

Doświadczenie z użyciem aparatów ucieczkowych w kopalni

Łukasz Pientka, Rafał Zych, Krzysztof Słota, Zbigniew Słota, Mirosław Maciaszek

1. Wprowadzenie

W sytuacjach zagrożenia pod ziemią bardzo ważnym elementem jest możliwość szybkiej i bezpiecznej ewakuacji z zagrożonego rejonu. Specyfika zagrożeń występujących w kopalni wiąże się bardzo często z występowaniem zagrożenia gazowego i pożarowego. Istotną wtedy jest prawidłowa ochrona dróg oddechowych. Polskie przepisy górnicze wymagają, aby osoba przebywająca w wyrobiskach górniczych miała przydzielony sprzęt oczyszczający ucieczkowy lub sprzęt izolujący układ oddechowy. Sprzęt ten powinna cały czas posiadać przy sobie (od chwili zjazdu pod ziemię do chwili wyjazdu na powierzchnię). W polskim górnictwie węgla kamiennego przepis ten realizowany jest poprzez stosowanie różnych aparatów do ochrony dróg oddechowych. Najczęściej przez górników używane są aparaty POG-8, AU-9E, OXY 3000/6000, 1PVM KS, CARBO 30/60, SR-K30 A, SR-60 oraz KA-60. Dostępne na rynku aparaty ucieczkowe z tlenem chemicznie związanym charakteryzują się nominalnym czasem ochronnego działania najczęściej w granicach 30 – 60 min i są dobierane w zależności od przewidywanego czasu ewakuacji z zagrożonych rejonów. W artykule podjęto próbę analizy możliwości określenia maksymalnego bezpiecznego czasu użycia aparatów ucieczkowych w oparciu o przeprowadzone dołowe ćwiczenia ucieczkowe zgodnie z wytycznymi normy PN-EN 13794:2005 [1]. Przeprowadzone badania powinny być pomocne w podniesieniu poziomu wiedzy w aspekcie sytuacji kryzysowych, kiedy może dojść do sytuacji, że czas ewakuacji przekroczy maksymalny, dopuszczalny przez producenta, czas ochronnego działania.

2. Materiały i metody

Uczestnikami testów symulujących ewakuację byli czterej pracownicy o zróżnicowanych cechach fizycznych.

STRESZCZENIE: W artykule podjęto próbę analizy możliwości określenia maksymalnego bezpiecznego czasu użycia aparatów ucieczkowych w oparciu o przeprowadzone dołowe ćwiczenia ucieczkowe zgodnie z wytycznymi normy PN-EN 13794:2005. Uczestnikami testów symulujących ewakuację byli czterej pracownicy, o zróżnicowanych cechach fizycznych. Uczestnicy testu wypuszczani zostali na trasę w jednej grupie, w odległości od siebie ok. 2 m. Założono, że test zakończony zostanie po minimum 60 minutach lub z chwilą przekroczenia czasu ochronnego działania aparatu ucieczkowego, jeżeli okaże się krótszy. Podczas testów symulujących ewakuację wyrywkowo dokonywano pomiarów pulsu za pomocą pulsometrów naręcznych oraz temperatury ciała (powierzchni skóry i błony bębenkowej) za pomocą termometrów elektronicznych. Wszystkie aparaty użyte do testów przekroczyły czas ochronnego działania wynoszący 60 minut. Test zakończono po ok. 84 minutach (dla KA-60). Nikt z uczestników testu do tego czasu nie zgłaszał jakichkolwiek problemów z funkcjonowaniem aparatów. Po wykonaniu testu przeprowadzono wywiad z jego uczestnikami odnośnie stanu samopoczucia, uwag dotyczących komfortu oddychania w aparacie ucieczkowym, innych spostrzeżeń. Uwagi naniesiono w odpowiednim miejscu w ankietach, które wypełniali uczestnicy badań. Na podstawie przeprowadzonych badań i uzyskanych wyników dokonano ich analizy.

SŁOWA KLUCZOWE: ratownictwo górnicze, aparaty ucieczkowe, ewakuacja

ANALYSIS OF THE POSSIBILITY OF DETERMINING THE MAXIMUM SAFE TIME FOR THE USE OF ESCAPE APPARATUS BASED ON EVACUATION DRILLS CARRIED OUT IN ACCORDANCE WITH THE GUIDELINES OF PN-EN 13794

ABSTRACT: This article attempts to analyse the possibility of determining the maximum safe time for the use of escape apparatus on the basis of underground escape drills carried out in accordance with the guidelines of the PN-EN 13794:2005 standard. The participants in the tests simulating an evacuation were four employees with different physical characteristics. The test participants were released on the route in one group, at a distance of approximately 2 m from each other. It was assumed that the test would be completed after a minimum of 60 minutes, or when the protective time of the escape apparatus had been exceeded if it proved to be shorter. During the evacuation simulation tests, pulse rate was randomly measured using wrist pulse oximeters and body temperature (skin surface and eardrum) was measured using electronic thermometers. All devices used in the tests exceeded the 60-minute protection time. The test was completed after approximately 84 minutes. None of the test subjects had reported any problems with the instruments by this time. After the test, participants were interviewed about their state of wellbeing, comments on breathing comfort in the escape apparatus, other observations. The comments were recorded in the appropriate place on the questionnaires, which were filled in by the test participants. The survey and the results were analysed.

KEYWORDS: mine rescue, escape devices, evacuation

Uczestnicy testu byli zapoznani z planowaną drogą ucieczkową, utrudnieniami oraz ułatwieniami wpływającymi na czas ewakuacji. Wykazali się znajomością dróg ucieczkowych oraz rozplywu powietrza w tym rejonie w obecności

osoby wyższego dozoru ruchu działu wentylacji. Rzeczywiste długości każdego z badanych odcinków drogi ucieczkowej potwierdzone zostały przez dział mierniczo-geologiczny kopalni. Czas przejścia uczestników testu mierzony był

z dokładnością do 1 s. Uczestnicy testu wypuszczani zostali na trasę w jednej grupie, w odległości od siebie ok. 2 m. Założono, że test zakończony zostanie po minimum 60 minutach lub z chwilą przekroczenia czasu ochronnego działania aparatu ucieczkowego, jeżeli okaże się krótszy. Czas przejścia mierzono za pomocą stoperów. Podczas testów symulujących ewakuację wyrzykowo dokonywano pomiary pulsu za pomocą pulsometrów naręcznych oraz temperatury ciała (powierzchni skóry i błony bębenkowej) za pomocą termometrów elektronicznych.

Po wykonaniu testu przeprowadzono wywiad z jego uczestnikami odnośnie stanu samopoczucia, uwag dotyczących komfortu oddychania w aparacie ucieczkowym, innych spostrzeżeń. Uwagi naniesiono w odpowiednim miejscu w ankietach, które wypełniali uczestnicy badań. Na podstawie przeprowadzonych badań i uzyskanych wyników dokonano ich analizy.

Zaplanowano kilka cykli badań z użyciem aparatów o różnym czasie ochronnego działania. W pierwszej fazie badań wykorzystano aparaty o czasie ochronnego działania 60 min (KA-60). Poniżej omówiono aparat wykorzystywany podczas ćwiczeń oraz pokazano (na następnej stronie) wzór ankiety wypełniany przez uczestników badań.

2.1. Aparat tlenowy KA-60

Aparat tlenowy ucieczkowy KA-60 przeznaczony jest do ochrony układu oddechowego użytkownika podczas jego wycofywania się (ucieczki) ze strefy

zagrożonej gazami szkodliwymi dla zdrowia oraz tam, gdzie stężenie tlenu jest niewystarczające do oddychania. Aparat jest przeznaczony dla górnictwa podziemnego i innych gałęzi przemysłu. Może być stosowany w podziemnych zakładach górniczych w polach niemetanowych i metanowych w pomieszczeniach zaliczonych do stopnia „a”, „b” i „c” niebezpieczeństwa wybuchu. Służy do bezpiecznego opuszczania strefy objętej pożarem, wyrzutem gazów lub awarią instalacji chemicznej. Jest on przeznaczony do jednorazowego użycia. Aparaty tlenowe ucieczkowe przeznaczone są wyłącznie do samoratowania (ucieczki) z zagrożonej strefy w przypadku niebezpieczeństwa i nie mogą być stosowane podczas pracy.

2.2. Ankieta wypełniana przez uczestników badań

Ankieta, którą wypełniali uczestnicy badań obejmowała (poza danymi osobowymi i wywiadem medycznym) pytania dotyczące eksploatacji testowanego aparatu. Pytano tutaj ankietowanych między innymi o łatwość zakładania i zdejmowania aparatu, komfort użytkowania części twarzowej (ustnika i zacisku na nos), komfort noszenia (utrzymania w prawidłowej pozycji), bezpieczeństwo mocowania, komfort oddychania, procedurę przygotowania do użycia, wymiary, ciężar i kształt aparatu, temperaturę aparatu podczas użytkowania, a także stres podczas użytkowania. Pozostawiono również miejsce na dodatkowe uwagi.

3. Ćwiczenia ewakuacyjne

Wszystkie badania wykonano w wyrobiskach podziemnych kopalń zgodnie z określonymi zasadami w normie PN-EN 13794 [1] przy przeprowadzaniu badań eksploatacyjnych aparatów ucieczkowych. Wg normy aparat powinien być badany w takich warunkach, jakich należy oczekiwać podczas jego praktycznego użytkowania.

Do badań użyto aparatu ucieczkowego KA-60 dostarczonego przez FASER S.A. Dane techniczne zawarto w rozdziale 2. niniejszej pracy. W trakcie ćwiczeń ucieczkowych stosowano standardowe procedury dla tego typu badań (wstępne badanie lekarskie, szkolenie z używania aparatu, dodatkowe zabezpieczenie uczestników w postaci bezpośredniego



Rys. 2.1. Aparat ucieczkowy KA-60 [2]

reklama

ANKIETA Z.K.S. ANONIMOWA Nr data wypełnienia

(Informacje do wglądu tylko dla zespołu badawczego!)

1. Dane osobowe:
 Imię i Nazwisko (lub numer jeśli anonim): Stanowisko:
 Wiek/rocznik: Staż pracy: Staż ratowniczy:
 Waga: Wzrost: Ciśnienie tętnicze: Uwagi:

2. Wywiad medyczny:
 Czy choruje pan na choroby wymagające przewlekłego stosowania leków (np. nadciśnienie tętnicze, zaburzenia rytmu serca, choroby tarczycy, przewlekłe zapalenie oskrzeli, astma):
 nie choruję Choruję na: 1.
 2.
 3.

Leki stosowane przewlekłe:
 nie stosuję stosuję: Nazwa Dawka
 1.
 2.
 3.

Czy w ciągu ostatnich 2 tygodni chorował Pan na choroby infekcyjne przebiegające z gorączką, np. grypa, angina:
 nie chorowałem chorowałem na:

Leki stosowane doraźnie w ciągu ostatnich 24 godzin, np. leki przeciwbólowe, przeciwgrypowe, syropy przeciwkaszlowe, krople do nosa (uwzględnić 5 dni trwania badania):
 nie stosowałem stosowałem: Nazwa data
 1.
 2.

Czy zdarzają się wymienione niżej objawy:
 Uczucie nierównego lub szybkiego bicia serca: TAK NIE
 Czy źle toleruje pan zimno (jest pan „zmarzluchem”): TAK NIE
 Czy źle toleruje pan gorąco, upały: TAK NIE
 Uczucie duszności po dużym wysiłku: TAK NIE

3. Użytki:
 Papierosy: do 10 szt./dzień 10-20 Powyżej 20 Nie palę
 Kawa (przybliżona ilość wypijana w ciągu dnia) Nie piję
 Czy pijesz alkohol? TAK NIE (zakreśl prawidłowe)
 Jeśli tak, to jaki i ile razy w tygodniu? piwo wino wódkę inne
 1 2 3 4 5 6 codziennie

4. Mikroklimat środowiska pracy:
 Czy podczas pracy odczuwasz wpływ trudnych warunków klimatycznych (wysokiej temperatury i wilgotności)? TAK NIE (zakreśl prawidłowe)
 Ile czasu (dni) zajmuje Ci aklimatyzacja do trudnych warunków klimatycznych w miejscu pracy po krótkiej (do 7 dni) przerwie w pracy? 0 1 2 3 4 5 i więcej dni
 Ile czasu (dni) zajmuje Ci aklimatyzacja do trudnych warunków klimatycznych w miejscu pracy po dłuższej (3-4 tyg. – np. urlop, zwolnienie lekarskie) przerwie w pracy?
 0 1 2 3 4 5 6 tydzień lub więcej

PYTANIA DOTYCZĄCE EKSPLOATACJI APARATU KA-60
 Łatwość zakładania ZŁA DOBRA BRAK OPINII
 Uwagi:
 Łatwość zdejmowania ZŁA DOBRA BRAK OPINII
 Uwagi:
 Komfort użytkowania części twarzowej (ustnika i zacisku na nos) ZŁY DOBRY BRAK OPINII
 Uwagi:
 Komfort noszenia (utrzymania w prawidłowej pozycji) ZŁY DOBRY BRAK OPINII
 Uwagi:
 Bezpieczeństwo mocowania ZŁE DOBRE BRAK OPINII
 Uwagi:
 Komfort oddychania ZŁY DOBRY BRAK OPINII
 Uwagi:
 Procedura przygotowania do użycia ZŁA DOBRA BRAK OPINII
 Uwagi:
 Wymiary aparatu ZŁE DOBRE BRAK OPINII
 Uwagi:
 Ciężar aparatu ZŁY DOBRY BRAK OPINII
 Uwagi:
 Kształt aparatu ZŁY DOBRY BRAK OPINII
 Uwagi:
 Temperatura aparatu podczas użytkowania ZŁA DOBRA BRAK OPINII
 Uwagi:
 Stres podczas użytkowania BRAK MAŁY ŚREDNI DUŻY
 Uwagi:
 Dodatkowe uwagi:

Rys. 2.3. Ankieta wypełniana przez uczestników badań [opracowanie własne]

dozoru oraz zaplecza technicznego, bieżąca kontrola samopoczucia itp.).

Osobami ubezpieczającymi były osoby organizujące badanie oraz osoby dozoru wyższego kopalni. Osoba obserwująca lub ubezpieczająca (kontrolująca) dokonywała pomiaru czasu za pomocą stopera po przebyciu kolejnego odcinka (wyrobiska) drogi ucieczkowej. Rejestrowanie wyników przez osoby kontrolujące nie miało wpływu na czas realizacji testu.

Masę ciała, wzrost, ciśnienie tętnicze krwi oraz inne parametry fizjologiczne przed przystąpieniem do testów (wpisywane do ankiet) określano za pomocą

wagi lekarskiej, ciśnieniomierza, miar, pulsoksymetru i innych.

Próby ewakuacyjne przeprowadzono w grudniu 2023 (na pierwszej zmianie roboczej) pod nadzorem pracowników Centralnego Instytutu Ochrony Pracy – Państwowego Instytutu Badawczego. Uczestnicy badań wypełniali ankietę opracowaną przez autorów niniejszej pracy oraz ankietę CIOP-PIB. Poniżej zamieszczono parametry wyrobisk ucieczkowych, w których prowadzono próby ewakuacyjne (tab. 3.1.) oraz czasy przejścia poszczególnych uczestników badań.

4. Podsumowanie

Wszystkie aparaty użyte do ćwiczeń przekroczyły czas ochronnego działania wynoszący 60 minut. Test zakończono po ok. 84 minutach. Nikt z uczestników testu do tego czasu nie zgłaszał jakichkolwiek problemów z funkcjonowaniem aparatów. W momencie przerwania testu uczestnicy badań informowali o pojawiającym się dyskomforcie przy korzystaniu z aparatu (wysoka temperatura wdychanego powietrza, opory oddechowe).

Podczas testów symulujących ewakuację z użyciem aparatów KA-60, uczestnicy mieli następujące uwagi:

- Podczas otwierania aparatów (w dwóch przypadkach) należało użyć znacznej siły do oderwania pokrywy aparatu (nie miało to wpływu na funkcjonowanie i użycie aparatu).
- Po otwarciu aparatu niektóre sznurki podtrzymujące worek oddechowy po bokach aparatu uległy rozerwaniu (w trzech aparatach);
- Zacisk na nos (wg ankietowanych) jest za mocny, po dłuższym czasie (ok. 40 min) powodował znaczny dyskomfort;
- Po dłuższym działaniu aparat znacznie się nagrzewał, jednak ochrona filcowa spełniała swoją rolę izolującą, natomiast dotknięcie metalowych części aparatu mogło wiązać się z ryzykiem oparzenia (zmierzona temperatura kamery termowizyjnej przekraczała 70°C).
- Przez pierwsze 10 min ewakuacji niemożliwe było nabieranie głębokich oddechów;
- Po około 45 min uczestnicy badań odczuwali dyskomfort związany z ciężarem aparatu zawieszono na karku.

Dodatkowo, na podstawie przeprowadzonej ankiety i wywiadów stwierdzono, że:

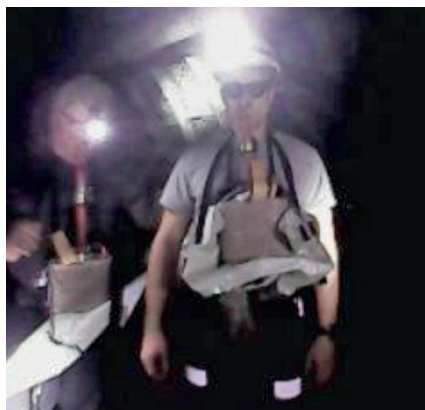
- Aparat KA-60 jest doskonale znany pracownikom oraz osobom zajmującym się ich kontrolą;
- Wymiary i waga aparatu nie odbiegają od innych dostępnych na rynku, forma prostopadłością z zaokrąglonymi krawędziami jest bardziej preferowana przez użytkowników (np. w stosunku do kształtów zbliżonych do cylindra);
- Temperatura wdychanego powietrza podczas używania aparatu jest przez większość czasu odpowiednia, powietrze staje się wyraźnie cieplejsze po upływie 60 min (po przekroczeniu minimalnego czasu ochronnego działania);
- Opory przy oddychaniu są niskie, nie ma problemów z oddychaniem (żaden z uczestników badań nie zgłaszał problemów).

Autorzy przeprowadzili badania na podstawie opracowanej metodyki (rozdział 3), a uzyskane wyniki powinny być powtarzalne dla zawartych tam warunków brzegowych.

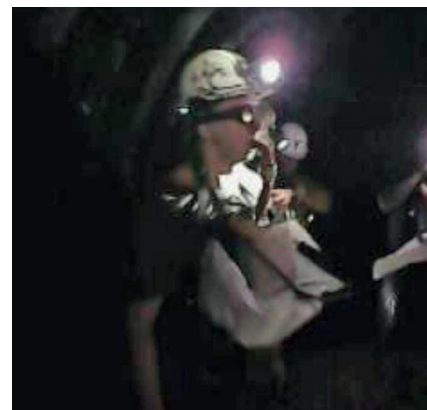
W kolejnych etapach badań planowane jest przeprowadzenie testów z kolejnymi typami aparatów ucieczkowych (o czasie

Czas ochronnego działania:	
- przy objętościowym natężeniu przepływu 35 [l/min]	min. 60 minut
Czas ochronnego działania:	
- przy objętościowym natężeniu przepływu 10 [l/min]	min. 180 minut
Wilgotność względna w czasie użytkowania	≤100 %
Wymiary	około (260mm x 220mm x 140mm)
Masa aparatu w odbudowie z taśmą nośną	≈3900g
Masa aparatu gotowego do użycia z taśmą nośną użytku	≈3400g
Temperatura użytkowania	-5 °C + +60 °C
Temperatura obudowy w miejscu kontaktu z użytkownikiem	ok. 60 °C
Temperatura powierzchni aparatu (elementów metalowych)	ok. 150 °C
Przydatność do użytkowania	Do 10 lat od daty produkcji w tym maksymalnie 5-cio letni okres po wprowadzeniu do eksploatacji wielozmianowej
Certyfikat oceny typu WE:	WE Nr 235/E-037/2008
Typ aparatu: Ucieczkowy aparat regeneracyjny typu K. Oznaczenie „K”: Aparat ucieczkowy z tlenem chemicznie związanym (KO2) Oznaczenie „S”: Aparat odpowiadający załącznikowi A EN 13794:2002	

Rys. 2.2. Dane techniczne aparatu KA-60 (deklaracja producenta) [2]



Rys. 3.1. Uczestnicy testów symulujący ewakuację [zdjęcie autorskie]



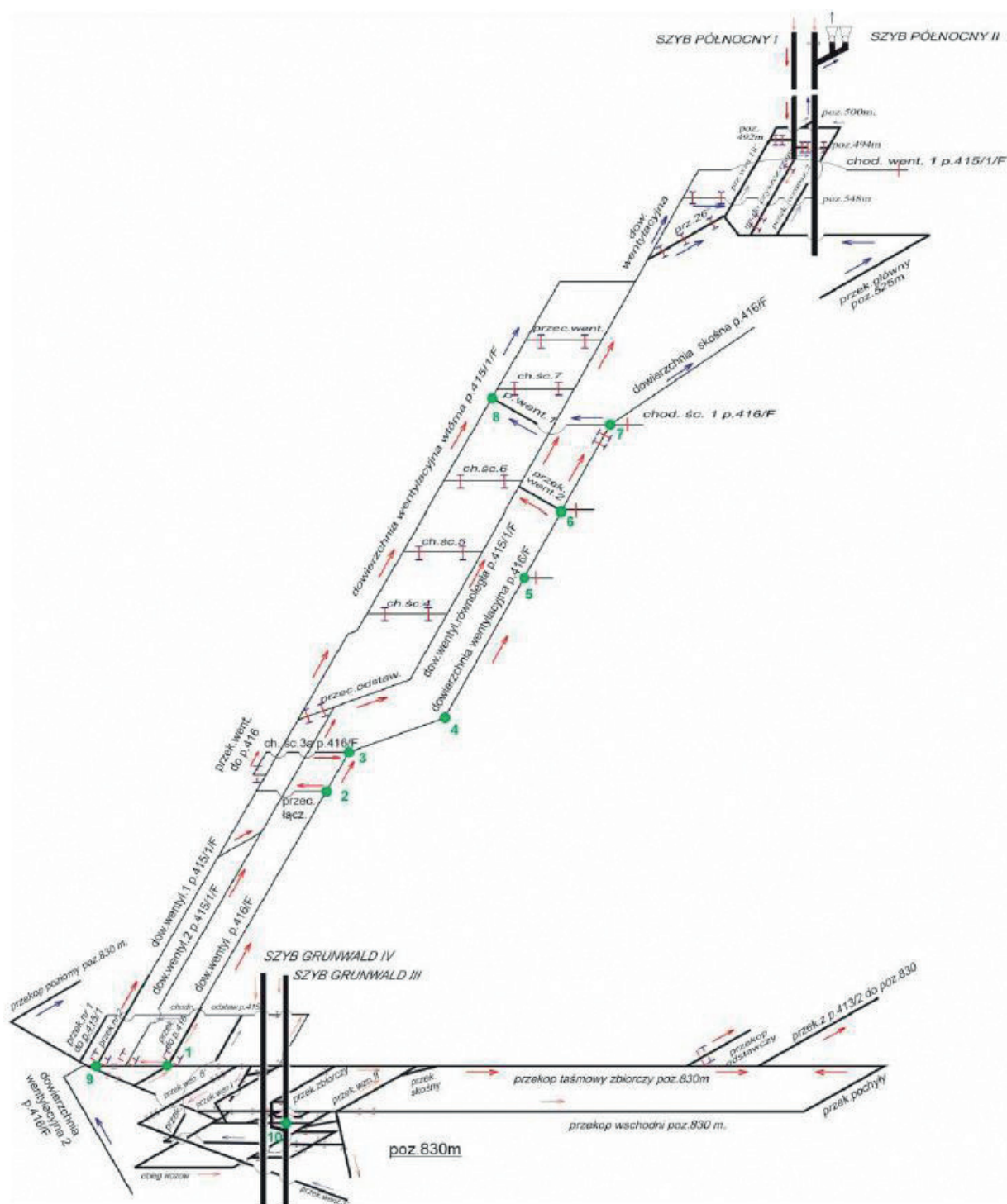
Rys. 3.2. Uczestnicy testów symulujący ewakuację

Tabela 3.1. Parametry wyrobisk ucieczkowych, w których prowadzono próby ewakuacyjne [opr. własne]

Odcinek	Nazwa	Długość	Nachylenie	Temperatura	Wilgotność
1 - 2	Dow. went. p. 416/F	565 m	+3,5°	18,6°C	68%
2 - 3	Dow. went. p. 416/F	110 m	+3°	21,6°C	75%
3 - 4	Dow. went. p. 416/F	230 m	+6,5°	23,4°C	78%
4 - 5	Dow. went. p. 416/F	550 m	+7,5°	24,0°C	80%
5 - 6	Dow. went. p. 416/F	250 m	+7°	24,2°C	80%
6 - 7	Dow. went. p. 416/F	290 m	+9°	24,4°C	82%
7 - 8	Przekop went.1	150 m	+2,5°	25,0°C	82%
8 - 9	Dow. went. wtórna p. 415/1/F	2100 m	-5,0°	23,6°C	78%
9 - 10	Przekop do szybu	400 m	0°	18,4°C	70%
Łącznie		4645 m			

Tabela 3.2. Czasy przejścia oraz typ aparatów poszczególnych uczestników badań [opracowanie własne]

Lp.	Dane uczestnika	Typ aparatu	Czas przejścia (działania aparatu)
1.	Rafał M.	KA-60	79 min 10 s
2.	Łukasz P.	KA-60	83 min 30 s
3.	Mariusz K.	KA-60	78 min 45 s
4.	Mariusz B.	KA-60	82 min 20 s



Rys. 3.3. Schemat dróg przejścia podczas próby ewakuacji [opracowanie własne]

ochronnego działania 30 minut, poniżej 30 min oraz powyżej 60 min). Przeprowadzanie kolejnych badań planowane jest na cały 2024 rok. Powinny się one odbywać według opracowanej metodyki, w tych samych warunkach (wyrobiskach) oraz z udziałem tych samych osób testujących różne typy aparatów.

Autorzy wyrażają nadzieję, że przeprowadzone badania powinny być pomocne w podniesieniu poziomu

wiedzy w aspekcie sytuacji kryzysowych, gdzie może dojść do sytuacji, w której czas ewakuacji przekroczy maksymalny, dopuszczalny przez producenta, czas ochronnego działania aparatu ucieczkowego.

Literatura

[1] PN-EN 13794:2002 (PN-EN 13794:2005 – wersja polska) *Sprzęt ochrony układu*

oddechowego – Uciezkowe aparaty regeneracyjne – Wymagania, badanie, znakowanie. 2005.

[2] Materiały dostarczone przez FASER S.A.

Łukasz Pientka, Rafał Zych – PGG S.A. Oddział KWK Ruda; Krzysztof Słota, Zbigniew Słota, Mirosław Maciaszek – Politechnika Śląska, Wydział Górnictwa, Inżynierii Bezpieczeństwa i Automatyki Przemysłowej, Gliwice