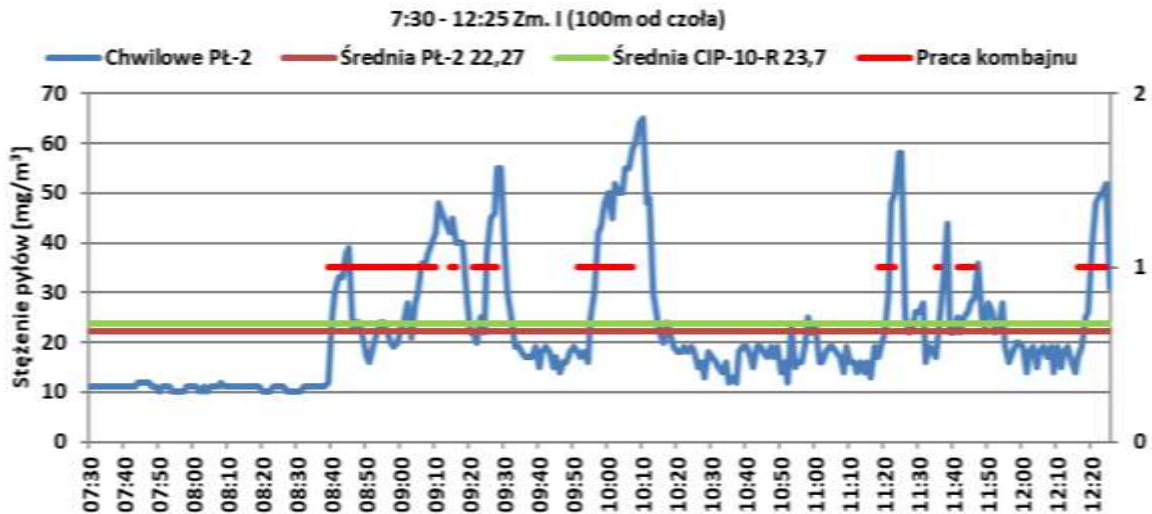
Okres pomiarowy w tym przypadku obejmował sześć miesięcy. W tym czasie wykonano 14 cykli pomiarowych, które obejmowały m.in. pomiary pyłomierzami grawimetrycznymi i optycznymi w odległości 100 m i 200 m od czoła przodka, pomiary pyłomierzami grawimetrycznymi na wlocie do wentylatora tłoczącego powietrze, jak również wizję lokalną w wyrobisku. Analiza wyników uzyskanych z laboratorium obejmowała również oznaczenie wolnej krystalicznej krzemionki w pyle przekazanym do laboratorium metodą spektrometrii absorpcyjnej, wynik obliczono w procentach. W obecnym stanie prawnym [12], oznaczenie obejmuje ocenę narażenia na krystaliczną krzemionkę na podstawie porównania zawartości kwarcu i/lub krystobalitu z wartością dopuszczalną [13]. Stężenie pyłu respirabilnego było zmienne i wykazywało tendencję wzrostową.



Rys. 11.5 Wyniki pomiarów stężenia pyłów w wyrobisku drążonym mechanicznie
 Źródło: [2]

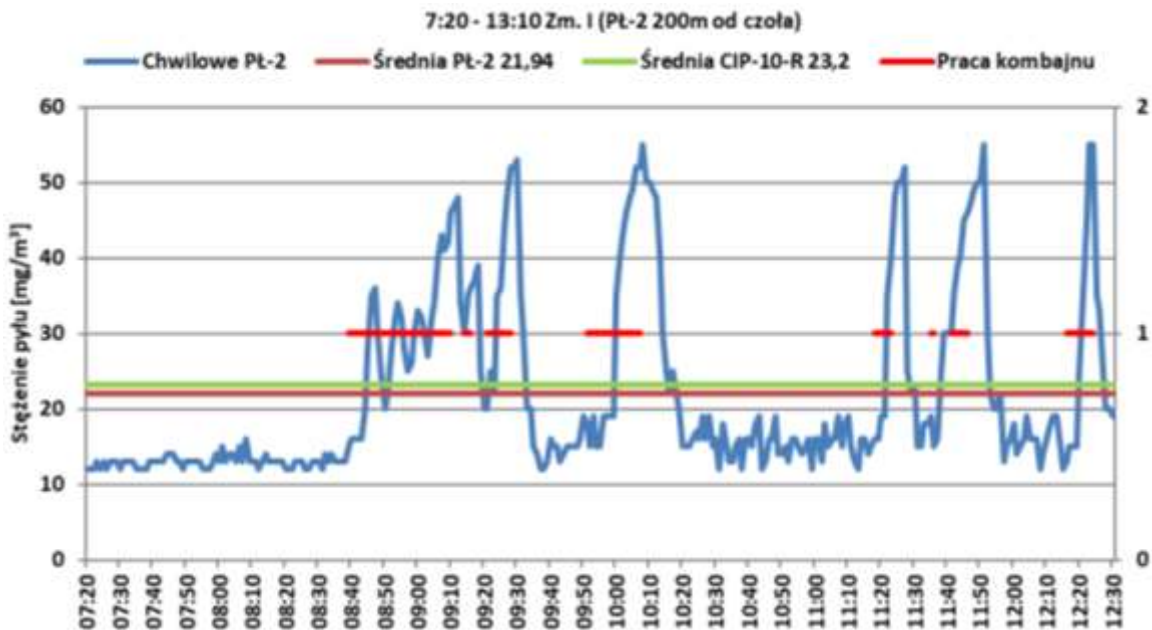
Minimalne stężenie frakcji respirabilnej w odniesieniu do wszystkich cykli pomiarowych wyniosło 6,68 mg/m³, pomiaru dokonano używając do tego celu pyłomierze CIP-10-R. Dla tego typu pyłomierza maksymalne stężenie w odległości 100 m od czoła przodka wyniosło 23,38 mg/m³ w ostatnim dniu pomiarowym. Dla pyłomierzy optycznych wartość minimalna średniego stężania pyłu (w zakresie od 0 do 10 μm) wyniosła 6,9 mg/m³, w odległości 200 m od czoła przodka. Natomiast maksymalna wartość została zmierzona podobnie jak w przypadku pyłomierzy CIP-10-R w 14 cyklu pomiarowym i wyniosła 28,4 mg/m³. Informacje zawarte na rysunku 11.5 stanowią zbiór wyników uzyskanych z poszczególnych dni w których dokonano pomiary.

Wykresy na rysunkach 11.6 i 11.7 przedstawiają chwilowe wartości wskazań pyłomierze optycznych, średnią wartość wskazań pyłomierzy optycznych i grawimetrycznych oraz czas pracy kombajnu odczytany z sytemu dyspozytorskiego. Pyłomierze grawimetryczne wykorzystywane do pomiarów pobierano z laboratorium pomiarowo-badawczego. Następnie były transportowane do miejsce zabudowy pyłomierzy optycznych i tam zabudowane. Przed rozpoczęciem pomiarów odnotowywano godzinę i uruchomiano pyłomierz CIP-10-R i CIP-10-I. Po zakończeniu pomiarów, wyłączano pyłomierze grawimetryczne z odnotowaniem godziny. Czas pracy pyłomierzy były takie same jak załogi zatrudnionej w danym wyrobisku. Oznaczenie okresu i dokładne odnotowanie czasu stanowi niezbędny element dla wyznaczenia średniego zapylenia z pyłomierzy PŁ-2 i porównaniu z wartością przyrządów grawimetrycznych.



Rys. 11.6 Przykładowe wyniki pomiarów pyłomierzy optycznych i grawimetrycznych - 100 m od czoła przodka

Źródło: [5]

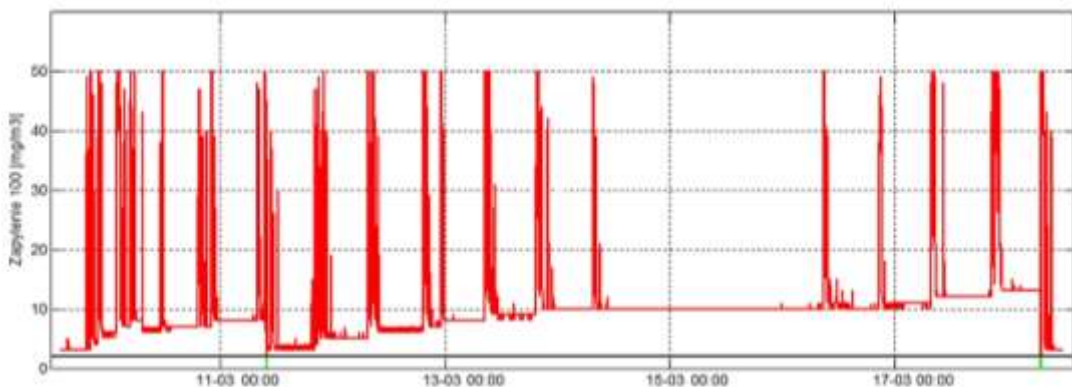


Rys. 11.7 Przykładowe wyniki pomiarów pyłomierzy optycznych i grawimetrycznych - 200 m od czoła przodka

Źródło: [5]

Błąd pomiarowy pyłomierza PŁ-2, mieścił się w granicy określonej przez producenta, co potwierdzało poprawność dokonywanych pomiarów. Jednym z efektów dokonanych pomiarów była identyfikacja zagrożenia poza cyklem pracy kombajnu chodnikowego. Jak wynika z uzyskanych odczytów z pyłomierzy PŁ-2, stale utrzymywało się stężenie pyłu w powietrzu o stężeniu od 2-10 mg/m³. W związku z tym zestawiono w okresach miesięcznych wskazania pomiarów z pyłomierzy PŁ-2, w odniesieniu do 2 mg/m³, 10 mg/m³ oraz 20 mg/m³. Na rysunku 11.7, kolorem zielonym zaznaczono okresy, w których wskazanie pyłomierza były poniżej 2 mg/m³. Zasadniczy wpływ na powstanie i emisję

najdrobniejszego pyłu miały niewątpliwie takie czynności jak urabianie skał, transport materiałów, wentylacja czy odstawa urobku. Część z tych czynności jest wyeliminowanych w dniach np. wolnych od pracy, gdzie załogi są zatrudnione do konserwacji maszyn i urządzeń. Teoretycznie ilość frakcji respirabilnej nie powinna przekraczać wartości dopuszczalnej na poziomie 2 mg/m^3 . Jeżeli jednak to nastąpi należy przedsięwziąć środki w celu eliminacji źródła zagrożenia lub zastosować takie środki ochrony osobistej, aby mogły zapewnić bezpieczne i ergonomiczne warunki pracy. W zakładach górniczych nie ma możliwości wyeliminowania zagrożenia pyłami szkodliwymi dla zdrowia oraz wybuchem pyłu węglowego w 100%. Dla tego odpowiedni dobór środków ochrony zbiorowej i indywidualnej powinien zapewnić bezpieczeństwo załóg górniczych. Często bagatelizowanie zagrożenia i brak wiedzy ciągnie za sobą skutki w postaci chorób i wypadków. Dokładniejsza identyfikacja zagrożenia pozwala wskazać miejsca w których pył pomimo zaprzestania procesu urabiania nadal występuje. Odpowiednia interpretacja danych uzyskanych z pomiarów chwilowych pozwoliły wskazać czynności poza cyklem produkcyjnym gdzie pył unosi się i stwarza zagrożenie. Z wykresu na rysunku 11.8 wynika, że dla przeważającej części okresu pomiarowego stężenie pyłu przekraczało zadany próg stężenia pyłu, czyli 2 mg/m^3 .



Rys. 11.8 Przykładowe wartości stężenia pyłu w odległości 100 m od czoła przodka dla ustalonej wartości narażenia 2 mg/m^3

Źródło: [5]

Maksymalne chwilowe stężenie we wskazanym okresie wyniosło 50 mg/m^3 , natomiast wartość średnia dla całego okresu pomiarowego zaznaczonego na rysunku (Rys.) wyniosła 18 mg/m^3 . Wśród czynności, przy których występowało przekroczenie wartości zadanej, można wyróżnić konserwację elektryczną kombajnu chodnikowego, przebudowę przenośnika zgrzeblowego w rejonie przodka czy też kontrolę wyrobiska w weekendy i święta.

11.7 WNIOSKI

Zagrożenie pyłami szkodliwymi dla zdrowia stanowi wciąż powszechny problem w zakładach górniczych na całym świecie. Pył w środowisku pracy wpływa

bezpośrednio na etiologię powstania pylicy płuc oraz dodatkowo wpływa na komfort pracy. Pomimo stosowania coraz nowszych technologii w kopalniach węgla kamiennego, nadal nie wprowadzono narzędzi, które by pozwoliły na ciągłe monitorowanie zagrożenia pochodzącego od pyłu. Pyłomierze optyczne, co udowodniono w pomiarach, pozwalają na stałą kontrolę zapylenia w czasie trwania cyklu produkcyjnego. Przeprowadzenie badań umożliwiło zarejestrowanie chwilowych stężeń frakcji respirabilnej pyłu na poziomie 99 mg/m^3 oraz częstych wskazań na poziomie 50 mg/m^3 . Umożliwiło również identyfikację czynności poza cyklem produkcyjnym, takich jak konserwacja odstawy czy kontrola wyrobiska, w czasie których stężenie przekraczało 10 mg/m^3 . Wykorzystanie optycznych przyrządów, pozwala na stałą ocenę zagrożenia pyłami szkodliwymi dla zdrowia jak i zagrożenia wybuchem pyłu węglowego.

LITERATURA

- [1] Kazimierz Marek: *Pylica płuc*. Instytut Medycyny Pracy i Zdrowia Środowiskowego, Sosnowiec, 2014.
- [2] Lebecki Kazimierz, Małachowski Marcin, Sołtysiak Tomasz: Continuous dust monitoring in headings in underground coal mines. *Journal of Sustainable Mining*, s. 125-132. Katowice 2016.
- [3] Małachowski Marcin: Optyczne metody ciągłego pomiaru osadania pyłu w wyrobisku jako element oceny ryzyka wybuchu pyłu. Praca doktorska. Katowice, 2011.
- [4] Małachowski Marcin, Szczygielska Małgorzata, Broja Adam, Felka Dariusz. Opracowanie sposobu ciągłego i stacjonarnego pomiaru zapylenia powietrza w warunkach prowadzonego ruchu ściany. ITI EMAG. Katowice, 2013.
- [5] Sołtysiak Tomasz: Ocena ryzyka zagrożenia pyłami szkodliwymi dla zdrowia podczas urabiania skał w wyrobiskach górniczych drążonych mechanicznie. Praca doktorska. Katowice, 2019.
- [6] Instrukcja obsługi pyłomierza PŁ-2, ITI EMAG, Katowice, 2011 r.
- [7] Polska Norma PN-Z-04008-7 2002/Az1:2004. Ochrona czystości powietrza - Pobieranie próbek - Zasady pobierania próbek powietrza w środowisku pracy i interpretacji wyników. 2004.
- [8] Polska Norma PN-G-04035:2002/Az1:2005. Ochrona czystości powietrza w podziemnych zakładach górniczych - Pomiar stężenia zapylenia powietrza oraz oznaczanie zawartości wolnej krystalicznej krzemionki w pyłach. 2005.
- [9] Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 30 czerwca 2009r. w sprawie chorób zawodowych (Dz. U. 2013r. poz. 1367).
- [10] Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 2 lutego 2011r. w sprawie badań i pomiarów czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy (Dz. U. 2011 nr 33 poz. 166).
- [11] Rozporządzenie Ministra Energii z dnia 23 listopada 2016 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących prowadzenia ruchu podziemnych zakładów górniczych (Dz. U. z 2017r. poz. 1118 i z 2019r. poz. 1880).
- [12] Rozporządzenie Ministra Rodziny, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 12 czerwca 2018r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku prac (Dz. U. z 2018r. poz. 1286).
- [13] Sporysz Grzegorz: Próba oceny ryzyka zawodowego na krystaliczną krzemionkę w górnictwie węgla kamiennego w świetle zmian dopuszczalnych poziomów narażenia zawodowego. *Bezpieczeństwo Pracy i Ochrona Środowiska w Górnictwie*, s. 3-7. Katowice, 2018.
- [14] Strona internetowa: <https://famur.com/r-2000>, kwiecień, 2020r.

- [15] Strona internetowa: <https://famur.com/pl/c,383,am-50z-w,2491.html>, kwiecień 2020r.
- [16] Ustawa z dnia 26 czerwca 1974r. Kodeks pracy (Dz. U. z 2018r. poz. 917, z późn. zm.).
- [17] Wyższy Urząd Górniczy: Ocena stanu bezpieczeństwa pracy, ratownictwa górniczego oraz bezpieczeństwa powszechnego w związku z działalnością górniczo-geologiczną w 2018 roku (porównanie od roku 2014). Katowice, 2019.
- [18] Strona internetowa: <https://sklep.pkn.pl/pn-g-04035-2002p.html>, kwiecień 2020r.

Data przesłania artykułu do Redakcji: 03.2020

Data akceptacji artykułu przez Redakcję: 04.2020

ZAGROŻENIE PYŁAMI SZKODLIWYMI DLA ZDROWIA W ZMECHANIZOWANYCH ROBOTACH PRZYGOTOWAWCZYCH

Streszczenie: Zmechanizowane, prowadzone z użyciem nowoczesnych kombajnów chodnikowych roboty przygotowawcze są przyczyną wysokich stężeń pyłów szkodliwych dla zdrowia. W artykule przedstawione są wyniki pomiarów zapylenia powietrza w typowym wyrobisku przygotowawczym.

Słowa kluczowe: zagrożenie pyłami, pomiary zapylenia, optyczne pomiary zapylenia, grawimetryczne pomiary zapylenia.

HAZARD OF DUSTS HARMFUL TO HEALTH IN THE MECHANIZED PRELIMINARY WORK

Abstract: Mechanized preliminary work carried out with the use of modern heading machines is the cause of high concentrations of harmful dust. The article presents the results of air dustiness measurements in a typical development working.

Key words: dust hazard, dustiness measurements, optical dust measurement, gravimetric dust monitoring

Tomasz Sołtysiak

Wyższy Urząd Górniczy w Katowicach
ul. Poniatowskiego 31, 40-055 Katowice, Polska
e-mail: tom_sol@tlen.pl

Kazimierz Lebecki

Wyższa Szkoła Zarządzania Ochroną Pracy w Katowicach
ul. Bankowa 8, 40-007 Katowice, Polska

Marcin Małachowski

Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Technik Innowacyjnych EMAG
ul. Leopolda 31, 40-189 Katowice, Polska
e-mail: marcin.malachowski@ibemag.pl

Henryk Badura

e-mail: henryk_badura@o2.pl