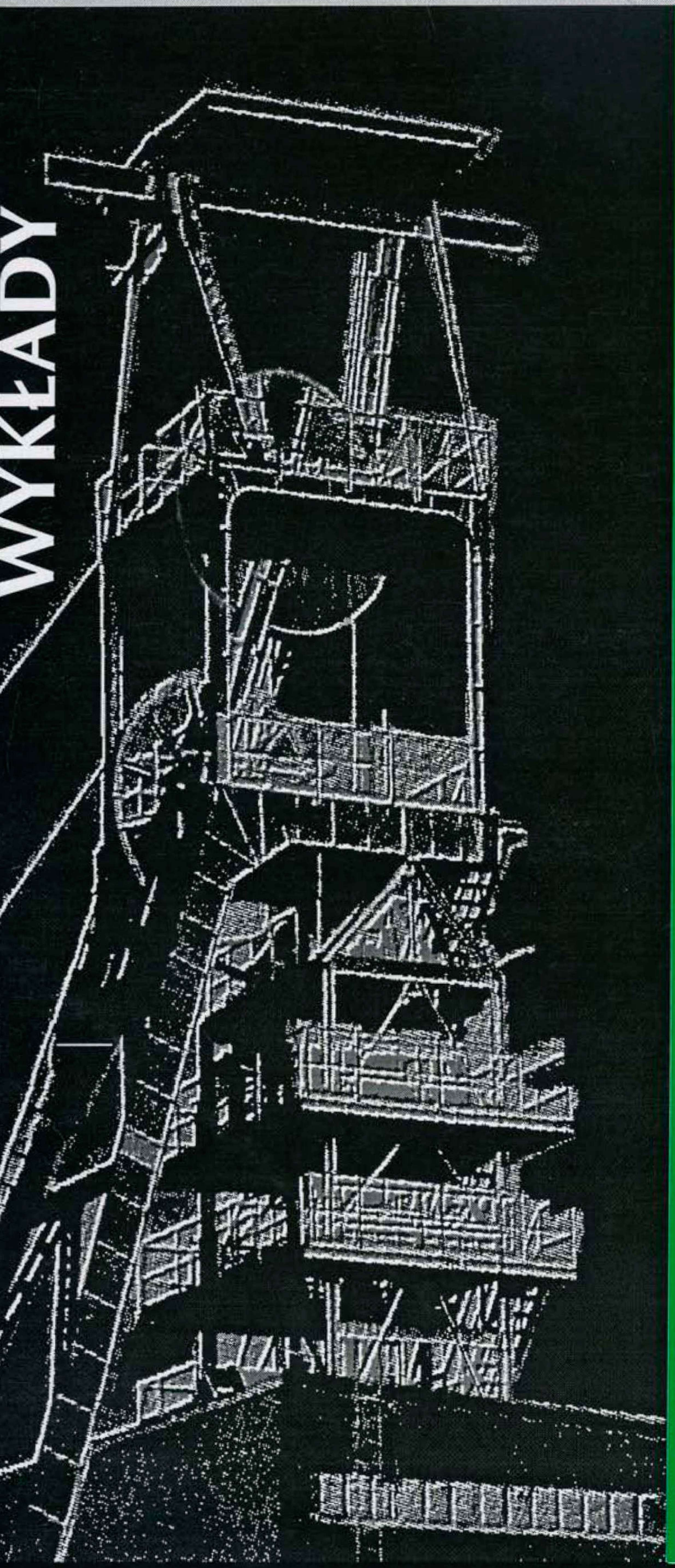
NR 18



WYKŁADY

Edward MARKOWSKI
Andrzej MALESZA
Jan PITAS
Wojciech SWARBUŁA
Józef ROMUK

SPOSÓB PROWADZENIA EKSPLOATACJI ODPRĘŻAJĄCEJ W FILARZE SZYBU PÓŁNOCNEGO KWK BOBREK-MIECHOWICE

BIBLIOTEKA SZKOŁY EKSPLOATACJI PODZIEMNEJ

Patron
Jubileuszowego wydania
Materiałów Konferencyjnych SEP
1992-2021

KGHM
POLSKA MIEDŹ

SZKOŁA EKSPLOATACJI PODZIEMNEJ

POLSKA AKADEMIA NAUK
Instytut Gospodarki
Surowcami Mineralnymi i Energią

AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA
Katedra Górnictwa Podziemnego

MATERIAŁY SZKOŁY EKSPLOATACJI PODZIEMNEJ '99

Szczyrk, 22–26 lutego 1999

BIBLIOTEKA SZKOŁY EKSPLOATACJI PODZIEMNEJ
Seria Wykłady nr 18

Kraków 1999

KOMITET ORGANIZACYJNY

Jacek Jarosz (sekretarz), Jerzy Kicki (przewodniczący), Maciej Mazurkiewicz,
Zenon Pilecki (wiceprzewodniczący), Zbigniew Piotrowski, Piotr Saługa, Jacek Sobczyk,
Krzysztof Stachurski

KORESPONDENCI ZAGRANICZNI

Cas Bruniany (USA), Andrzej Harasimowicz (Kanada), Krzysztof Pietkiewicz (Szwecja),
Mietek Rataj (Australia), Richard Sabela (Niemcy), Anton Sroka (Niemcy), Leszek Wojno (RPA)

ADRES KOMITETU ORGANIZACYJNEGO

Szkoła Eksploatacji Podziemnej
ul. Józefa Wybickiego 7
30-950 Kraków 65, skr. poczt. 49
tel./fax (0-12) 632 13 24
fax (0-12) 632 35 24

Recenzował prof. dr hab. inż. Andrzej Zorychta

Druk publikacji wykonano na podstawie dostarczonych tekstów
na odpowiedzialność Autorów

ISBN 83-87854-60-3

Wydawnictwo IGSMiE PAN
31-261 Kraków, ul. Józefa Wybickiego 7
tel. 632 33 00, fax 632 35 24

© Szkoła Eksploatacji Podziemnej, Kraków 1999

Druk z gotowych oryginałów wykonała Drukarnia „PATRIA", Kraków, ul. św. Filipa 17
Wydanie I. Nakład 300 egz.

Edward MARKOWSKI, Andrzej MALESZA
Jan PITAS, Wojciech SWARBUŁA
Józef ROMUK

Sposób prowadzenia eksploatacji odprężającej w filarze szybu północnego KWK Bobrek-Miechowice

Seria Wykłady nr 18 Szkoły
Eksploatacji Podziemnej '99, s. 5—40

Edward MARKOWSKI, Andrzej MALESZA
Jan PITAS, Wojciech SWARBUŁA
Bytomska Spółka Węglowa S.A.
KWK BOBREK-MIECHOWICE, Bytom
Józef ROMUK
Okręgowy Urząd Górniczy, Bytom

Sposób prowadzenia eksploatacji odprężającej w filarze szybu północnego KWK Bobrek-Miechowice

Słowa kluczowe

Eksploatacja odprężająca – zagrożenie tąpaniami – profilaktyka tąpaniowa – metody badania stanu zagrożenia tąpaniami

Streszczenie

Opracowanie przedstawia realizację eksploatacji odprężającej w filarze szybu Północnego ścianami 21, 20 i 18 w warstwie przystropowej pokładu 510, w warunkach silnego zagrożenia tąpaniami i wzmożonych ciśnień górotworu, spowodowanych niekorzystnymi warunkami geologicznymi i górniczymi.

Przedmiotowe ściany w warstwie przystropowej pokładu 510 rozpoczynały eksploatację zawałową wiązki trzech pokładów dolnosiodłowych 507, 509 i 510 w filarze szybu Północnego, otwierając największą z możliwych odprężoną przestrzeń górotworu dla zawałowego wybierania kolejnych warstw tych pokładów.

W opracowaniu przedstawiono sposób rozcięcia i wybierania parcel ścian 21, 20 i 18 w pokładzie 510 z uwzględnieniem kolejnych weryfikacji projektu eksploatacji, opisano warunki górniczo-geologiczne, technologię prowadzenia ścian oraz metody prognozy stanu zagrożenia tąpaniami i środki profilaktyki tąpaniowej.

1. Wstęp

Ze względu na znaczne wyczerpanie zasobów złoża węglowego w zachodniej części obszaru górniczego Miechowice, Kopalnia zmuszona została do wznowienia robót eksploatacyjnych w byłym filarze ochronnym szybu Północnego, w którym do wybrania pozostały wszystkie pokłady dolnosiodłowe, tj.: 507, 509 i 510. Wybór pokładu, od którego rozpoczęto eksploatację, poprzedziła analiza warunków górniczo-geologicznych i występujących zagrożeń naturalnych, uwzględniająca doświadczenia Kopalni, decyzje władz górniczych oraz wnioski

z opracowań jednostek naukowo-badawczych uzyskane przez Kopalnię na przestrzeni ostatnich 30 lat.

Po analizie szeregu wariantów eksploatacji w filarze szybu Północnego przyjęto ostatecznie projekt zakładający wybieranie w pierwszej kolejności przystropowej warstwy pokładu 510, jako odprężającej dla pozostałych pokładów (warstw pokładów) dolnosiodłowych w tym filarze.

Rozwiązanie takie uwzględniało potrzebę z jednej strony przeciwdziałania zagrożeniu tąpaniami, z drugiej natomiast, stanowiło dopełnienie warunków ochrony obiektów dołowych i powierzchniowych. Uzasadnienie z punktu widzenia możliwości przeciwdziałania zagrożeniu tąpaniami, znalazło wyraz w tym, że ze względu na geometryczne ukształtowanie złoża zlokalizowanego w filarze, najbardziej rozległą pozostawioną powierzchnię posiadał pokład 510.

Rozpoczęcie eksploatacji w filarze od pokładu 510 pozwalało na pełniejsze wykorzystanie wpływów eksploatacyjnego odprężenia, tj. na stosunkowo daleki zasięg tego odprężenia w kierunku warstw stropowych, przy jednoczesnym ograniczeniu wzajemnego oddziaływania krawędzi w wyżej zalegających pokładach siodłowych.

Zgodnie z pierwotnym „Kompleksowym projektem eksploatacji pokładów zagrożonych tąpaniami na lata 1992—1993" parcela pokładu 510 miała być wybrana czterema ścianami poprzecznymi 21, 20, 19 i 18 w kierunku z południowego wschodu na północny zachód.

Roboty przygotowawcze dla uruchomienia eksploatacji przystropowej warstwy pokładu 510 w filarze szybu Północnego rozpoczęto w czerwcu 1993 roku. Z uwagi na przewidywane silne zagrożenie tąpaniami w rejonie robót przygotowawczych, zostały one zaprojektowane jako roboty badawcze, w celu dokładnego rozeznania warunków górniczo-geologicznych i zagrożenia tąpaniami. W trakcie prowadzenia robót przygotowawczych, w związku z występowaniem silnego zagrożenia tąpaniami, projekt rozcięcia pokładu 510 był trzykrotnie zmieniany.

Po tąpnięciu zaistniałym w dniu 17.09.1993 roku wszystkie roboty górnicze w rejonie filara szybu Północnego zostały zatrzymane do czasu opracowania nowego projektu i uzyskania pozytywnej opinii Komisji ds. Tąpań w Zakładach Górniczych Wydobywających Węgiel Kamienny.

Eksploatację pokładu 510 w filarze szybu Północnego uruchomiono w grudniu 1994 r. ścianą 21 w zachodnim skrzydle filara szybowego (rys. 1).

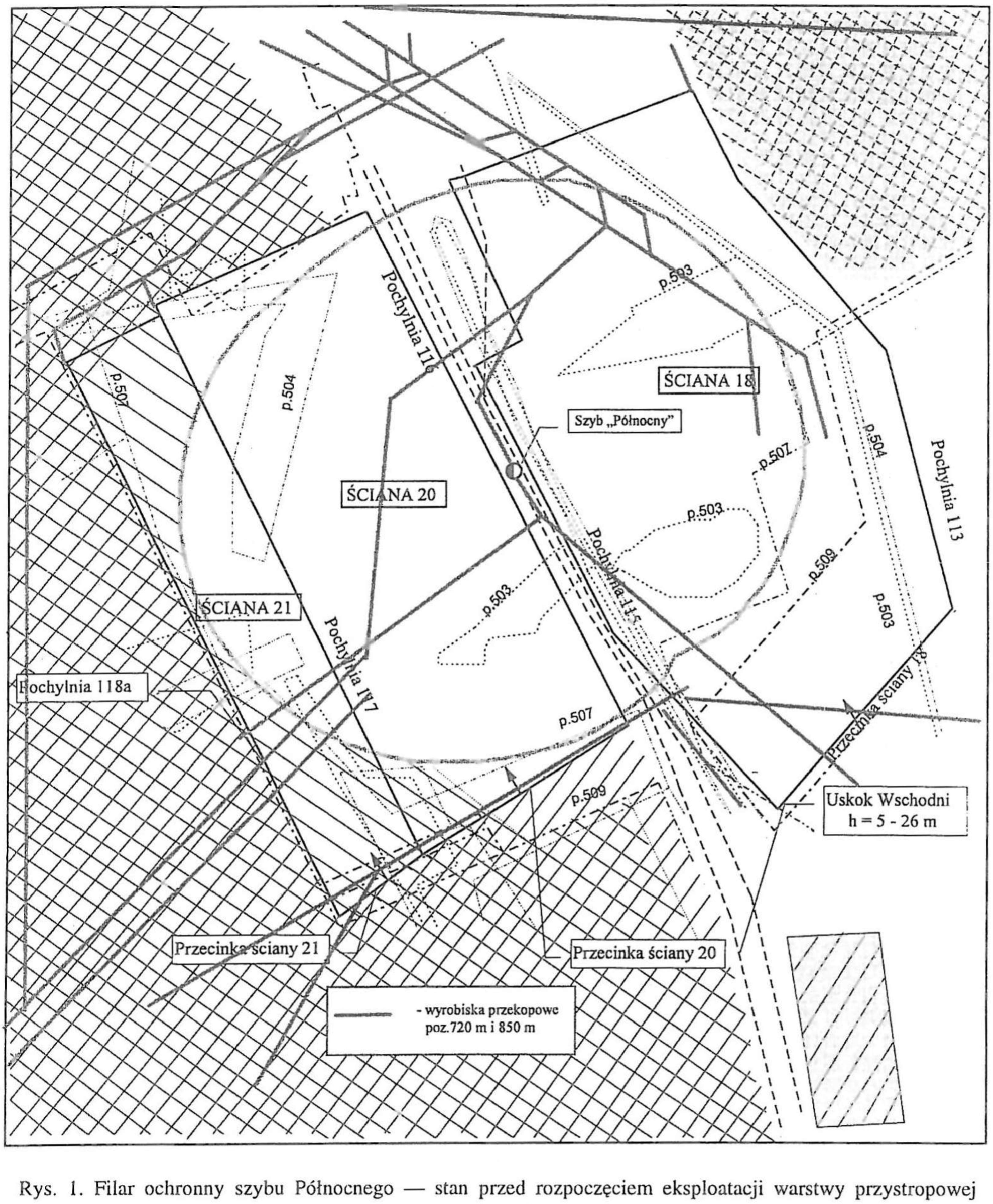
2. Rys historyczny eksploatacji pokładów siodłowych w filarze szybu północnego i na jego obrzeżach

Dotychczasową eksploatację górniczą w rejonie filara szybu Północnego należy podzielić na eksploatację prowadzoną na zewnątrz filara, w bezpośrednim jego sąsiedztwie oraz prowadzoną wewnątrz filara szybowego.

Ze względu na centralne usytuowanie szybu Północnego, jako szybu wentylacyjnego, roboty eksploatacyjne w jego rejonie w okresie ostatnich dziesięcioleci prowadzone były generalnie na zewnątrz obrysu filara.

Na zewnątrz filara szybowego i w jego bezpośrednim sąsiedztwie w latach 1937—1995 wybrano wszystkie pokłady przewidziane do eksploatacji, tj. pokłady grupy 400 i 500.

Wewnątrz filara szybowego eksploatację prowadzono w latach 1969—1978. Wybrano wówczas całą wiązkę pokładów górnosiodłowych, tj. pokłady: 504, 503 i 501.



Rys. 1. Filar ochronny szybu Północnego — stan przed rozpoczęciem eksploatacji warstwy przystropowej pokładu 510

Fig. 1. The pillar of Northern shaft — a condition before the beninning of exploitation of coal bed No 510 in a seperstratum

Z uwagi na zaistniałe uszkodzenia w rurze szybowej podczas eksploatacji wewnątrz obrysu filara, konieczność jak najdłuższego utrzymania pełnej funkcjonalności szybu Północnego, jak również ochronę obiektów dołowych i powierzchniowych, po zakończeniu wybierania pokładów górnosiodłowych, Kopalnia odstąpiła czasowo od dalszego prowadzenia eksploatacji wewnątrz filara.

3. Warunki geologiczno-górnicze

Pokład 510 jest najniżej zalegającym pokładem przewidzianym do eksploatacji w filarze szybu Północnego. Eksploatacja tego pokładu została zaprojektowana jako odprężająca dla pozostałych blisko zalegających pokładów dolnosiodłowych 509 i 507 (łącznie z warstwą przyspągową pokładu 510, gdyż eksploatację w filarze rozpoczęto od warstwy przystropowej tego pokładu).

Pokład 510 w skrzydle zachodnim filara zalega na głębokości od 780 m w części północnej, do 840 m w części środkowej i południowej, natomiast w skrzydle wschodnim zalega na głębokości od 720 m w części północnej, do 820 m w części południowej. Nachylenie pokładu wynosi ok. 12° w kierunku południowo-zachodnim, a grubość 3,8—4,2 m.

Pokład 510 zaliczony jest do III stopnia zagrożenia tąpaniami, I stopnia zagrożenia wodnego, II kategorii zagrożenia metanowego, klasy B zagrożenia pyłowego oraz II i IV grupy skłonności do samozapalenia.

W spągu i w stropie pokładu 510 występują łupki ilaste i łupki piaszczyste. Natomiast nad pokładami siodłowymi zalegają liczne warstwy piaskowców.

Według profilu geologicznego szybu Północnego i otworu G-1 (rys. 2) w stropie pokładu 507, w odległości ok. 39 m powyżej pokładu 510, występuje gruba, ponad 25-metrowa warstwa piaskowca. W odległości ok. 95 m nad pokładem 510, tj. powyżej pokładu 506, zalega ok. 23-metrowa warstwa piaskowca, następnie ok. 121 m od pokładu 510, nad pokładem 504, występuje ponad 12-metrowa warstwa piaskowca.

Łącznie w rejonie filara szybu Północnego powyżej pokładów siodłowych występują ławice mocnych, drobnoziarnistych piaskowców o sumarycznej grubości ok. 89 m. Najbardziej istotną, decydującą o stanie zagrożenia tąpaniami, jest warstwa piaskowca zalegająca nad pokładem 507 o grubości 25,7 m.

Obszar filara szybu Północnego poprzecinany jest szeregiem stref uskokowych o zmiennym zrzucie: 5—26 m, warstwy zrzucone są w kierunku zachodnim, generalne nachylenie płaszczyzn zrzutu wynosi ok. 80. Główna strefa uskokowa, zwana Uskokiem Wschodnim, przebiega przez środek filara w linii N-S, w odległości ok. 20 m na wschód od szybu Północnego i wyznacza granicę między partiami C i D.

W polach ścian 21, 20 i 18 przebiegają ślady krawędzi eksploatacji dokonanej w pokładach:

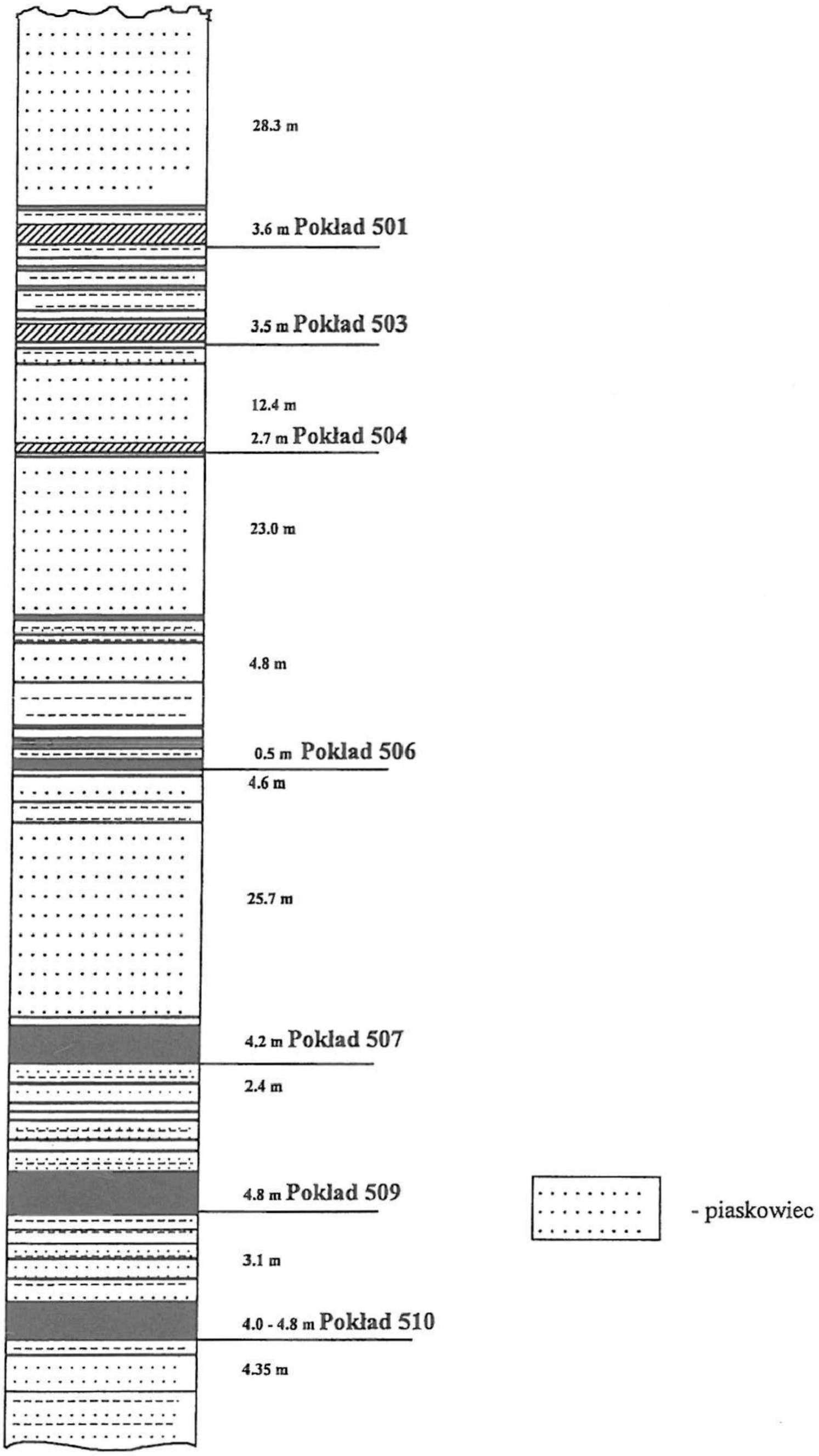
— 501 — na wysokość 2,5 m, systemem z podsadzką hydrauliczną, na głębokości ok. 640 m, w latach 1976—1978,

— 503 — na wysokość 2,8 m, systemem z podsadzką hydrauliczną, na głębokości ok. 660 m, w latach 1972—1974,

— 504 — na wysokość 2,2—2,7 m, systemem z podsadzką hydrauliczną, na głębokości ok. 680 m, w latach 1969—1972,

— częściowo 507 — na wysokość 2,0—4,0 m, systemem zawałowym, na głębokości ok. 760 m, w latach 1973—1974 i 1986—1989,

— częściowo 509 — na wysokość 2,2—2,8 m, systemem z podsadzką hydrauliczną, na głębokości ok. 730 m, w latach 1962-64 oraz systemem zawałowym, na grubość 2,2 m, w latach 1994—1995.

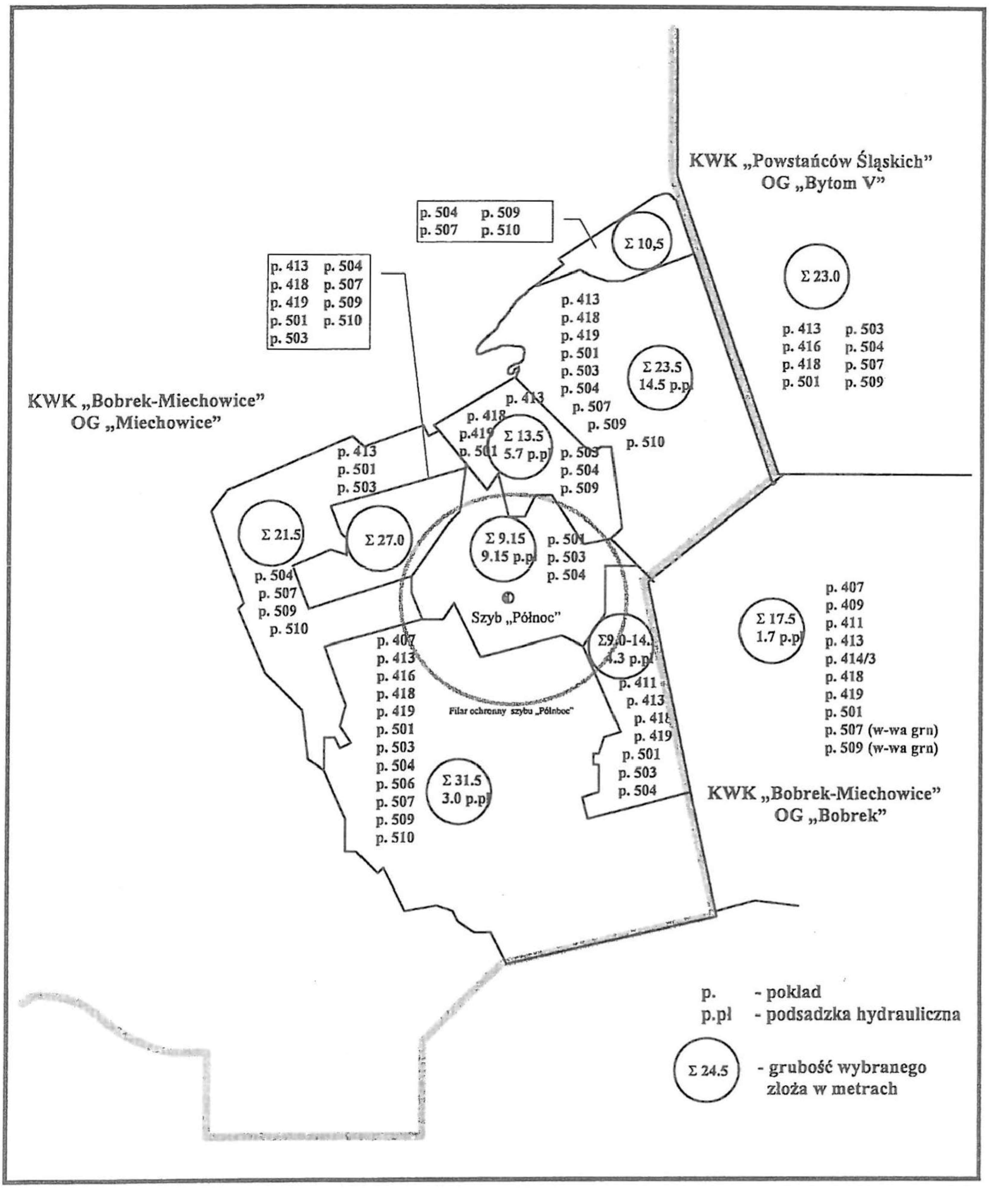


Rys. 2. Profil geologiczny dla pokładów siodłowych w filarze szybu północnego

Fig. 2. The profile for coal beds of group No 500 in the pillar of Northern shaft

Pokłady 501, 503, 504, 507 i 509 zalegają odpowiednio ok. 175 m, ok. 151 m, ok. 136 m, ok. 35 m i ok. 12 m powyżej pokładu 510.

Dokonania eksploatacyjne w rejonie filara szybu Północnego spowodowały wytworzenie znacznej dysproporcji w grubości wybranego złoża (rys. 3). Wewnątrz filara wybrano pokłady górnosiodłowe o łącznej grubości ok. 9,0 m, natomiast na zewnątrz obrysu filara



Rys. 3. Mapa grubości wybranego złoża węglowego w rejonie filara szybu Północnego — stan przed rozpoczęciem eksploatacji warstwy przystropowej pokładu 510

Fig. 3. The map of thickness of the carbon deposit extracting for a locality of the pillar shaft of Northern — a condition before the beginning of the exploitation of coal bed No 510 in a superstratum

wybrano pokłady rudzkie i siodłowe o grubościach od 13,5 m do 31 m, czego efektem była wyjątkowo niekorzystna dla prowadzonych robót górniczych sytuacja naprężeniowa, szczególnie na obrzeżu filara.

W polu wybiegu ściany 21 i 20 występowały resztki pozostawione w pokładach 503 i 504, tj. resztka pokładu 503 równoległa do kierunku wybiegu o szerokości 10—70 m oraz resztki w pokładzie 509: równoległa do kierunku wybiegu, o szerokości 40—65 m; prostopadła do kierunku wybiegu, o szerokości 10—20 m; ukośna do kierunku wybiegu, o szerokości 14—55 m.

Ponadto w odległości ok. 140 m od przecinki ściany 20 występowało wymycie w pokładzie 503 o wymiarach ok. 170 m wzdłuż frontu i szerokości 10—50 m prostopadle do frontu. Natomiast w polu ściany 18 występowały dwa wymycia: pierwsze w formie owalu o wymiarach 90 × 180 m w odległości ok. 200 m od przecinki ściany, a drugie w odległości ok. 400 m od przecinki, o szerokości 10—65 m i ok. 220 m długości wzdłuż frontu.

Nad polem wybiegu wybieranych ścian przebiegało szereg wyrobisk przekopowych z poziomu 720 m do pokładów 507 i 509 oraz wyrobisk węglowych wykonanych w przyspągowej warstwie pokładu 510.

Pola ścian 21, 20 i 18 w pokładzie 510 były generalnie nieodprężone, z wyjątkiem części parceli ściany 21 wzdłuż obrysu filara, części parceli ściany 20 w obszarze o wymiarach 60 m wzdłuż frontu i 100 m w kierunku wybiegu na północ od przecinki, które prowadzono pod zrobami warstwy przystropowej, eksploatowanej w latach 1966—1967.

Parcela ściany 18 była nieregularna, w pierwszej połowie wybiegu jej front wydłużył się od 280 m do ok. 400 m, a następnie skracał się z powrotem do ok. 280 m (na linii zakończenia ściany).

W odległości ok. 470 m od przecinki, ściana 18 została skrócona o 40 m w związku z wystąpieniem zaburzenia w postaci uskoku towarzyszącego Uskokowi Wschodniemu o wysokości zrzutu ok. 10 m.

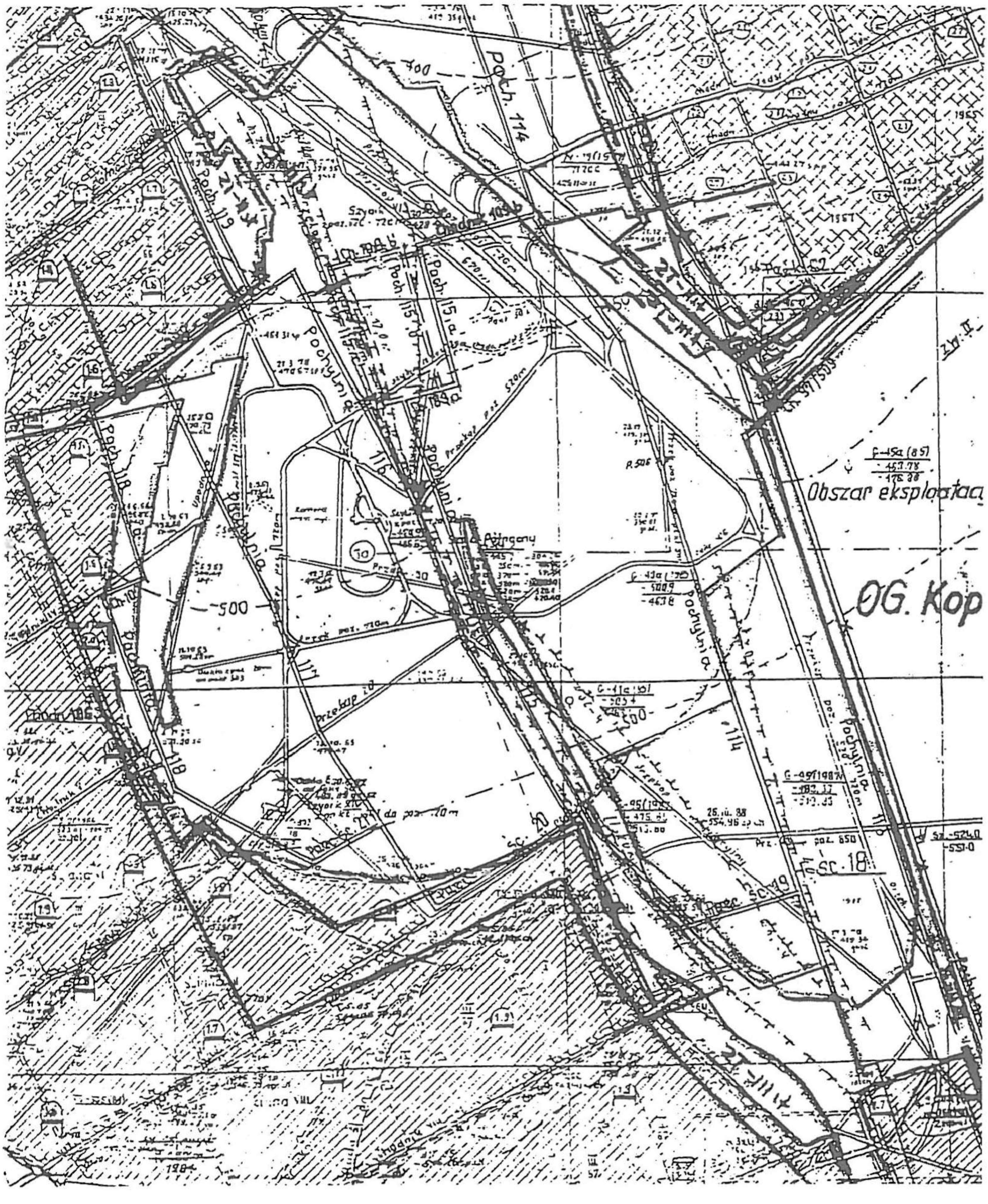
Opisane wyżej warunki geologiczno-górnicze, wskazują na wyjątkowo skomplikowane uwarunkowania prowadzenia eksploatacji odprężającej w filarze szybu Północnego.

4. Uwarunkowania poprzedzające eksploatację pokładów dolnosiodłowych. Projekty eksploatacji przystropowej warstwy pokładu 510 wraz ze zmianami

Zgodnie z pierwotnym projektem eksploatacji przystropowej warstwy pokładu 510 w filarze szybowym, roboty przygotowawcze zaprojektowano z dala od wszystkich robót górniczych prowadzonych wówczas w rejonie filara.

Roboty przygotowawcze rozpoczęto od wydrążenia chodnika 109b i pochylni 114 (rys. 4). Po wydrążeniu chodnika 109b i pochylni 114 część południowa, w trakcie drążenia pochylni 114 na północ od chodnika 109b, w dniu 17.09.1993 r. miało miejsce tragiczne w skutkach tąpnięcie w pochylni badawczej 114, po wstrząsie o energii $E = 3 \times 10^5$ J, zlokalizowanym w odległości 30 m na południowy wschód od czoła przodka pochylni.

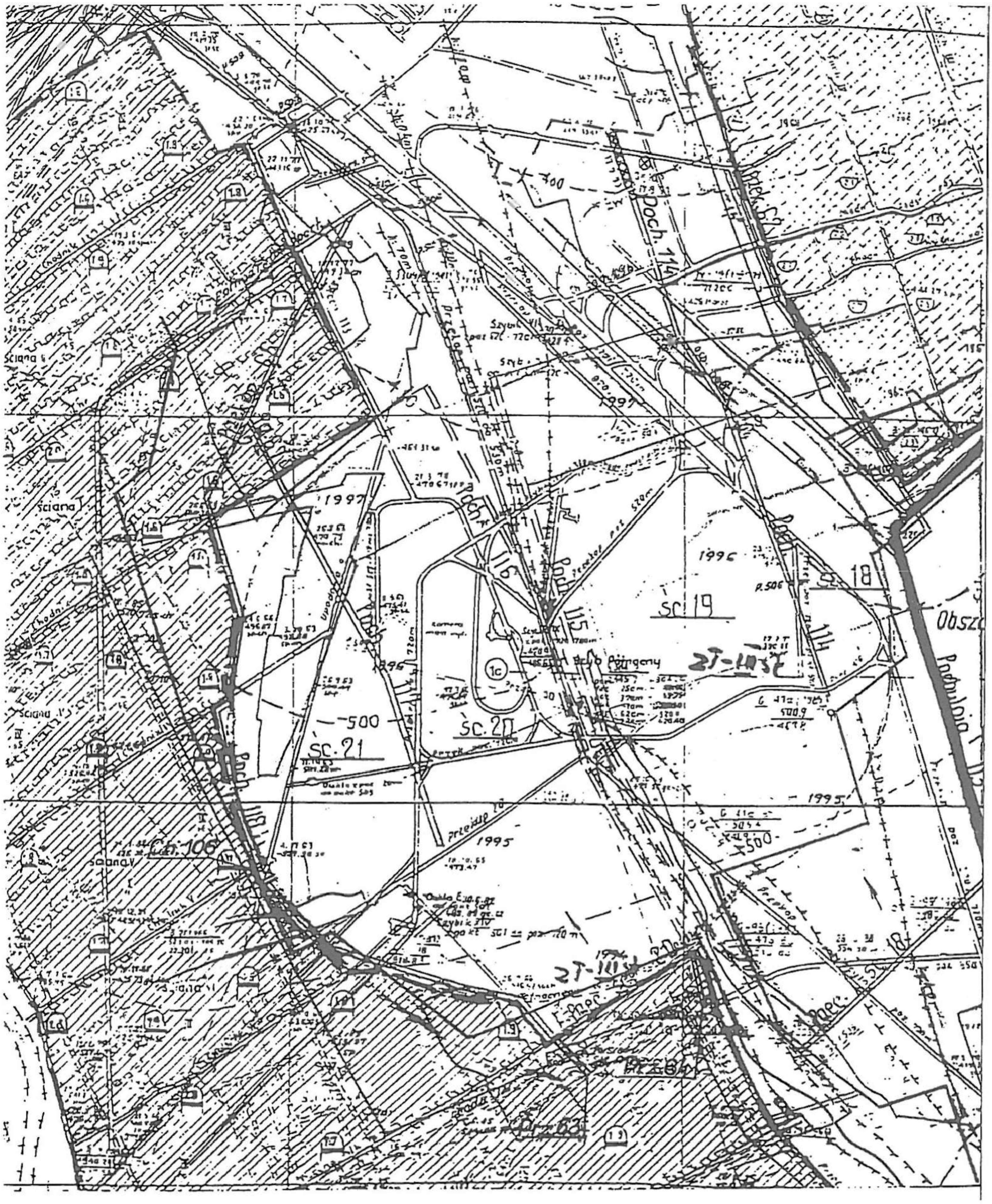
W związku z zaistniałym tąpnięciem wszystkie roboty górnicze w rejonie filara szybu Północnego zostały zatrzymane do czasu zweryfikowania obowiązującego projektu robót górniczych w tym rejonie. Realizując wnioski ze Sprawozdania Komisji powołanej przez Prezesa Wyższego Urzędu Górniczego, opracowano nowy projekt eksploatacji pokładów dolnosiodłowych w rejonie filara szybu Północnego KWK Miechowice, który został pozytywnie zaopiniowany przez Komisję ds. Tąpań w Zakładach Górniczych Wydobywających Węgiel Kamienny.



Rys. 4. Pierwszy projekt eksploatacji przystropowej warstwy pokładu 510 w filarze szybu Północnego

Fig. 4. The first project of exploitation in a superstratum of coal bed No 510 in the pillar of Northern shaft

Projekt ten utrzymywał dotychczasową eksploatację warstwy przystropowej pokładu 510 jako odprężającej dla pozostałych pokładów dolnosiodłowych czterema ścianami prowadzonymi z południa na północ (rys. 5). Zasadnicze zmiany dokonane w wyniku weryfikacji dotychczasowego projektu rozcięcia pokładu 510 w filarze szybu Północnego dotyczyły:



Rys. 5. Projekt eksploatacji przystropowej warstwy pokładu 510 po tąpnięciu w pochylni 114 w dniu 17.09.1993 r.

Fig. 5. The project of exploitation in a superstratum of coal bed No 510 after the rock burst in incline No 114 on 17 September, 1993

— zwiększenia udziału robót kamiennych poprzez wykonanie przekopów 66 i 67 w celu uzyskania dodatkowych bezpiecznych wyjść z rejonu, dróg odstawy urobku oraz odprowadzenia zużytego powietrza,

— znacznego zmniejszenia robót węglowych poprzez rezygnację z wykonania chodnika 108 i pochylni 119,

— rezygnacji z wcześniejszego wykonania pochylni 116 w sąsiedztwie Uskoku Wschodniego,

— wykonania pochylni 118 w bezpośrednim sąsiedztwie zrobów,

— wykonywania wyrobisk korytarzowych w pokładzie 510 wyłącznie po spągu pokładu.

Ponadto projekt zakładał rozpoczęcie robót udostępniających i przygotowawczych w pierwszej kolejności w zachodniej części filara.

Roboty rozpoczęto od wykonywania pochylni 118 dwoma przodkami, z przekopu 63 oraz z chodnika 106. Początkowy 10-metrowy odcinek pochylni 118, drążonej z przekopu 63, wykonywany był pod zrobami zawałowymi warstwy przystropowej. Po wykonaniu odcinka długości 12,5 m stwierdzono małośrednicowymi wierceniami sondażowymi występowanie strefy wzmożonych naprężeń na głębokości 6,0 m w czole przodka. Mimo wykonania całego kompleksu zabiegów profilaktycznych, tj. strzelania wstrząsowo-odprężającego w pokładzie oraz w spągu i stropie pokładu, a także strzelań torpedujących, nie zdołano zlikwidować istniejącego w rejonie przodka zagrożenia.

Analogiczna sytuacja miała miejsce w pochylni 118 drążonej z chodnika 106. W związku z powyższym drążenie pochylni 118, zarówno z przekopu 63, jak i z chodnika 106, zostało zatrzymane i Kopalnia ostatecznie odstąpiła od dalszego drążenia pochylni 118, z uwagi na wysoką koncentrację naprężeń i duże zagrożenie tąpnięciem.

Brak możliwości kontynuowania robót przygotowawczych dla ściany 20 w zachodniej części filara szybu Północnego spowodował, że Kopalnia opracowała trzy warianty rozcięcia i eksploatacji parceli pokładu 510 położonej na zachód od Uskoku Wschodniego.

W wariancie pierwszym założono wybranie całej parceli pokładu 510 pomiędzy Uskokiem Wschodnim a zrobami zawałowymi jedną ścianą o długości frontu ok. 380 m. Część zachodnia ściany prowadzona byłaby po spągu pokładu, pod wybraną na zawał warstwą przystropową, a pozostała część ściany pod stropem pokładu.

Wariant drugi zakładał wybranie części parceli na zachód od Uskoku Wschodniego ścianą 20 o długości frontu ok. 250 m. Wyrobiska przyścianowe — pochylnie 116 i 117 — planowano wygradzać w zrobach sukcesywnie z postępem ściany. Ponadto konieczne byłoby wykonanie szeregu wyrobisk korytarzowych pod pokładem, łączących pochylnię przyzrobową 118a z wygradzaną pochylnią 117. Pozostała część parceli na zachód od pochylni 117 miała być pozostawiona jako resztka (straty).

W wariancie trzecim założono wybranie w pierwszej kolejności ściany 21 o długości frontu ok. 130 m z wykonaną bezpośrednio przy zrobach pochylnią 118a i wygradzaną pochylnią 117. Na początkowym odcinku wybiegu (ok. 100 m) ściana 21 prowadzona byłaby po spągu pokładu pod wybraną z zawałem stropu warstwą przystropową, a następnie w części zachodniej — po spągu pokładu i w części wschodniej pod stropem pokładu. Ponadto ściana 21 prowadzona byłaby niezależnie od eksploatacji pozostałej części filara w części zachodniej i wschodniej.

Po szczegółowej analizie opracowanych wariantów, zapoznaniu się z opiniami specjalistów z zakresu zagrożeń wentylacyjnych oraz Zespołu Konsultacyjnego — powołanego dla dokonywania okresowych analiz stanu zagrożenia tąpaniami w trakcie prowadzenia robót górniczych w filarze szybu Północnego — dotyczącymi możliwości eksploatacji

pokładu 510/C ścianą 21, niezależnie od pozostałej części filara, w aspekcie występujących zagrożeń naturalnych i ochrony szybu, **za najbardziej optymalny uznano wariant trzeci** (rys. 6).

Rys. 6. Końcowy projekt eksploatacji przystropowej warstwy pokładu 510 w filarze szybu Północnego

Fig. 6. The final project of exploitation in a superstratum of coal bed No 510 in the pillar of Northern shaft

Za przyjęciem wariantu trzeciego przemawiały następujące względy:

— możliwość prowadzenia ściany 21 o długości frontu 130 m niezależnie od pozostałej części parceli w zachodnim skrzydle filara. Jej eksploatacja winna być skoordynowana z eksploatacją w skrzydle wschodnim,

— wykonanie przecinki ściany 21 pod zrobami zawałowymi warstwy przystropowej,

— wykonanie chodnika podścianowego, tj. pochylni 118a pod zrobami zawałowymi pokładu 510 oraz pod wybranymi na zawał pokładami 509 i 507,

— prowadzenie ściany na początkowym (ok. 100 m) odcinku jej wybiegu pod zrobami zawałowymi,

— wygradzanie pochylni 117 poza strefami koncentracji naprężeń, z wyjątkiem krótkiego odcinka przy wychodzeniu spod zrobów warstwy górnej,

— jednostronne przewietrzanie po zrobach,

— ograniczenie powstawania pożarów endogenicznych przy ustabilizowanym dużym postępie ściany,

— eksploatacja nie wymagająca koordynacji z robotami eksploatacyjnymi w pokładzie 509/D,

— możliwość wykonania pochylni 117 na odcinku pod zrobami.

Projekt rozpoczęcia eksploatacji w pokładzie 510 w zachodnim skrzydle filara według wariantu trzeciego Kopalnia przedłożyła Komisji ds. Tąpań w Aneksie nr 1 do „Kompleksowego projektu eksploatacji na lata 1994—1995...", który został pozytywnie zaopiniowany w dniu 13.06.1994 r. Zgodnie z ww. Aneksem nr 1..., po zakończeniu eksploatacji ścianą 21, Kopalnia uruchomiła eksploatację ścianą 20 pomiędzy zrobami ściany 21 a pochylnią 117, w bezpośrednim sąsiedztwie Uskoku Wschodniego, z warunkiem jej samodzielnego prowadzenia do uzyskania wybiegu 130 m.

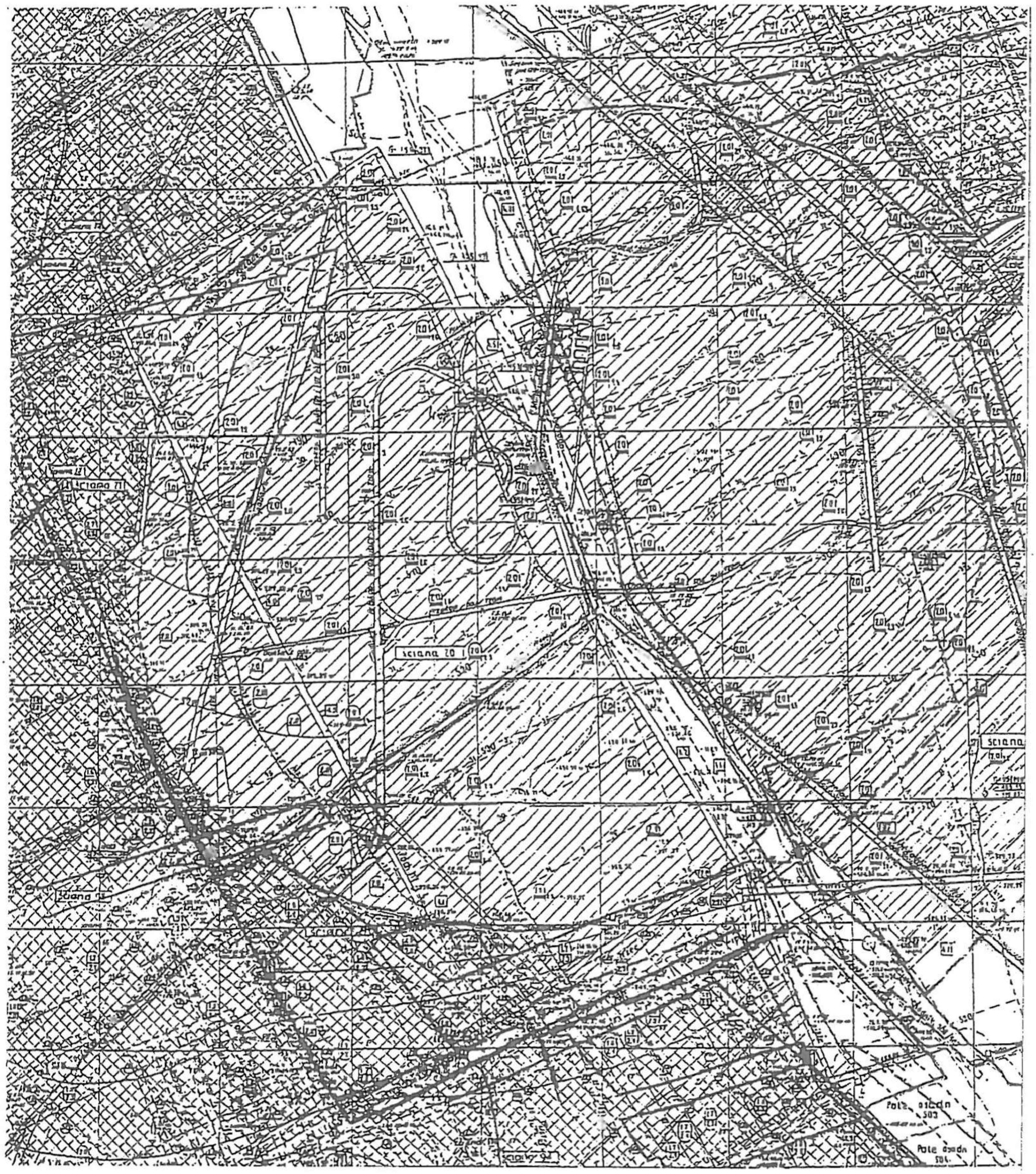
Roboty przygotowawcze dla uruchomienia eksploatacji pokładu 510/D w skrzydle wschodnim filara szybu Północnego Kopalnia rozpoczęła w 1995 r. zgodnie z „Kompleksowym projektem eksploatacji pokładów zagrożonych tąpaniami na lata 1995—1999". Zgodnie z tym projektem ściana 20 w skrzydle zachodnim filara po uzyskaniu wybiegu 130 m miała być zatrzymana, natomiast w skrzydle wschodnim miała zostać uruchomiona eksploatacja ścianą 18, prowadzoną samodzielnie do linii zrównania się frontów obu ścian, tj. ściany 20 w skrzydle zachodnim i ściany 18 w skrzydle wschodnim filara. Od tego momentu dalsza eksploatacja pokładu 510 miała być prowadzona szerokim, skoordynowanym frontem w skrzydle zachodnim i wschodnim filara szybu Północnego ścianami 20 i 18. Takie wymogi koordynacyjne podyktowane były głównie dotychczasowymi uwarunkowaniami ochrony szybu Północnego. Po uzyskaniu przez ścianę 20 wybiegu ok. 130 m, w wyniku trudności technicznych, związanych z terminowym uruchomieniem ściany 18 w skrzydle wschodnim filara, Kopalnia uzyskała zezwolenie na wydłużenie samodzielnego biegu ściany 20 do odległości 180 m od przecinki.

Uwzględniając generalnie niekorzystne naprężeniowe warunki wybierania w rejonie filara, a także wysoki poziom zagrożenia tąpaniami oraz dokonaną już eksploatację, Kopalnia zleciła wykonanie opracowania pt.: „Weryfikacja prowadzonych robót górniczych w filarze szybu »Północnego« w pokładzie 510 z uwzględnieniem koordynacji frontów eksploatacyjnych w aspekcie zagrożenia tąpaniami, ochrony powierzchni i szybu".

We wnioskach powyższego opracowania stwierdza się, że dla dalszego ograniczenia zagrożenia tąpaniami korzystne będzie takie prowadzenie ścian 20 i 18, aby wzajemna odległość pomiędzy ich frontami była nie mniejsza niż 300 m. Przy takiej odległości równocześnie prowadzonych ścian 20 i 18, nie będzie dochodziło do sumowania się znacznych wpływów tych wybrań, nawet w podbieranych, wstrząsogennych, mocnych warstwach piaskowcowych. Ponadto, zatrzymanie zgodnie z dotychczasowymi ustaleniami biegu ściany 20, do czasu dojścia ściany 18, wytworzyłoby w górotworze bardzo niekorzystną sytuację naprężeniową i deformacyjną, szczególnie w rejonie występujących krawędzi pokładów 503, 504 oraz przekopów 20 i 26. Równoczesne prowadzenie ścian 20 i 18 jednym szerokim frontem powodowałoby wzajemne niekorzystne oddziaływanie, szczególnie na odcinkach ścian, sąsiadujących bezpośrednio ze strefą Uskoku Wschodniego. Zmiana

warunków koordynacji frontów eksploatacyjnych ścianami 20 i 18 w pokładzie 510 w filarze szybu Północnego przedstawiona została w Aneksie nr 3 do „Kompleksowego projektu...". Przedmiotowy Aneks został pozytywnie zaopiniowany na posiedzeniu Komisji ds. Tąpań w dniu 23.05.1996 r.

Na rysunku 7 przedstawiono zakres dokonanej ostatecznie eksploatacji warstwy przystropowej pokładu 510 w filarze szybu Północnego.



Rys. 7. Warstwa przystropowa pokładu 510 w filarze szybu Północnego — stan po zakończeniu eksploatacji

Fig. 7. Coal bed No 510 in a superstratum in the pillar of Northern shaft — a condition after the finish of exploitation

5. Technologie eksploatacji ścian 21, 20 i 18

Ściany 21, 20 i 18 w filarze prowadzone były generalnie w warstwie przystropowej, systemem zawałowym z doszczelnianiem zrobów pyłami dymnicowymi, na wysokość 2,0—2,2 m. Fronty przedmiotowych ścian przesuwały się z południowego wschodu na północny zachód.

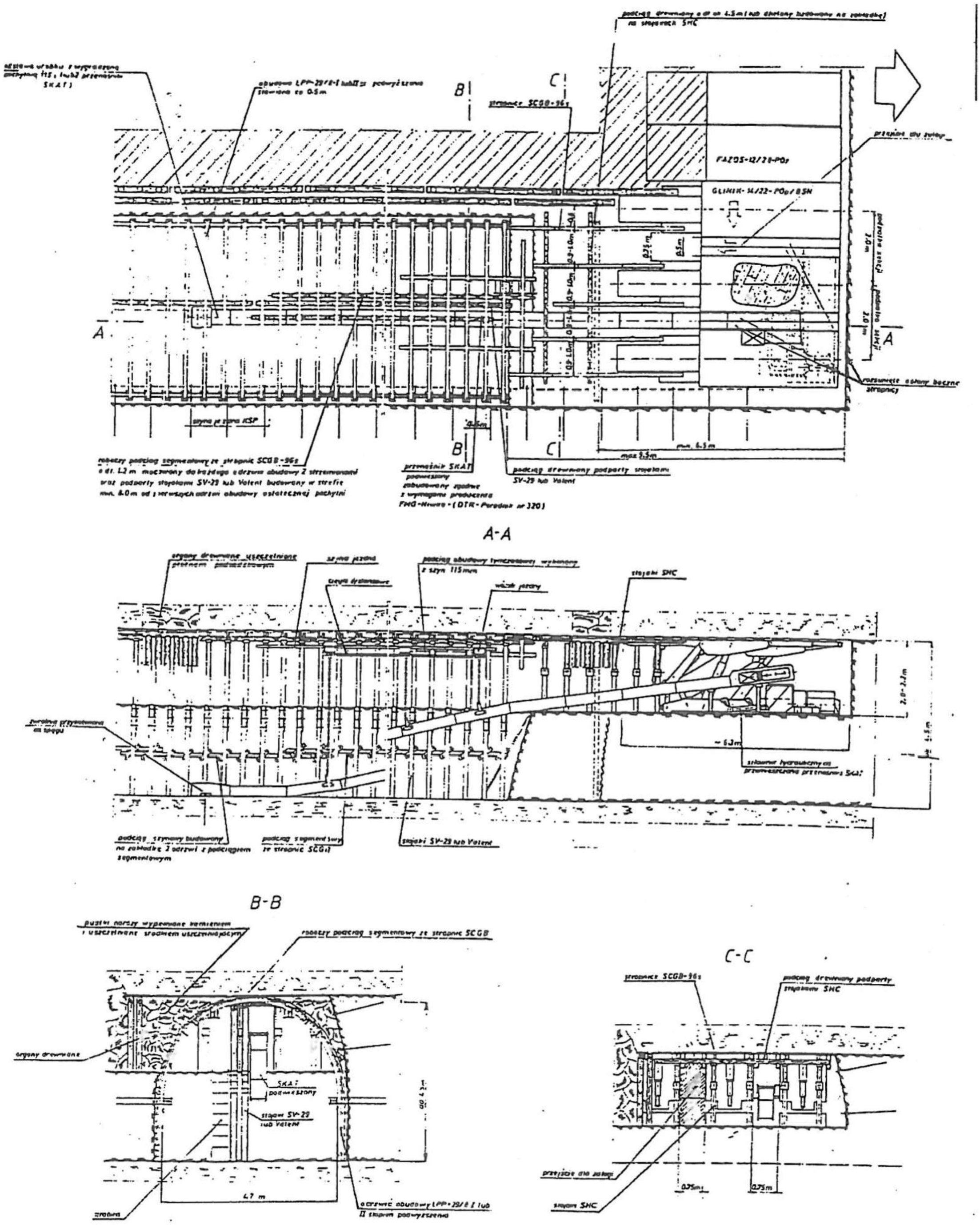
Wyposażenie ścian stanowiła obudowa zmechanizowana typu: ściana 21 — Fazos 12/28-Oz i Fazos 15/31/BSN, ściana 20 — Glinik 08/22-Ozk i Glinik 14/22-POp/BSN, ściana 18 — Glinik 08/22-Ozk, Fazos 12/28-Oz i Glinik 14/22-POp/BSN.

We wszystkich przypadkach chodniki nadścianowe, tj. pochylnie 115, 116 i 117, były wygradzane za frontem ścian na całą grubość pokładu w celu zwiększenia bezpieczeństwa prowadzenia robót. Nie pozostawiano półki węglowej przy spągu pokładu dla ograniczenia możliwości wystąpienia tąpnięcia w warunkach wysokiej koncentracji naprężeń. Zrezygnowano z przypinania półki węglowej pod stropem pokładu, aby zminimalizować zagrożenie pożarowe. Realizacja tego zadania polegała na wybraniu najpierw — w miejscu planowanej pochylni wygradzanej — warstwy przystropowej pokładu 510 na wysokość 2,0—2,2 m z frontu ściany, a potem na wybraniu całej warstwy przyspągowej tak, aby osiągnąć przekrój obudowy ŁPP w II lub III stopniu podwyższenia. Odrzwia obudowy z kształtownika V29 budowano co 0,5 m. Urobek z przybieranej warstwy przyspągowej odstawiano poprzez specjalnie zabudowany przenośnik zgrzebłowy typu Skat, łączący spąg pokładu 510 z napędem zwrotnym przenośnika ścianowego w warstwie przystropowej (rys. 8).

Powyższa koncepcja została pozytywnie zaakceptowana przez Komisję ds. Tąpań. Wzmocnienie obudowy na odcinku strefy przyprzodkowej stanowiły przenośne, stalowe podciągi segmentowe budowane na łukach ociosowych, na wysokości 1,5—1,7 m od spągu wyrobiska, a na pozostałym odcinku stałe podciągi szynowe budowane j.w., dodatkowo kotwione do ociosów kotwiami stalowymi o długości 2,5 m. Niezależnie od wymienionego wzmocnienia, w osi tych wyrobisk budowano podciągi drewniane podbudowane stalowymi stojakami ciernymi typu SV-29 lub Valent. Wyszczególnione zabiegi dotyczące wzmocnienia obudowy, jak również zagęszczenie odrzwi obudowy do 0,5 m, miały na celu zabezpieczenie załogi przed ewentualnymi skutkami wysokoenergetycznych wstrząsów.

Ponadto roboty związane z wykonywaniem pochylni wygradzanych prowadzone były wyłącznie na zmianach nie obłożonych do wydobycia w ścianach 21, 20 i 18.

Ścianę 21 uruchomiono 28 grudnia 1994 r. i prowadzono samodzielnie od rozpoczęcia do zakończenia. Ściana prowadzona była pomiędzy pochylnią 118a — od zachodu, wykonaną przed uruchomieniem ściany, bezpośrednio przy zrobach zawałowych pokładu 510, wybranego na całą grubość, a pochylnią 117 — od wschodu, która z uwagi na niekorzystne warunki naprężeniowe, stanowiące o wysokim poziomie zagrożenia tąpaniami, wykonywana była od 50 m wybiegu przez wygradzanie na linii zawału, sukcesywnie z postępem ściany, natomiast do 50 m wybiegu wykonana była przed uruchomieniem ściany. Z uwagi na stwierdzone w trakcie indywidualnego drążenia pochylni 117 (przed uruchomieniem ściany 21) strefy koncentracji naprężeń w rejonie czoła przodka i brak technicznych możliwości zlikwidowania tego zagrożenia, pomimo zastosowania wszystkich znanych metod profilaktyki aktywnej, Kopalnia odstąpiła od kontynuowania drążenia pochylni 117 na odcinku poza zrobami zawałowymi warstwy przystropowej.



Rys. 8. Skrzyżowanie ściany w pokładzie 510 z pochylnią wygradzaną

Fig. 8. The crossing of the longwall in coal bed No 510 with incline made behind the longwall

W początkowym 100-metrowym odcinku wybiegu ścianę 21 prowadzono całą długością frontu po spągu pokładu, pod wybraną z zawałem stropu warstwą przystropową, z postępem do 3,5 m na dobę. Na pozostałym odcinku wybiegu ściana 21 prowadzona była jednocześnie

po spągu i pod stropem pokładu, a granicę eksploatacji warstw wyznaczał obrys filara ochronnego szybu Północnego. Przy prowadzeniu ściany pod stropem pokładu postęp został ograniczony do 2,5 m na dobę.

Odcinek ściany 21 prowadzony pod stropem pokładu był zmienny i wahał się od 0 m do 120 m. W końcowym odcinku wybiegu ściana 21 prowadzona była analogicznie jak w momencie rozpoczęcia, tj. po spągu pokładu. Ściana 21 zakończyła bieg w lutym 1996 r., po osiągnięciu linii jej projektowanego zakończenia na wysokości zrobów ściany 3.

Zgodnie z ustalonymi warunkami koordynacji prowadzenia robót górniczych w filarze szybu Północnego (Aneks nr 1 do „Kompleksowego projektu eksploatacji...") po zakończeniu eksploatacji ścianą 21, uruchomiona została kolejna eksploatacja w skrzydle zachodnim filara **ścianą 20**. Parcela ściany 20 ograniczona była pochylnią 117 — od zachodu (zroby ściany 21), a Uskokiem Wschodnim, wzdłuż którego wygradzana była pochylnia 116 od strony wschodniej, oraz zrobami — od południa i północy.

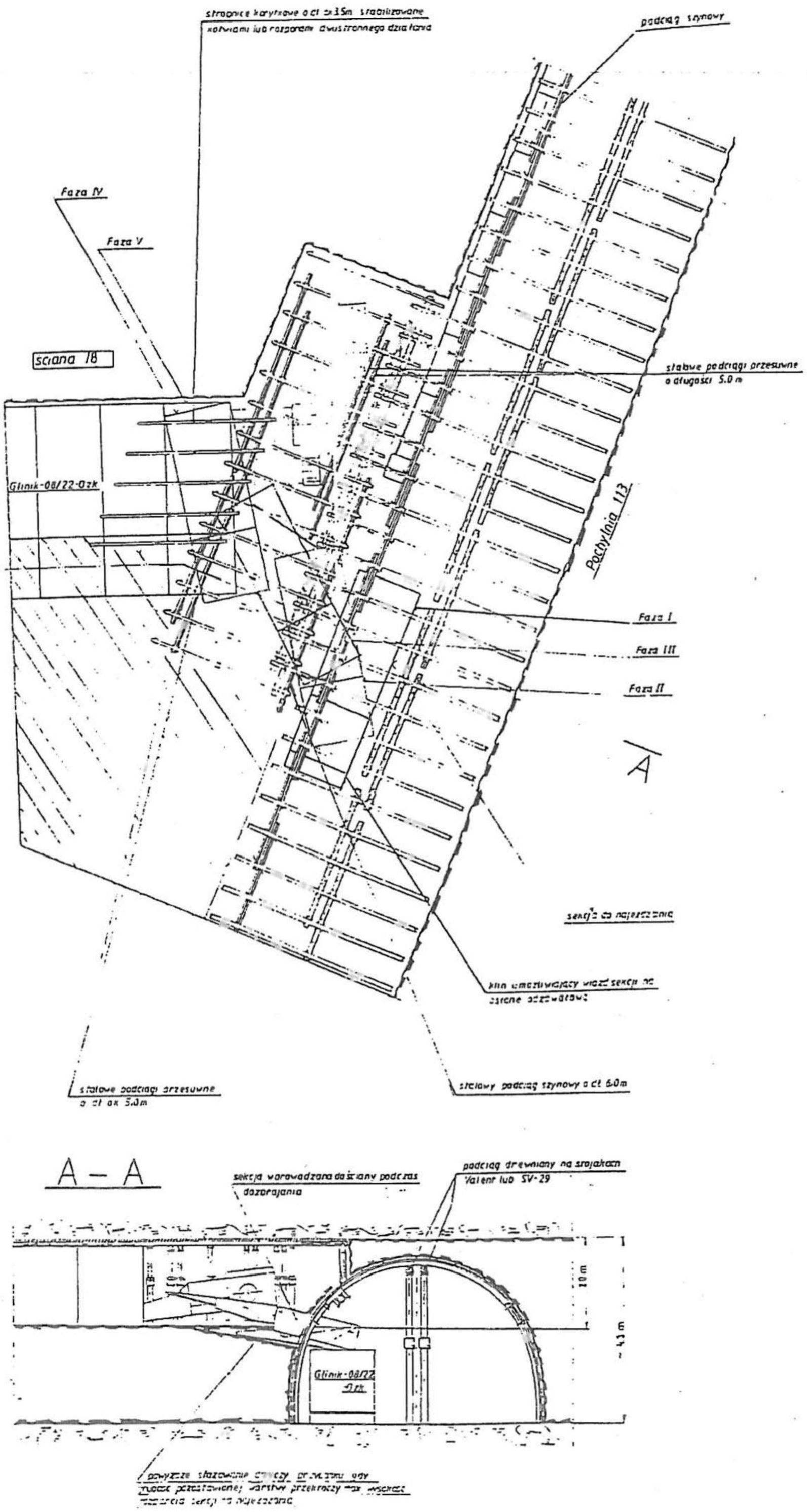
Ściana 20 rozpoczęła bieg z przecinki ścianowej wykonanej po spągu pokładu, usytuowanej pod zrobami warstwy przystropowej. W początkowym ok. 15-metrowym odcinku wybiegu ściana prowadzona była ze spągu pod strop pokładu, z wyjątkiem odcinka ściany o długości ok. 60 m przyległego do pochylni 117 i na wybiegu ok. 100 m, gdzie ścianę prowadzono pod zrobami warstwy przystropowej. Powyżej 100 m wybiegu ścianę 20 prowadzono całą długością frontu pod stropem pokładu, z postępem dobowym do 2,5 m.

Po uzyskaniu 180 m wybiegu przez ścianę 20, w skrzydle wschodnim filara szybu Północnego uruchomiona została eksploatacja warstwy przystropowej pokładu 510 **ścianą 18**. Ściana 18 prowadzona była pomiędzy pochylnią 113 wykonaną przed uruchomieniem ściany — od strony wschodniej i wzdłuż wygradzanej z postępem ściany pochylni 115 — od strony zachodniej.

Analogicznie jak ściana 20, na początkowym ok.15 m odcinku wybiegu, ściana 18 wychodziła ze spągu pod strop pokładu. Od tego momentu do zakończenia wybiegu ściana prowadzona była pod stropem pokładu. Na początkowym ok. 120-metrowym odcinku wybiegu ścianę 18 prowadzono pod wybranymi z zawałem warstwami przystropowymi pokładów 509 i 507, a następnie pod wybraną systemem zawałowym warstwą przystropową pokładu 507: od 130 m do 190 m w zachodniej części ściany i od 130 m do 360 m we wschodniej części ściany.

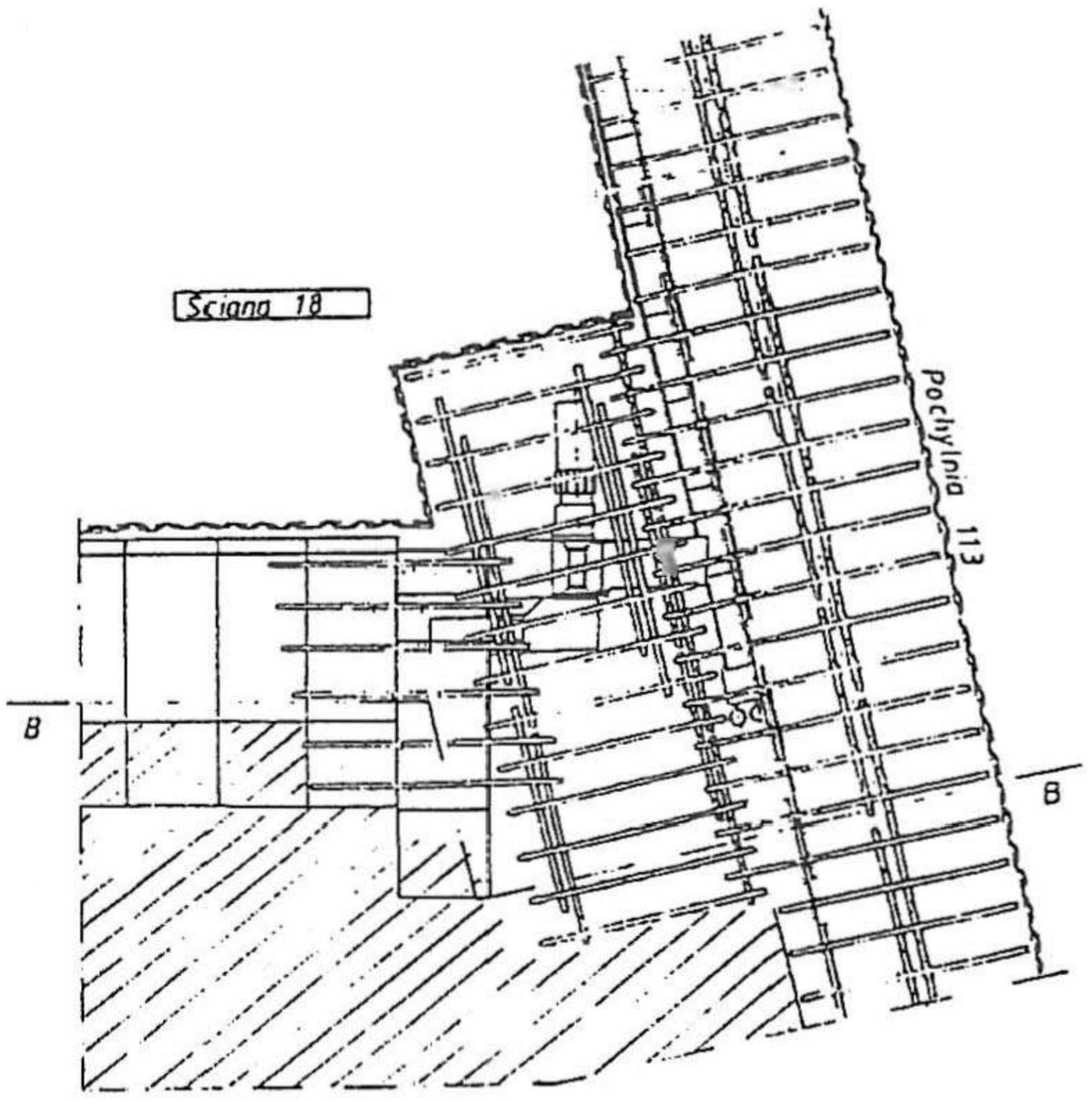
Z uwagi na nieregularny kształt parceli ściany 18, długość jej frontu ulegała ciągłym zmianom. Od momentu rozruchu, kiedy to długość frontu ściany wynosiła 280 m, praktycznie do połowy wybiegu, front ściany 18 systematycznie się wydłużał osiągając maksymalną długość ok. 400 m. W kolejnym etapie następowało skracanie frontu eksploatacji do wartości ok. 280 m.

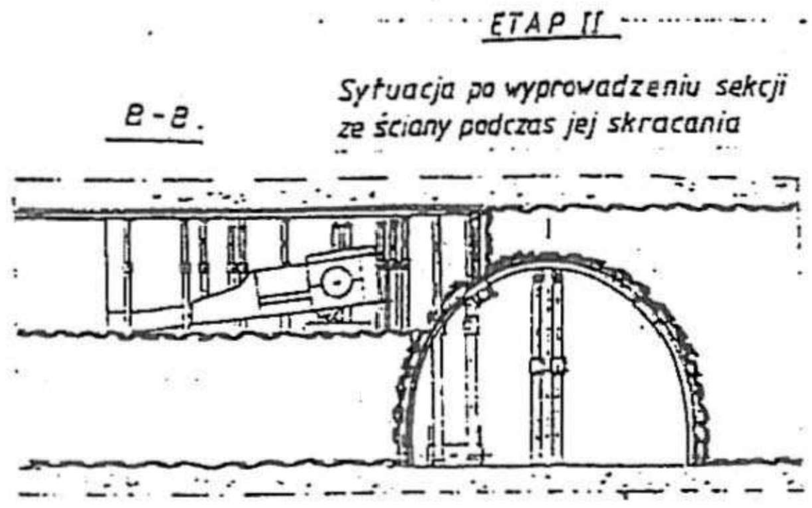
Sytuacja taka spowodowała konieczność prowadzenia systematycznego dozbrajania ściany w sekcje obudowy zmechanizowanej, a następnie wyprowadzania ich ze ściany. Technologie powyższych operacji komplikował fakt prowadzenia ściany w warstwie przystropowej, podczas gdy pochylnia 113, z której dozbrajano ścianę 18, a następnie wyprowadzano sekcje ze ściany, wykonana była po spągu pokładu. Powodowało to konieczność przemieszczania w pionie sekcji obudowy zmechanizowanej o wysokość 2,0—2,5 m, z pochylni 113 do ściany 18 lub ze ściany do pochylni. Technologie dozbrajania ściany 18 i wyprowadzania z niej sekcji obudowy zmechanizowanej przedstawiono na rysunkach nr 9 i 10. Dodatkowym

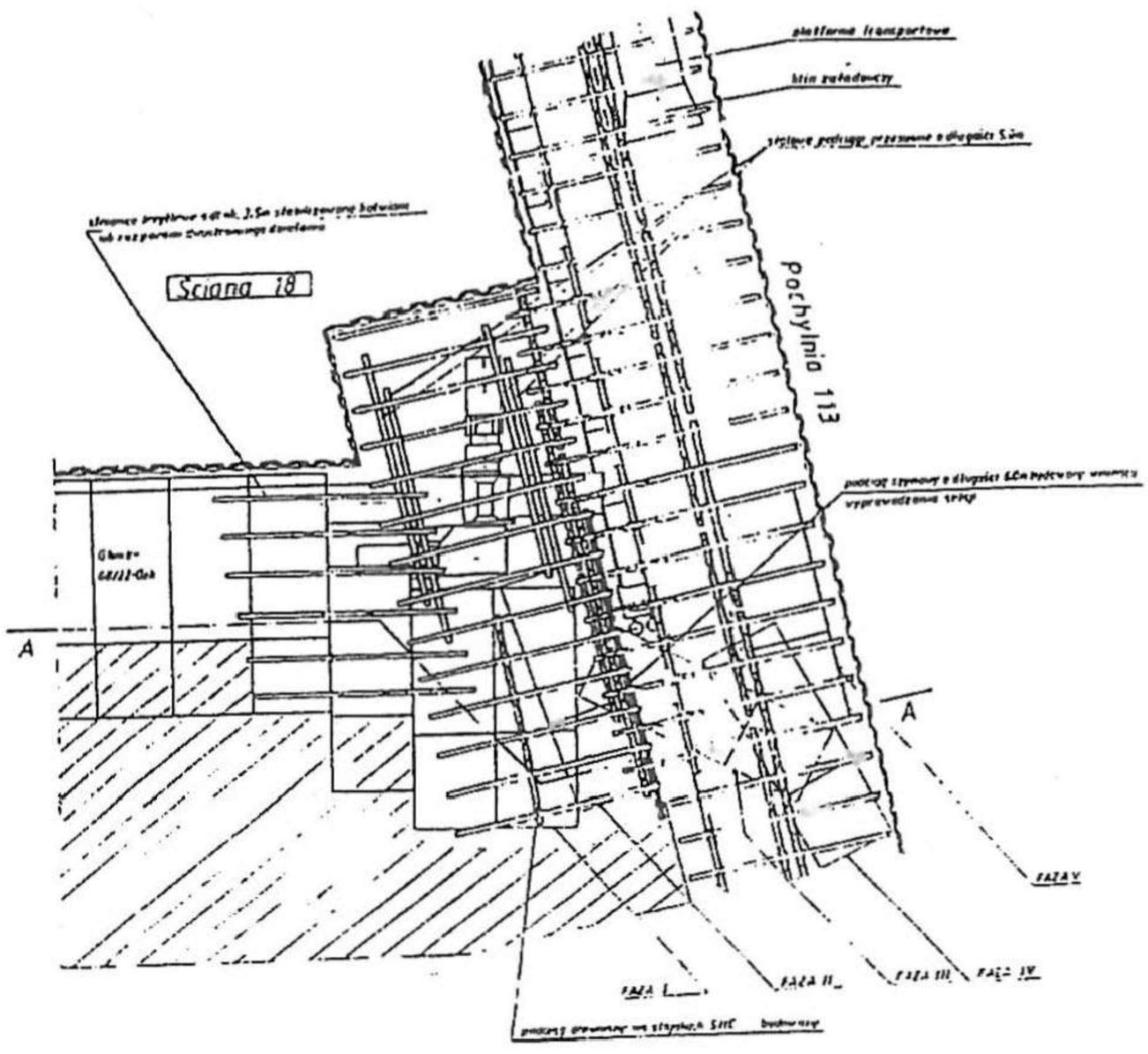


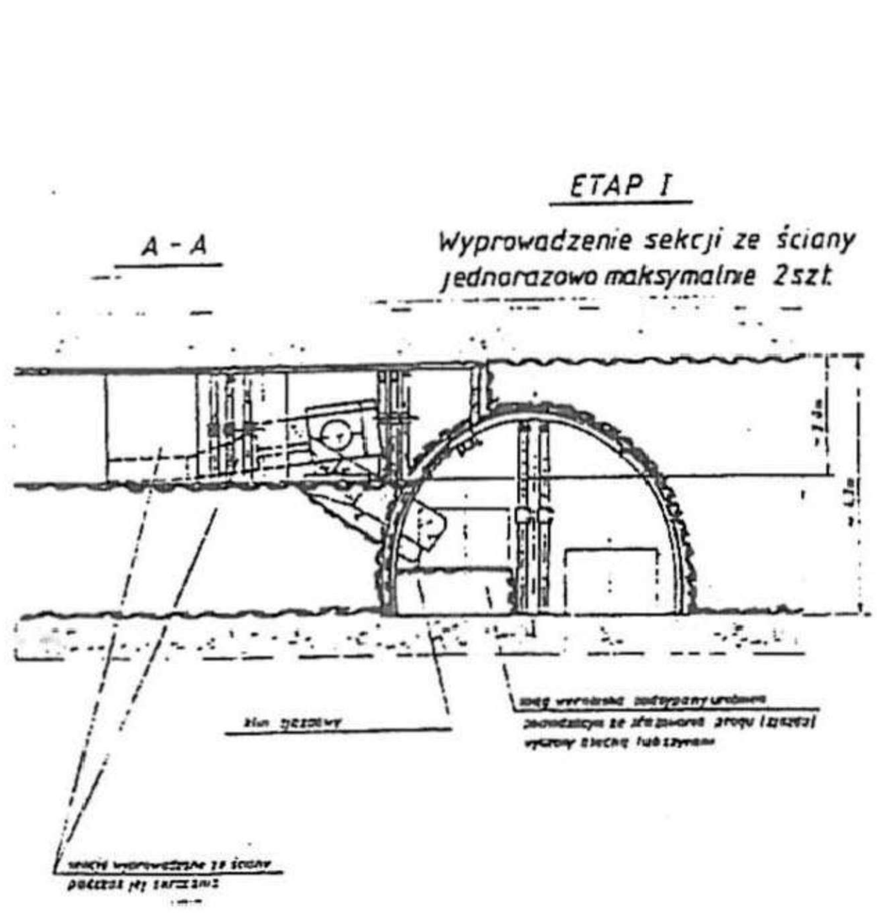
Rys. 9. Szkic do technologii dozbrajania ściany 18 w pokładzie 510 z pochylni 113

Fig. 9. The sketch for technology of the supplement of longwall No 18 in coal bed No 510 from incline No 113







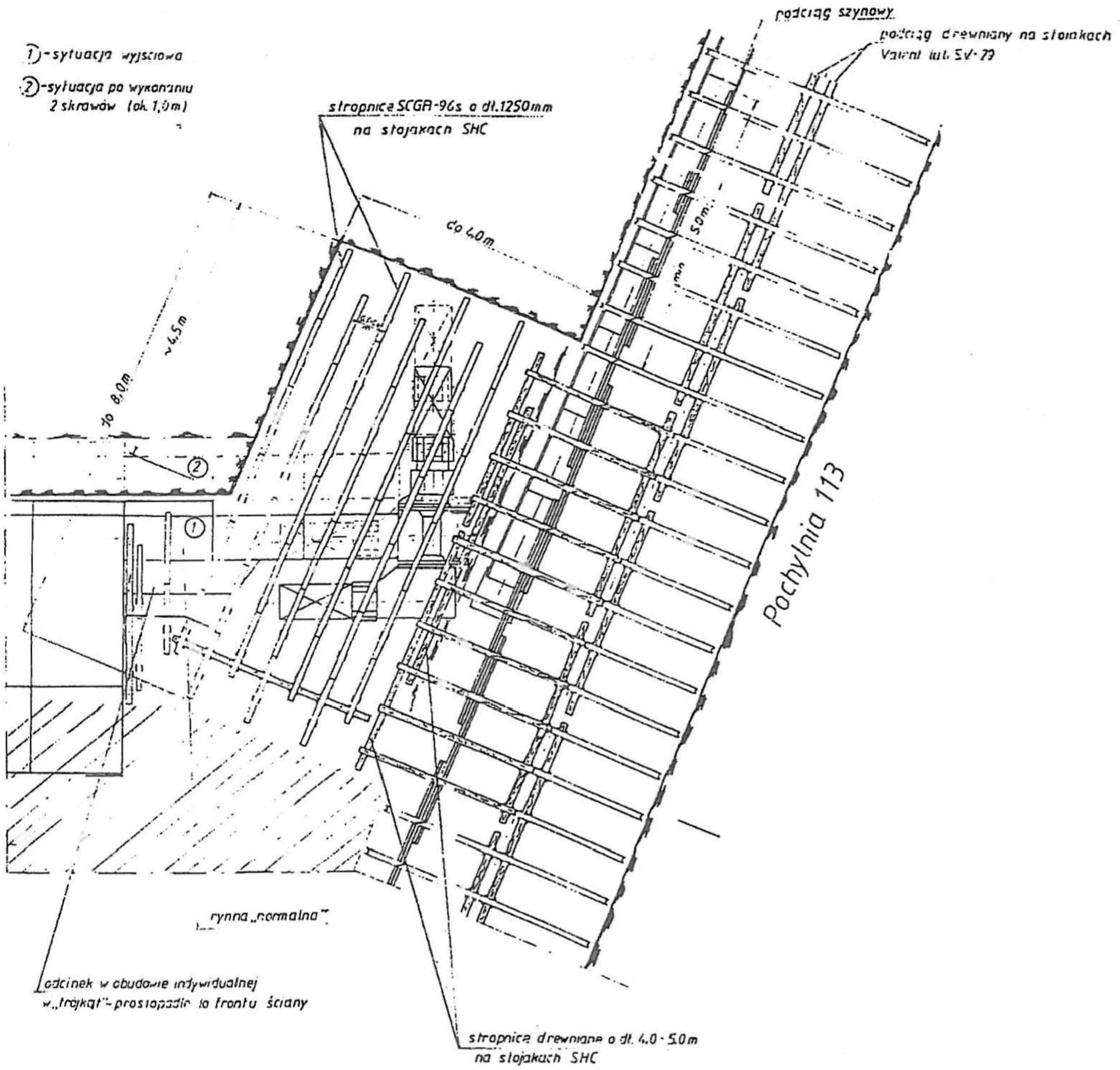


Rys. 10. Szkic do technologii skracania ściany 18 w pokładzie 510 z pochylni 113

Fig. 10. The sketch for technology of the reduction of longwall No 18 in coal bed No 510 from incline No 113

utrudnieniem było nieprostopadłe usytuowanie pochylni 113 w stosunku do frontu ściany, co zmusiło Kopalnię do opracowania niestandardowego sposobu zabudowy skrzyżowania ściany 18 z pochylnią 113, jak przedstawia rysunek 11.

Eksploatacja ścianą 20 w skrzydle zachodnim i ścianą 18 w skrzydle wschodnim filara była ściśle skoordynowana. Głównym warunkiem koordynacyjnym równoczesnego prowa-



Rys. 11. Skrzyżowanie ściany 18 w pokładzie 510 z pochylnią 113

Fig. 11. The crossing of longwall No 18 in coal bed No 510 with incline No 113

dzenia eksploatacji w skrzydle zachodnim i wschodnim filara było zachowanie odległości nie mniejszej niż 300 m pomiędzy ich frontami.

Eksploatacja przystropowej warstwy pokładu 510 w filarze szybu Północnego została zakończona w czerwcu 1998 r., tj. 3,5 roku od momentu jej rozpoczęcia.

6. Kształtowanie się stanu zagrożenia tąpaniami w trakcie eksploatacji przystropowej warstwy pokładu 510

Generalnie dla kontroli i oceny stanu zagrożenia Kopalnia stosowała obligatoryjną kompleksową metodę oceny stanu zagrożenia tąpaniami.

6.1. Rozeznanie górnicze

Rozeznanie górnicze realizowano dwoma sposobami, opierając się na instrukcji metody kompleksowej oraz na wynikach okresowo wykonywanych badań sejsmicznych. Wymienione metody wykorzystywano przede wszystkim do wyznaczania rejonów szczególnie zagrożonych tąpaniami, jak również do oceny efektywności prowadzonych działań profilaktyki aktywnej. Ponadto, do okresowych prognoz wykorzystywano pomiary sejsmoakustyczne aparaturą WLIS, stosując Rozwiniętą Metodę Sejsmoakustyczną (RMS) oraz pomiary sejsmiczne metodą prześwietleń międzychodnikowych z wykorzystaniem profesjonalnej aparatury GIG.

Wyniki wskazań metodą rozeznania górniczego według instrukcji oraz według badań sejsmicznych determinowały częstotliwość wykonywanych badań metodą RMS lub kolejnych badań geotomograficznych.

Celem takiego działania było zwiększenie ilości kontroli rozkładu stanu naprężeń w górotworze w przypadkach silnego zagrożenia, dla uzyskania możliwości jak najszybszego podejmowania decyzji ruchowych w aspekcie zasad poruszania się i przebywania załogi w rejonach ścian 21, 20 i 18, jak również dla bieżącego i długoterminowego ustalania środków aktywnej profilaktyki tąpaniowej.

6.2. Wiercenia otworów małośrednicowych

Dla rejonu ścian 21 i 20 Zespół ds. Tąpań zaostrzył kryteria oceny stanu zagrożenia tąpaniami wyrobisk górniczych metodą wiercenia sondażowych otworów małośrednicowych, tj. obniżył krytyczny wychód zwiercin do 5.0 l/mb otworu.

Decyzja taka została podjęta w oparciu o doświadczenia Kopalni w trakcie prowadzenia wyrobisk przygotowawczych oraz skomplikowaną sytuację geologiczno-górniczą, wynikającą z konfiguracji krawędzi, resztek, wymyć, zrobów i linii pól osadnikowych w pokładach sąsiednich oraz szeregu wyrobisk węglowych i kamiennych przebiegających w polach i nad polami wybiegu opisywanych ścian.

Podczas wiercenia otworów małośrednicowych nie stwierdzono stref koncentracji naprężeń w ociosach ścian 20 i 18 na głębokości do 12 m, ani na głębokości do 15 m w otworach do strzelań wstrząsowo-odprężających. Maksymalny wychód zwiercin w ścianach 20 i 18 nie przekraczał 3,5 l/mb otworu.

Wykonywane strzelania wstrząsowo-odprężające nie powodowały zmiany wyników wierceń sondażowych.

W trakcie prowadzenia ściany 21 w okresie od 20.03.1995 r. do 13.04.1995 r. w rejonie naroża ściany z pochylnią 117 oraz w osi pochylni 117 i jej ociosie wschodnim występowała strefa koncentracji naprężeń na głębokości 7—9 m w czole ściany i na głębokości 8 m w ociosie wschodnim pochylni 117 w odległości 3 m od czoła ściany. W odległości powyżej 10 m od czoła ściany nie stwierdzano stref koncentracji naprężeń. Wychód zwiercin w rejonie wykonywania wierceń w wyżej wymienionym okresie wynosił i utrzymywał się na poziomie 5 l/mb otworu.

Prowadzona profilaktyka tąpaniowa w postaci strzelania wstrząsowo-odprężającego powodowała przesuwanie się strefy wzmożonych naprężeń z postępem ściany wgłąb calizny pokładu, jednak nie została zlikwidowana.

Strefa koncentracji naprężeń ustąpiła w momencie przejścia frontem ściany poza chodnik VI, przebiegający w polu wybiegu ściany oraz stary chodnik usytuowany skośnie do pochylni 117. Wystąpienie wzrostu naprężeń spowodowane było najprawdopodobniej zawężaniem się pasa calizny pomiędzy chodnikiem VI, chodnikiem do dukli E, a czynnym frontem ściany 21.

6.3. Obserwacje sejsmologiczne

Przed rozpoczęciem robót przygotowawczych w rejonie filara szybu Północnego i w początkowym okresie ich prowadzenia obserwacje sejsmologiczne prowadzone były za pomocą 8 sejsmometrów typu SPI-70, zlokalizowanych na ośmiu stanowiskach sejsmologicznych, tworzących sieć obramowującą obszar Miechowice i pozwalającą na lokalizację wstrząsów w całym obszarze eksploatacyjnym.

Rejon filara szybowego obserwowany był przez pięć sejsmometrów umieszczonych na stanowiskach o maksymalnym zróżnicowaniu wartości współrzędnych pionowych 135 m.

Dla zwiększenia dokładności obserwacji i rejestracji wstrząsów w rejonie ścian 21, 20 i 18 w filarze szybowym, Kopalnia zabudowała dodatkowo cztery stanowiska sejsmometryczne w przekopach do pokładu 510 na poziomiach 720 m i 850 m. Istotnym elementem zmian stanu rejestracji sejsmologicznych był zakup nowej aparatury AS-1, umożliwiającej rejestrację i lokalizację wstrząsów o energii poniżej 10^3 J.

W tabelach 1, 2 i 3 przedstawiono aktywność sejsmologiczną dla ścian 21, 20 i 18 w warstwie przystropowej pokładu 510 w filarze szybu Północnego.

Tabela 1. Aktywność sejsmiczna dla ściany 21 w pokładzie 510 od rozpoczęcia eksploatacji, tj. od 28.12.1994 r. do 13.02.1996 r.

Table 1. The seismic activity for longwall No 21 in coal bed No 510 since the beginning of the exploitation, i.e. from 28.12.94 to 13.02.96.

Energia Miejsce wstrząsu	10^2 J	10^3 J	10^4 J	10^5 J	Suma wstrząsu	Całkowita ilość wydzielonej energii [10^5 J]
Zroby	374	214	79	—	667	28,8
Wybieg	587	371	141	—	1 099	53,9
Suma wstrząsów	961	585	220	—	1 766	82,7

Tabela 2. Aktywność sejsmiczna dla ściany 20 w pokładzie 510 od rozpoczęcia eksploatacji, tj. od 13.02.1996 r. do 30.06.1997 r.
Table 2. The seismic activity for longwall No 20 in coal bed No 510 since the beginning of the exploitation, i.e. from 13.02.96 to 30.06.97.

Energia Miejsce wstrząsu	10^2 J	10^3 J	10^4 J	10^5 J	Suma wstrząsu	Całkowita ilość wydzielonej energii [10^5 J]
Zroby	605	565	193	1	1 364	84,3
Wybieg	692	724	181	—	1 597	81,2
Suma wstrząsów	1 297	1 289	374	1	2 961	165,5

Tabela 3. Aktywność sejsmiczna dla ściany 18 w pokładzie 510 od rozpoczęcia eksploatacji, tj. od 01.06.1996 r. do 30.06.1998 r.
Table 3. The seismic activity for longwall No 18 in coal bed No 510 since the beginning of the exploitation, i.e. from 01.06.96 to 30.06.98.

Energia Miejsce wstrząsu	10^2 J	10^3 J	10^4 J	10^5 J	Suma wstrząsu	Całkowita ilość wydzielonej energii [10^5 J]
Zroby	393	210	59	1	663	24,2
Wybieg	1 040	1 158	236	4	2 438	111
Suma wstrząsów	1 433	1 368	295	5	3 101	135,2

Łącznie w rejonie ścian 21, 20 i 18 wystąpiło 7828 wstrząsów górotworu, z tego 3691 wstrząsów — rzędu 10^2 J, 3242 — rzędu 10^3 J, 889 — rzędu 10^4 J i 6 — rzędu 10^5 J. Z ogólnej ilości wstrząsów 75% wystąpiło na wybiegu ścian.

Po wstrząsach górotworu generowanych eksploatacją ścian 21, 20 i 18 nie wystąpiły zjawiska dynamiczne powodujące przemieszczanie się mas skalnych do czynnych wyrobisk i utratę ich funkcjonalności.

6.4. Obserwacje i badania sejsmoakustyczne

Badania sejsmoakustyczne prowadzone były w ciągu całego okresu eksploatacji w rejonie filara szybowego, przy użyciu zarówno stacjonarnej (biernej) jak i aktywnej metody sejsmoakustycznej.

Do pomiarów aktywnych wykorzystywano Rozwiniętą Metodę Sejsmoakustyczną (RMS) przy użyciu aparatury WLIS. Kopalnia Bobrek-Miechowice posiada cztery takie aparatury, co umożliwiło wykonywanie pomiarów ze znaczną częstotliwością.

Metodę RMS stosowano na podstawie instrukcji opracowanej przez Główny Instytut Górnictwa. Pomiar RMS polega na odpaleniu 1 kg MW i rejestracji w ciągu ok. 1 godziny wzbudzonej strzelaniem emisji sejsmoakustycznej. Wyniki rejestracji są wprowadzane do komputera, gdzie odpowiedni program wykonuje określone w instrukcji tej metody obliczenia i podaje wynik oceny zagrożenia w formie dokumentu zgodnego z wymogami tej instrukcji.

Metoda RMS posiada niezbędne zezwolenia i dopuszczenia do stosowania.

Bierna metoda sejsmoakustyczna realizowana była przy użyciu aparatury PRS-4a wyposażonej w tory TSA-32 z geofonami TSA-NA/G. Metodę stosowano zgodnie z obowiązującymi instrukcjami obserwacji sejsmoakustycznych. Dla geofonów uznanych za podstawowe do oceny stanu zagrożenia w bezpośrednim otoczeniu ścian 21, 20 i 18, wykorzystywano godzinowe oceny według metody sejsmoakustycznej. Dla ścian 21 i 20 godzinowe kryteria zostały zaostrzone. Doświadczenie Kopalni wskazywało, że wykorzystanie ocen godzinowych było bardzo pomocne i miało szczególne znaczenie przy określaniu czasów wzrostów oraz spadków zagrożenia. Informacje zgromadzone w wyniku prowadzonych robót górniczych, z rozeznania górniczego oraz badań geofizycznych spowodowały, że rejon ścian 21, 20 i 18 w przystropowej warstwie pokładu 510 od początku ich uruchomienia uznano za rejon, w którym istnieje możliwość koncentracji znacznych naprężeń górotworu i największe prawdopodobieństwo występowania wysokoenergetycznych wstrząsów i odprężeń.

W związku z powyższym, rejon ten objęty został szczególną obserwacją sejsmoakustyczną. Obserwacje prowadzono przy pomocy stacjonarnej aparatury PRS-4a, z geofonami zabudowanymi na kotwiach długości 2,5 m, wklejanych na całej długości, co zapewniało odpowiedni kontakt z górotworem i dobrą jakość prowadzonych obserwacji.

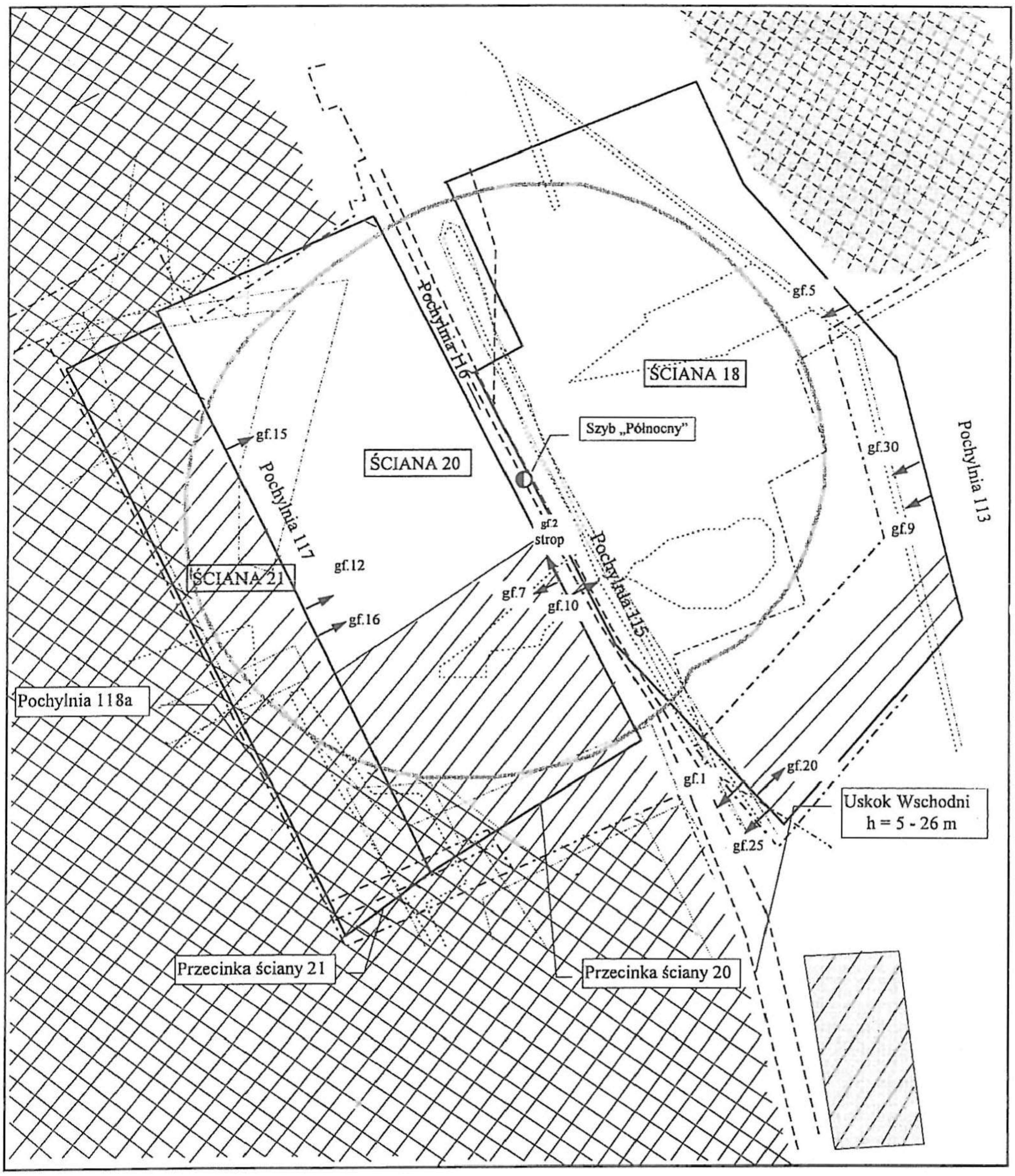
Rejon ściany 21, która prowadzona była samodzielnie w filarze, od początku eksploatacji obserwowany był przy pomocy 6 geofonów.

W rejonie ścian 20 i 18 obserwacje prowadzono przy użyciu 12 geofonów, rozmieszczonych jak pokazano na rysunkach 12 i 13. W pochylni 117 zabudowane były 3 geofony, przy czym dwa z nich przebudowywane były na przemian tak, by stale oba znajdowały się w odległości 40—110 m przed frontem ściany. Trzeci geofon zabudowany był w rejonie resztki pozostawionej w pokładzie 504. Z pochylni 116 rejon ściany obserwowany był również przy pomocy 3 geofonów rozmieszczonych w następujący sposób: geofon stropowy zabudowany był w odległości od 0 m do 60 m za frontem ściany oraz dwa geofony zabudowane, jeden w ociosie zachodnim w warstwie przyspągowej w odległości od 0 m do 30 m za frontem ściany i drugi w ociosie wschodnim (przyuskokowym), w odległości od 40 m do 100 m za frontem ściany.

Dla ściany 18 obserwacje prowadzono z pochylni 113 i 115, analogicznie jak dla ściany 20.

Od momentu, gdy ściany 20 i 18 zbliżyły się na odległość 40 m od linii projektowanego zakończenia (rys. 13 i 14), nie było możliwości spełnienia warunków „Instrukcji metody sejsmoakustycznej oceny stanu zagrożenia tąpaniami", ponieważ wszystkie geofony obserwujące stan resztki znajdowały się w odległości poniżej 40 m od czynnego frontu ścianowego. Zakłócenia wywołane pracą kombajnu dyskwalifikowały materiał obserwacyjny uzyskany w tym czasie. Dlatego też dla geofonów znajdujących się w pasie do 40 m od frontu ściany interpretacje wykonywano tylko w czasie zmian niewydobywczych w ścianach. Zrezygnowano również z interpretacji godzinowej, ponieważ badania wykazały, że wielkość sejsmoakustycznej aktywności górotworu zależna jest w dużym stopniu od czasu jaki upłynął od ostatniego cyklu urabiania pokładu.

Na czas zmian wydobywczych przedłużano prognozę z ostatniej zmiany niewydobywczej. Przyjęto również taki cykl produkcji w ścianach 21 i 20, aby co najwyżej dwie zmiany wydobywcze następowały kolejno jedna po drugiej. Istotnym uzupełnieniem sejsmoakusty-

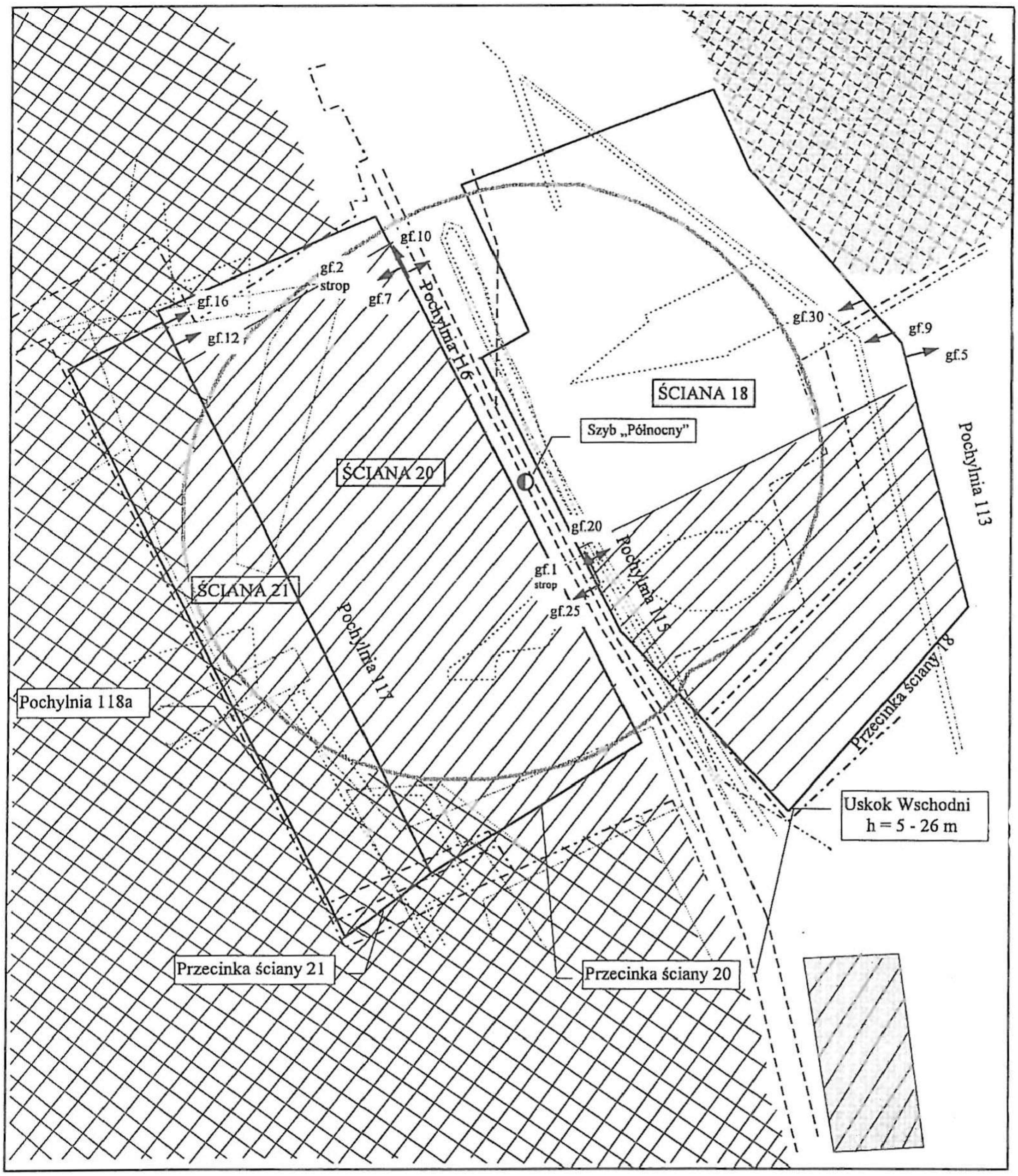


Rys. 12. Konfiguracja geofonów do obserwacji sejsmoakustycznych w okresie normalnego biegu ścian 20 i 18

Fig. 12. Geophones arrangement for seismoacoustic monitoring in the normal run of longwalls No 20 and 18

cznych obserwacji stacjonarnych były pomiary aktywne metodą wzbudzonej aktywności sejsmoakustycznej, wykonywane z częstotliwością co najmniej jeden raz w tygodniu i zależne były od wielkości stwierdzonego zagrożenia.

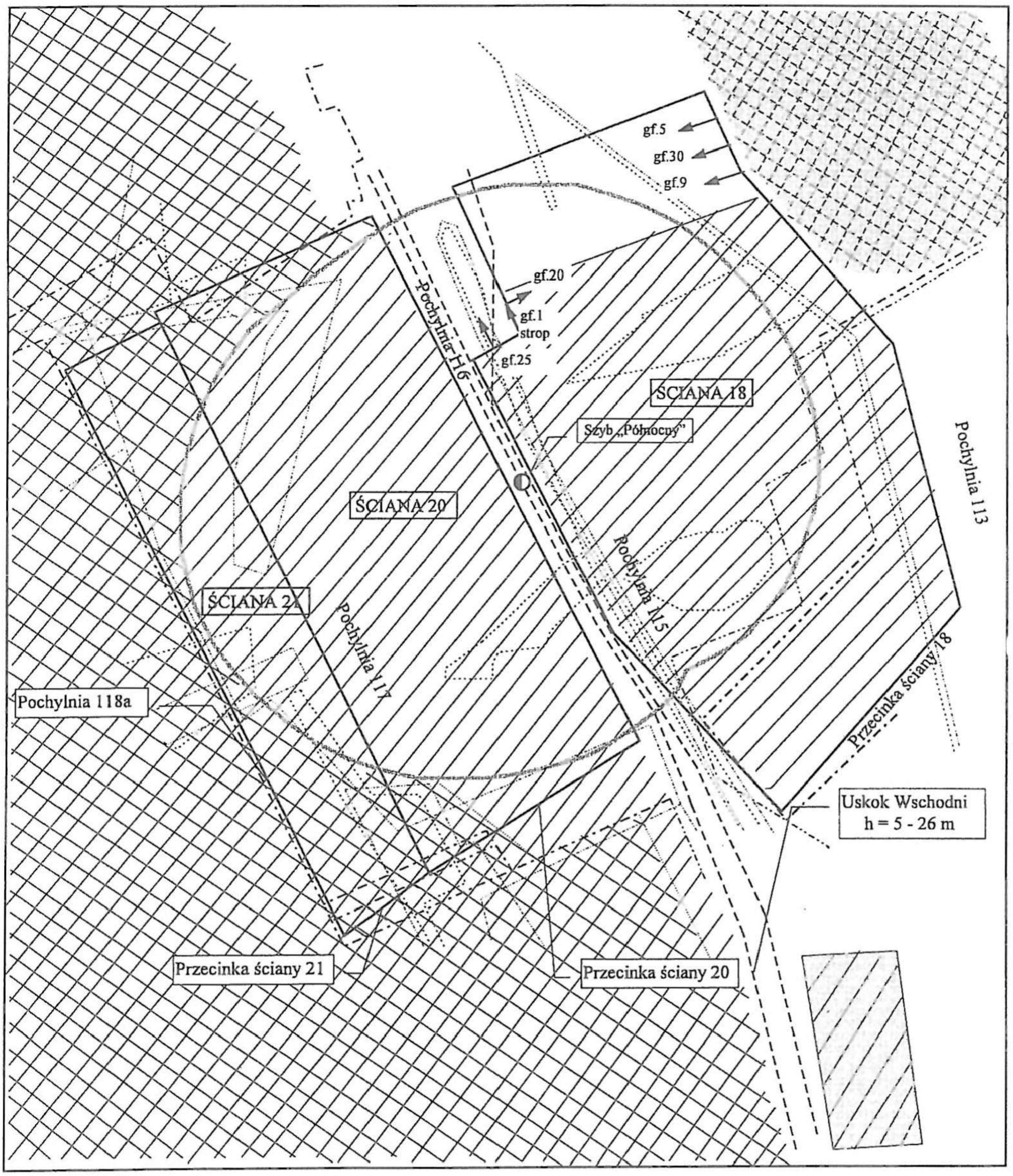
Dla rejonu ścian 21 i 20 zaostrzone zostały kryteria oceny stanu zagrożenia tąpaniami dla metody sejsmoakustycznej. Przyjęto, że odchyłka ponad 100% trwająca ponad godzinę stanowi podstawę do wycofania załogi z danej strefy szczególnego zagrożenia tąpaniami.



Rys. 13. Konfiguracja geofonów do obserwacji sejsmoakustycznych w końcowym odcinku biegu ściany 20

Fig. 13. Geophones arrangement for seismoacoustic monitoring in the final run of longwall No 20

Ściany 20 i 18 ze względu na długość frontów i niepełną rozcinkę parcel eksploatacyjnych — brak pochylni przyścianowych na wybiegu (pochylnie 115 i 116 wygradzane były z postępem tych ścian) — traktowane były jako rejon trudno obserwowalny bierną metodą sejsmoakustyczną. Dla pełniejszej oceny stanu zagrożenia na każdej ze ścian jeden raz w tygodniu wykonywano pomiary aktywną metodą sejsmoakustyczną (RMS).



Rys. 14. Konfiguracja geofonów do obserwacji sejsmoakustycznych w końcowym odcinku biegu ściany 18

Fig. 14. Geophones arrangemeut for seismoacoustic monitoring in the final run of longwall No 18

Dla ściany 18 cykl pomiarowy obejmował trzy punkty pomiarowe. Dwa pomiary wykonywano w ociosie ścianowym w odległości ok. 50 m i ok. 150 m od pochylni 115. Trzeci pomiar wykonywano w ociosie zachodnim pochylni 115 na wysokości frontu ściany. Dla rejonu ściany 20, z uwagi na mniejszą długość jej frontu, pomiary wykonywano w dwóch punktach pomiarowych. Pierwszy pomiar wykonywano w odległości ok. 50 m od pochylni 116, a drugi w przyuskokowym ociosie pochylni. Pomiary w ociosach

przyuskokowych wykonywano tylko wtedy, gdy odległość pochylni 115 i 116 od Uskoku Wschodniego wynosiła co najmniej 10 m.

Zastosowany sposób prowadzenia obserwacji sejsmoakustycznych w rejonie filara szybu Północnego obejmował całokształt metod pasywnych i aktywnych oraz rzadko stosowaną obserwację skał stropowych.

Dzięki szerokiemu wachlarzowi obserwacji i niekonwencjonalnemu sposobowi organizacji robót, osiągnięto wytyczony cel, czyli obserwacje sejsmoakustyczne, zapewniające obserwowalność całego pola eksploatacyjnego.

Wykonywanie godzinowych ocen zagrożenia tąpaniami oraz gęsta sieć zainstalowanych czujników pozwoliły na zwiększenie bezpieczeństwa prowadzonych robót.

6.5. Badania sejsmiczne

Akumulacja energii sprężystej w górotworze jest zasadniczą przyczyną zjawiska jakim jest wstrząs górniczy. Jego wystąpienie jest uwarunkowane lokalnym, niejednorodnym polem naprężeń. Zjawisko to znajduje swoje odzwierciedlenie w zmianach parametrów lepkosprężystych ośrodka skalnego, a te z kolei mogą być określone poprzez kinematyczne i dynamiczne parametry fal sejsmicznych rozchodzących się w tym ośrodku. Metoda wykorzystująca te zależności to metoda międzychodnikowych prześwietleń sejsmicznych. Pozwala ona uzyskać przestrzenny rozkład różnych parametrów propagacji fal, na podstawie których można wnioskować o stanie koncentracji naprężeń w trakcie prowadzenia robót górniczych. Metoda prześwietleń sejsmicznych jest metodą umożliwiającą również wyprzedzającą ocenę stanu zagrożenia tąpaniami, np. przed rozpoczęciem eksploatacji lub przy projektowaniu rozcinki złoża.

Pierwsze zastosowanie metody prześwietlania sejsmicznego w obszarze filara szybu Północnego miało miejsce w rejonie przecinek ścian 21 i 20, dla wyznaczenia miejsca lokalizacji międzyścianowej pochylni 117, tak aby przebiegała ona w obszarze o możliwie najmniejszych koncentracjach naprężeń. Badania zostały wykonane przez pracowników Głównego Instytutu Górnictwa przy pomocy cyfrowej aparatury sejsmicznej SEAMEX, współpracującej z dwuskładnikowymi sondami geofonowymi. Badania sejsmiczne prowadzono w układzie geometrii pomiarowej obejmującym ciąg 24 stanowisk geofonowych zlokalizowanych w przecinkach ścian 21 i 20 oraz punktów wzbudzania fal sejsmicznych, rozmieszczonych w pochylni 118a (rys. 15a). W ten sposób penetrowany obszar pokryty został siecią promieni sejsmicznych o długościach zawartych w interwale wartości 25—640 m. Dzięki doborowi szerokiego zakresu wartości długości promieni sejsmicznych, możliwym było określenie spektrum tłumienia fal sejsmicznych oraz rozkładu prędkości podłużnych i poprzecznych fal, rozchodzących się w pokładzie i w skałach zalegających w jego stropie.

Interpretacja uzyskanych rezultatów przeprowadzona została geotomograficznymi technikami komputerowego odwzorowania przestrzennego rozkładu kinematyczych i dynamicznych parametrów fal. W rezultacie przeprowadzonych działań interpretacyjnych otrzymano mapy rozkładu stref koncentracji naprężeń oraz stopnia zagrożenia sejsmicznego (rys. 15b i 15c). Zgodnie z obowiązującą 4 stopniową skalą oceny zagrożeń przyjęto:

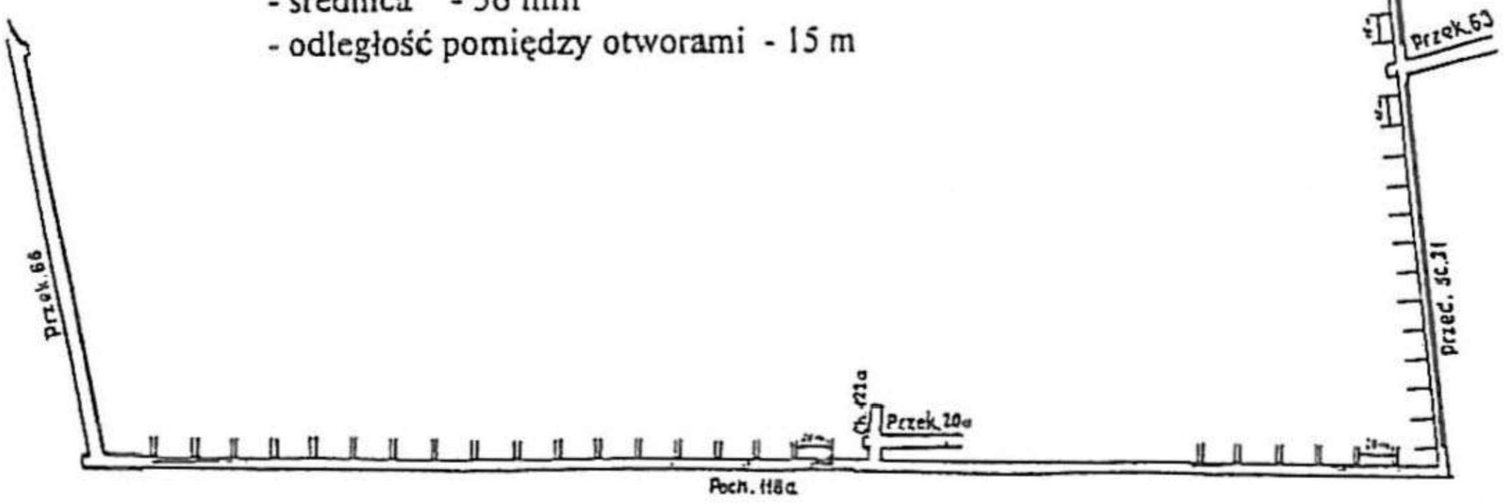
— stopień 1 — brak zagrożenia,

— stopień 2 — zagrożenie słabe,

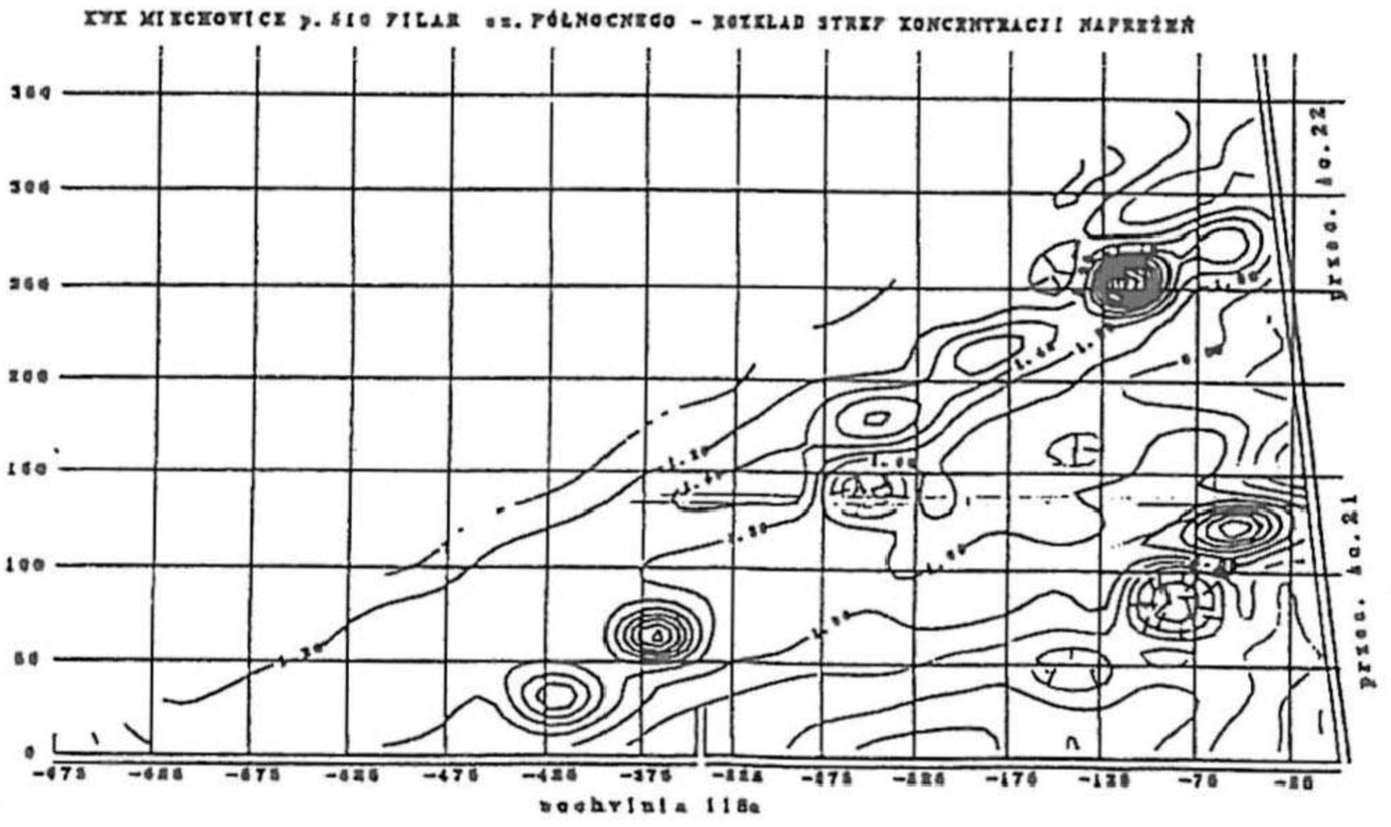
a) SZKIC DO BADAŃ GEOFIZYCZNYCH W POKŁADZIE 510
CELEM WYZNACZENIA LOKALIZACJI POCHYLNI 117

1. Otwory strzałowe (podwójne)
   - długość - 1.5 m
   - średnica - 42 mm
   - odległość pomiędzy parami otworów - 20 m

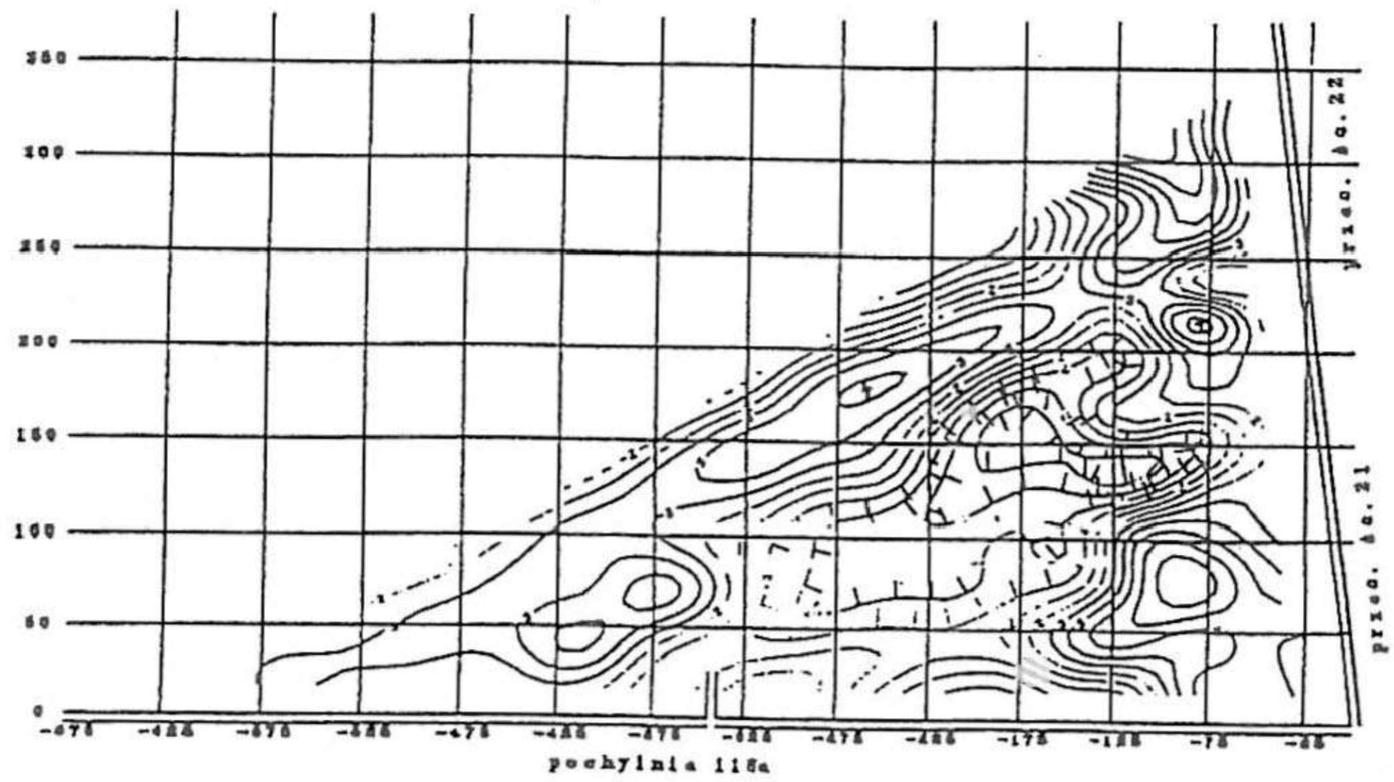
2. Otwory geofonowe (pojedyńcze)
   - długość - 1.5 m
   - średnica - 56 mm
   - odległość pomiędzy otworami - 15 m



b)



c) KWK MIECHOWICE p. 510-FILAR wz. PÓŁNOCNEGO, ROZKŁAD ZAGROŻENIA SEJSMICZNEGO



Rys. 15. Przykład badań sejsmicznych dla właściwego umiejscowienia pochylni 117 dla ścian 21 i 20

Fig. 15. The example of seismic testings for proper location of incline No 117 for longwalls No 21 and 20

— stopień 3 — zagrożenie średnie,
— stopień 4 — zagrożenie silne.

Wykonane badania wykazały występowanie w większości penetrowanego obszaru słabego i średniego zagrożenia, jednakże w dwóch miejscach zagrożenie to osiągnęło stopień 4 — silne zagrożenie sejsmiczne.

Uzyskane wyniki umożliwiły dokonanie weryfikacji istniejącego projektu rozcinki, tj. zmiany usytuowania pochylni 117, tak aby wykonana była w obszarze o najmniejszym zagrożeniu sejsmicznym i koncentracji naprężeń.

Kolejne prześwietlenia sejsmiczne prowadzono po uruchomieniu eksploatacji ścianą 21. Uzyskiwane wyniki badań sygnalizowały w sposób wyprzedzający o stanie naprężeń przed frontem ściany i pozwalały na wcześniejsze, kompleksowe zaprojektowanie środków aktywnej profilaktyki tąpaniowej.

Analizując kształtowanie się stanu zagrożenia tąpaniami podczas eksploatacji ścianą 21 stwierdzano dużą zgodność oceny rzeczywistej z prognozowanym zagrożeniem metodą prześwietleń sejsmicznych. Wobec powyższego metodę prześwietleń sejsmicznych z pozytywnymi skutkami zastosowano także przy eksploatacji pozostałych ścian w filarze szybowym.

7. Środki profilaktyki tąpaniowej

Dla zapewnienia bezpiecznego wybrania warstwy przystropowej pokładu 510 w rejonie filara szybu Północnego w zakres profilaktyki tąpaniowej wchodziły:

— zaostrzone rygory bieżącej obserwacji stanu zagrożenia tąpnięciem,
— dodatkowe metody prognozy, tj. badania sejsmoakustyczne metodą RMS, prześwietlenia sejsmiczne, obliczenia analityczne,
— środki organizacyjno-techniczne i metody aktywnej profilaktyki.

Zagadnienia ujęte w dwóch pierwszych pozycjach zostały omówione w rozdziale 6.

Poniżej przedstawiono przedsięwzięcia organizacyjno-techniczne i metody profilaktyki aktywnej.

7.1. Środki organizacyjno-techniczne

W oparciu o doświadczenia uzyskane podczas prowadzenia robót przygotowawczych oraz analizy stanu zagrożenia tąpaniami dokonane z udziałem przedstawicieli jednostek naukowo-badawczych, **Kierownik Ruchu Zakładu uznał rejon filara szybu Północnego w przystropowej warstwie pokładu 510 za rejon, w którym istnieje możliwość koncentracji znacznych naprężeń górotworu i największe prawdopodobieństwo występowania wysokoenergetycznych wstrząsów i odprężeń.**

Jednocześnie Kierownik Ruchu Zakładu wyznaczył granice rejonu dla ścian 21, 20 i 18 w przystropowej warstwie pokładu 510, które były na bieżąco aktualizowane przez Kopalniany Zespół ds. Tąpań, Obudowy i Kierowania Stropem w analizach kwartalnych oraz bieżących protokołach, stosownie do postępu robót górniczych i kształtowania się stanu zagrożenia tąpaniami.

Ponadto Kierownik Ruchu Zakładu wyznaczył dyspozytorów ds. zagrożenia tąpaniami w rejonie ścian 21, 20 i 18 w warstwie przystropowej pokładu 510, do nadzorowania

prowadzonych robót górniczych. Zadaniem dyspozytorów była bieżąca analiza stanu zagrożenia tąpaniami, koordynacja robót oraz kontrola realizacji ustaleń tąpaniowych w rejonie.

Kopalniany Zespół ds. Tąpań, Obudowy i Kierowania Stropem wyznaczył szczegółowy zakres czynności dyspozytorów, których zobowiązał m.in. do prowadzenia zeszytów pracy, w których odnotowywali:

— ilościową ewidencję załogi w poszczególnych wyrobiskach,

— stany zagrożenia tąpnięciem, a w szczególności wzrosty okresowych odchyłek aktywności lub intensywności energii impulsów sejsmoakustycznych,

— wstrząsy,

— wycofania załogi,

— strzelania profilaktyczne,

— decyzje wynikające z bezpieczeństwa prowadzenia robót w rejonie ścian 21, 20 i 18.

Miejscem pracy dyspozytorów był Dział ds. Tąpań, Obudowy i Kierowania Stropem.

Dyspozytorzy pełnili swoje obowiązki na zmianach wydobywczych i niewydobywczych w ścianach 21, 20 i 18.

Wszyscy pracownicy zatrudnieni w rejonie ścian 21, 20 i 18 zobowiązani byli do przestrzegania aktualizowanych na bieżąco ustaleń i rygorów zawartych w „Instrukcji zasad przebywania i postępowania w rejonie ścian 21, 20 i 18 w warstwie przystropowej pokładu 510", opracowanej przez Inżyniera ds. Tąpań, Obudowy i Kierowania Stropem i zatwierdzonej przez Kierownika Ruchu Zakładu.

W wyrobiskach chodnikowych rejonu filara szybu Północnego wyznaczano rozległe, dochodzące do 700 m, strefy szczególnego zagrożenia tąpaniami. Strefami szczególnego zagrożenia tąpaniami objęte były również 60-metrowe odcinki wyrobisk wybierkowych przyległe do Uskoku Wschodniego. Strefy szczególnego zagrożenia tąpaniami wyznaczano także w czynnych przekopach na poziomach: 720 m, 780 m i 850 m w sytuacji, gdy znajdowały się one w zasięgu oddziaływania frontu eksploatacyjnego ścian 21, 20 i 18 lub jeżeli w ich otoczeniu stwierdzono badaniami anomalną koncentrację naprężeń.

W ustalaniu kryterium odległości, przy której wyznaczano strefę szczególnego zagrożenia tąpaniami, brano pod uwagę nie tylko zasięg bezpośredniego oddziaływania frontów jako krawędzi eksploatacyjnych, ale także zasięg generowanych eksploatacją wstrząsów górotworu zarówno przed, jak i za frontem ścian.

Gdy obszar sejsmiczny ściany zaczął obejmować dany przekop (np.: 62, 66, 66c, 67), był on wyłączany z ruchu załogi na zmianach wydobywczych w ścianach 21, 20 i 18.

Przekop 43 na poziomie 850 m przebiegający ok. 30 m poniżej pola ściany 18 był całkowicie wyłączony z ruchu załogi, od uruchomienia ściany do momentu oddalenia się frontu na odległość ponad 100 m od przekopu.

W czasie wykonywania strzelań urabiających lub wstrząsowo-odprężających w pokładzie, załoga była wycofywana na okres co najmniej 60 minut poza strefę szczególnego zagrożenia tąpaniami na odległość nie mniejszą niż 100 m od miejsca wykonywanych robót strzałowych. W indywidualnych przypadkach czas wyczekiwania był wydłużany do 2 a nawet 4 godzin i uzależniony był od czasu utrzymywania się podwyższonej emisji sejsmoakustycznej.

W przypadku wykonywania strzelań torpedujących strop, wyłączanie z ruchu załogi obejmowało nie tylko wyrobiska objęte rejonem, ale także wyrobiska przekopowe stanowiące

drogę dojścia do pokładu 510 oraz wyrobiska przebiegające pod lub nad polem wybiegu ścian w odległości pionowej do 50 m i odległości poziomej do 200 m.

Wejście do tych wyrobisk mogło nastąpić po czasie nie krótszym niż 8 godzin od wykonania strzelania, po uprzednim skontrolowaniu wyrobiska przez służbę strzelniczą.

Bezpośrednią konsekwencją wyznaczania stref szczególnego zagrożenia tąpaniami było wyznaczanie czasowych i ilościowych limitów przebywania załogi w wyrobiskach lub ich odcinkach. Przy ustalaniu wielkości limitów załogi przyjęto następujące założenia:

— ilość pracowników do wykonania poleconego zadania musi stanowić niezbędne minimum,

— obłożenie załogi na poszczególnych zmianach winno być równomierne.

Limity zatrudnienia załogi w poszczególnych wyrobiskach rejonu ustalał Zespół ds. Tąpań, Obudowy i Kierowania Stropem, generalnie raz na kwartał w tzw. protokołach kwartalnych i na bieżąco w sytuacjach koniecznych, wynikających z potrzeb ruchowych.

Na zmianach wydobywczych w ścianach 21, 20 i 18 wyrobiska przyścianowe były generalnie wyłączone z ruchu załogi.

Ściany 21, 20 i 18 prowadzone były w systemie czterozmianowym. Zmiany I i III były zmianami wydobywczymi, zmiana II była zmianą konserwacyjną, a IV zmiana była konserwacyjno-profilaktyczną lub tylko profilkatyczną. W czasie zmian wydobywczych wejście do wyrobisk przyścianowych dopuszczono jedynie w rejon skrzyżowania ze ścianą do wykonania przekładki przenośnika, przebudowy wzmocnień i usuwania awarii. Wejście mogło nastąpić nie wcześniej niż po upływie 30 minut od zatrzymania urabiania w ścianie.

Dyspozytor ds. tąpań informowany był o pracy kombajnu za pomocą sygnalizacji świetlnej umieszczonej na pulpicie dyspozytorskim. W czasie urabiania, gdy kombajn zbliżył się na odległość 30 m do pochylni wykonanej przed frontem ściany lub na odległość 60 m do pochylni wygradzanej, załogę z tych odcinków ściany wycofywano w głąb ściany poza urabiający kombajn. Drogi dojścia załogi do ścian 21, 20 i 18 określano w zależności od rozkładu stref koncentracji naprężeń w polach ścian, stwierdzanych rozeznaniem górniczym i badaniami geofizycznymi.

Urządzenia odstawcze, zlokalizowane w strefach szczególnego zagrożenia tąpaniami, sterowane były zdalnie przy wykorzystaniu telewizji przemysłowej. Stanowiska monitorów telewizji przemysłowej budowane były w odległościach 600—1000 m od frontów ścian na wejściach lub wyjściach z rejonu.

Wygradzanie pochylni 115, 116 i 117 prowadzono wyłącznie na zmianach konserwacyjnych lub konserwacyjno-profilaktycznych przy obłożeniu: 6 pracowników do obsługi przodka, 4 pracowników do budowy wzmocnień oraz doraźnie 4 pracowników do transportu materiałów. Przed uruchomieniem ścian 21, 20 i 18 wszystkie wyrobiska chodnikowe na całych długościach zostały wzmocnione podciągami drewnianymi podbudowanymi stojakami Valent lub SV-29, budowanymi w osi wyrobisk pod każdymi odrzwiami. Obudowa wyrobisk wygradzanych usztywniana była dodatkowo podciągami szynowymi, budowanymi na łukach ociosowych w odległości około 1,7 m od spągu wyrobiska, przykotwionymi do calizny przy użyciu stalowych kotew długości 2,5 m, wklejanych na całej długości.

7.2. Aktywna profilaktyka tąpaniowa

Dobór stosowanej profilaktyki aktywnej w czasie prowadzenia eksploatacji przystropowej warstwy pokładu 510 ścianami 21, 20 i 18 w filarze szybu Północnego opierał się na następujących przesłankach:

— na rozeznaniu stanu zagrożenia tąpaniami dokonanym na etapie projektowania eksploatacji z wykorzystaniem modelowania numerycznego dla różnych wariantów eksploatacji,

— na analizach wyników badań sejsmicznych i oceny stanu zagrożenia tąpaniami w trakcie prowadzenia eksploatacji,

— na wykorzystaniu doświadczeń uzyskanych przy prowadzeniu robót przygotowawczych.

Zagrożenie tąpaniami wynikało głównie z możliwości występowania wysokoenergetycznych wstrząsów górotworu o energii rzędu 10^6 J, generowanych w trakcie pękania w linii ściany, w wyniku podebrania przez przesuwający się front ścianowy, grubych (ponad 20-metrowych) ław piaskowców. Ze względu na ich znaczną odległość (40—60 m) nad pokładem 510, dostępne obecnie metody profilaktyki tąpaniowej nie pozwalały na systematyczne i skuteczne dezintegrowanie grubej warstwy piaskowca zalegającej powyżej pokładu 507. Ponadto, znaczna łączna długość frontów ścianowych oraz wykonywanie części wyrobisk przyścianowych (pochylni: 115, 116 i 117) z postępem ścian, uniemożliwiało odprężenie całych pól ścianowych.

W związku z powyższym, działania profilaktyczne skoncentrowano przede wszystkim na ochronie czynnych wyrobisk — gdzie przebywała załoga i zabudowane były urządzenia — przed skutkami wysokenergetycznych wstrząsów.

Zadaniem profilaktyki było wytworzenie zruszonych stref buforowych w ociosach wyrobisk od strony calizny pokładu, dla wytłumienia energii sejsmicznej wstrząsów, zaś w najbardziej niekorzystnym przypadku, czyli przy wyrzucie skał do wyrobiska ścianowego lub chodnikowego — skały miały ulec zniszczeniu kruchemu, a nie sprężystemu. Minimalna założona głębokość strefy buforowej dla wyrobisk ścianowych wynosiła 8 m. Wytwarzano ją za pomocą strzelań wstrząsowych prowadzonych z natężeniem nie mniejszym niż 0,1 kg MW na 1 m^3 odprężanej substancji węglowej. W wyrobiskach korytarzowych strefę buforową w pokładzie wytwarzano głównie poprzez nawadnianie calizny pod wysokim ciśnieniem.

W zakres profilaktyki tąpaniowej wchodziły:

a) strzelania wstrząsowo-odprężające w pokładzie,

b) strzelania wstrząsowo-odprężające w stropie,

c) nawadnianie pokładu 510.

Ad. a.

Strzelania wstrząsowo-odprężające w pokładzie wykonywano z czoła ścian otworami o długości 12 m i średnicy 42 mm, z ładunkiem 6 kg MW na każdy otwór.

W ścianie 21 strzelania rozpoczęto od momentu sukcesywnego zbliżania się frontu ściany na odległość 15 m do krawędzi warstwy górnej pokładu 510, tj. od chwili rozpoczęcia wychodzenia ściany pod strop pokładu.

Łącznie dla ściany 21 wykonano 438 strzelań 4314 otworami, zużywając sumarycznie 25 579 kg MW. W wyniku strzelań wstrząsowo-odprężających w ścianie 21 sprowo-

kowano 234 wstrząsy o energii rzędu 10^2 J, 80 wstrząsów o energii rzędu 10^3 J i 4 wstrząsy o energii rzędu 10^4 J, tj. łącznie 318 wstrząsów o łącznej sumie wydzielonej energii $3,1 \cdot 10^5$ J. Stanowi to 18% wstrząsów dla tej ściany.

W ścianie 20 wykonano 320 strzelań 7187 otworami o długości 12 m zużywając 42 972 kg MW i trzy strzelania 48 otworami o długości 20 m przy użyciu 480 kg MW.

Łącznie dla ściany 20 podczas 323 strzelań w 7235 otworach, zużyto 43 452 kg MW. W wyniku strzelań wstrząsowo-odprężających w ścianie 20 sprowokowano 188 wstrząsów o energii rzędu 10^2 J, 131 wstrząsów o energii rzędu 10^3 J i 7 wstrząsów o energii rzędu 10^4 J, tj. łącznie 326 wstrząsów o łącznej sumie wydzielonej energii $6,31 \cdot 10^5$ J. Stanowi to 11% ogólnej ilości wstrząsów dla tej ściany.

W ścianie 18 wykonano 14 strzelań 45 otworami o długości 20 m przy użyciu 1350 kg MW oraz 458 strzelań 11 319 otworami o długości 12 m zużywając 68 605 kg MW.

Łącznie dla ściany 18 wykonano 472 strzelania 11364 otworami, zużywając 69 955 kg MW. W wyniku strzelań wstrząsowo-odprężających w ścianie 18 sprowokowano 188 wstrząsów o energii rzędu 10^2 J, 262 wstrząsy o energii rzędu 10^3 J i 7 wstrząsów o energii rzędu 10^4 J, tj. łącznie 457 wstrząsów o łącznej sumie wydzielonej energii $7,87 \cdot 10^5$ J. Stanowi to 15% ogólnej ilości wstrząsów dla tej ściany.

Do strzelań w pokładzie 510 zużyto łącznie 138 986 kg MW.

Strzelaniami wstrząsowo-odprężającymi sprowokowano 1101 wstrząsów o łącznej sumie wydzielonej energii sejsmicznej $1,728 \cdot 10^6$ J, w tym: 610 wstrząsów o energii rzędu 10^2 J, 473 wstrząsy o energii rzędu 10^3 J i 18 wstrząsów o energii rzędu 10^4 J. Stanowi to 14% ogólnej ilości wstrząsów w rejonie ścian 21, 20 i 18 w pokładzie 510 warstwa przystropowa w filarze szybu Północnego.

Ad. b.

Ze ściany 20 wykonywano **Ukierunkowane Szczelinowanie Stropu techniką strzelniczą (USS)**. Strzelania wykonywano seriami po 3 otwory o długości do 30 m i średnicy 75 mm. Otwory były odchylone od prostopadłej do ociosu o 20° w kierunku na wschód oraz 25° od pionu. Odległość między otworami wynosiła 15 m. Łącznie ze ściany wykonano 10 strzelań 30 otworami, zużywając 600 kg MW.

Z pochylni 117 na odcinku ok. 130 m na południe od przekopu 67 prowadzono **USS** nad polem wybiegu ściany, otworami długości 30 m w odstępach co 15 m. Otwory odchylone były od prostopadłej do ociosu o 20° w kierunku na północ oraz 25° od pionu. Wykonano 3 strzelania w seriach po 4, 3 i 2 otwory średnicy 75 mm, zużywając 108 kg MW. Łącznie do USS zużyto 708 kg MW.

Ze ściany 18 USS wykonywano w seriach po 3 i 4 otwory długości 15—30 m i średnicy 75 mm. Otwory były odchylone od prostopadłej do ociosu o kąt do 45° w kierunku na wschód lub zachód oraz 20—30° do poziomu, w zależności od warunków stropowych. Odległość między otworami wynosiła 20—30 m. USS wykonano w 6 seriach 19 otworami zużywając 408 kg MW.

Z pochylni 113 przeprowadzono nad polem wybiegu ściany 18 cztery strzelania torpedujące strop, 12 otworami długości 20 m i średnicy 75 mm. Otwory wiercono prostopadle do osi pochylni pod kątem 30—35° od poziomu. Do strzelań zużyto 360 kg MW.

Do strzelań w stropie pokładu 510 zużyto 1 476 kg MW.

Ad. c.

Nawadnianie ociosu wschodniego pochylni 117 prowadzono dwuetapowo. Najpierw woda wtłaczana była pod wysokim ciśnieniem za pomocą agregatu NW-3 w czasie 4—6 godzin, a następnie kontynuowano wtłaczanie przez podłączenie otworu do rurociągu ppoż.. Nawadnianie prowadzono otworami o długości do 15 m wierconymi co ok. 10 m wzdłuż wyrobiska, prostopadle do ociosu. Łącznie wykonano 59 otworów, do których **wtłoczono ok. 376 m^3 wody**.

Z wygradzanych z postępem ścian 20 i 18 **pochylni 115 i 116**, prowadzono nawadnianie calizny węglowej z zaległością maksymalnie do 15 m od frontu ścian. Nawadniano ocios wschodni pochylni 116 i ocios zachodni pochylni 115 otworami długości do 15 m na odcinkach wyrobisk, gdzie odległość do Uskoku Wschodniego przekraczała 15 m. Woda wtłaczana była do otworów za pomocą agregatu nawadniającego NW-3 pod wysokim ciśnieniem do wycieku wody z ociosu lub spadku ciśnienia poniżej 5 MPa. Łącznie z pochylni 115 i 116 za pomocą 57 otworów **wtłoczono** do calizny węglowej **295 m^3 wody**.

7.3. Podsumowanie profilaktyki tąpaniowej

Podczas prowadzenia eksploatacji odprężającej przez wybieranie z zawałem stropu przystropowej warstwy pokładu 510 ścianami 21, 20 i 18 w rejonie filara szybu Północnego, **do robót profilaktycznych w postaci strzelań wstrząsowo-odprężających, torpedujących i metodą USS zużyto ponad 140 ton MW i wtłoczono ok. 660 m^3 wody**.

Obecnie, po zakończeniu eksploatacji przystropowej warstwy pokładu 510, można jednoznacznie stwierdzić, że zastosowany tam kompleks działań profilaktycznych był wysoce skuteczny. Strzelania wstrząsowo-odprężające, torpedujące i USS, łącznie z nawadnianiem, powodowały — zgodnie z oczekiwaniem — tworzenie się wokół czynnych wyrobisk stref odprężonych, tzw. stref buforowych, o obniżonej zdolności do akumulowania energii sprężystej. Mimo wystąpienia dużej ilości wstrząsów (7828) wyrobiska przez cały okres eksploatacji utrzymywały swoją funkcjonalność.

Wstrząsy prowokowane w wyniku prowadzonych strzelań profilaktycznych stosunkowo rzadko osiągały energię rzędu 10^4 J. Należy jednak zaznaczyć, że strzelania w tym przypadku stosowane były przede wszystkim jako środek tworzenia strefy neutralnej w bezpośrednim sąsiedztwie ociosów ścian i chodników. Cykliczne prowadzenie strzelań wstrząsowych powodowało przesuwanie i utrzymywanie stref podwyższonych naprężeń głęboko w caliźnie, z dala od frontów ścian i pochylni, o czym świadczy lokalizacja występujących wstrząsów o energiach powyżej 10^4 J. Analizując lokalizację wstrząsów w rejonach ścian 21, 20 i 18 należy stwierdzić, że w otoczeniu wygradzanych pochylni 115, 116 i 117 wstrząsów było stosunkowo niewiele, mimo bardzo niekorzystnych warunków naprężeniowych, tj.: sąsiedztwo Uskoku Wschodniego, uskoków lokalnych, wytwarzanych resztek pokładu 510, czynnych frontów ścian. Traktowanie czoła wygradzanych pochylni jako czoła ściany, gdzie systematycznie prowadzone były działania dezintegrujące otaczający górotwór powodowało, że wygradzanie odbywało się już w górotworze odprężonym, o zniszczonej strukturze.

8. Podsumowanie

1. Koncentracja i intensyfikacja wydobycia węgla w kopalniach silnie zagrożonych tąpaniami ograniczona jest czynnikami naturalnymi i technicznymi.

2. Ograniczenia naturalne wiążą się z potrzebą prognozy zagrożenia w czasie i przestrzeni, ograniczenia techniczne — z możliwością efektywnego stosowania aktywnych i biernych środków profilaktycznych przy konieczności wykonywania określonego zadania produkcyjnego.

3. Przedstawione w niniejszym opracowaniu działania szeroko rozumianej profilaktyki tąpaniowej, podjęte w trakcie prowadzenia eksploatacji odprężającej przez wybranie warstwy przystropowej pokładu 510 w filarze szybu Północnego wykazały, że odpowiednio dobrane technologie prowadzenia ścian, wygradzania chodników przyścianowych oraz inne metody i środki profilaktyczne, zapewniają efektywne i bezpieczne prowadzenie robót górniczych, nawet w bardzo skomplikowanych warunkach zagrożenia.

4. Właściwe stosowanie aktywnych metod profilaktyki tąpaniowej, uwarunkowane jest lokalizacją poszczególnych obszarów zagrożonych sejsmicznie oraz oceną ich czasowo-przestrzennej dynamiki. Warunek ten został spełniony poprzez zastosowanie optymalnego monitoringu górotworu w oparciu o obserwacje sejsmologiczne i sejsmoakustyczne oraz badania sejsmiczne (geotomografia) i sejsmoakustyczne (metoda RMS).

5. Bezpieczne dokonanie odprężenia pokładów dolnosiodłowych w filarze szybu Północnego możliwe było dzięki właściwemu doborowi metod profilaktyki tąpaniowej i ich stosowaniu w odpowiednim miejscu i czasie.

6. Dotychczasowe doświadczenia górnicze uzyskane w trakcie eksploatacji ścianą 99 w pokładzie 509 — warstwa przystropowa w skrzydle zachodnim filara szybu Północnego — prowadzoną w polu odprężonym przez podebranie ścianami 21 i 20 w warstwie przystropowej pokładu 510, wskazują na dużą efektywność odprężenia pokładu 509 przez podebranie warstwą przystropową pokładu 510.

Literatura

[1] Drzęźla B. i in., 1993: *Kompleksowy projekt eksploatacji pokładów dolnosiodłowych w rejonie filara ochronnego szybu Północnego KWK Miechowice oraz sąsiedniej partii.* Bytom-Gliwice.

[2] Drzęźla B. i in., 1996: *Weryfikacja prowadzonych robót górniczych w filarze szybu Północnego w pokładach 510/CD z uwzględnieniem koordynacji frontów eksploatacyjnych w aspekcie zagrożenia tąpaniami ochrony powierzchni i szybu, cz. 1 i cz. 2.* Bytom-Gliwice.

[3] Dubiński J. i in., 1989: *Sejsmiczna metoda wyprzedzającej oceny zagrożenia wstrząsami górniczymi w kopalniach węgla kamiennego.* GIG, Katowice.

[4] Dworak J. i in., 1995: *Badania geotomograficzne pola wybiegu ściany 21 w pokładzie 510 w rejonie filara szybu Północnego.*

[5] Dworak J. i in., 1995: *Badania geotomograficzne pola wybiegu ściany 21 w pokładzie 510 KWK Miechowice.*

[6] Filcek H. i in., 1984: *Poglądy i rozwiązania dotyczące tąpań w kopalniach węgla kamiennego.* Zeszyt Naukowy AGH, Kraków.

[7] Kłeczek Z., 1985: *Geomechanika Górnicza.* AGH, Kraków.

[8] Konopko W. i in., 1996: *Dochodzenie ścianą 20 w pokładzie 510 do zrobów z uwzględnieniem odpowiednich rygorów profilaktycznych.* GIG, Katowice.

[9] Konopko W. i in., 1998: *Dobór aktywnej profilaktyki tąpaniowej dla końcowego odcinka wybiegu ściany 18 w pokładzie 510/D KWK Bobrek-Miechowice.* GIG, Katowice.

[10] Kornowski J. i in., 1996: *Opracowanie sposobu prowadzenia obserwacji sejsmoakustycznych dla ścian 18 i 20 w pokł. 510.* GIG, Katowice.

[11] Kornowski J. i in., 1997: *Sposób prowadzenia obserwacji sejsmoakustycznych dla ściany 20 w pokł. 510/C w końcowym odcinku jej wybiegu.* GIG, Katowice.

[12] Malesza A. i in., 1997: *Zagrożenie tąpaniami podczas eksploatacji długimi frontami ścianowymi na podstawie doświadczeń kopalni Bobrek-Miechowice.* GIG, IV Konferencja Naukowo-Techniczna Tąpania '97.

[13] Markowski E. i in., 1995: *Eksploatacja ściany 21 w pokładzie 510 partia C ze szczególnym uwzględnieniem wygradzania pochylni 117.* GIG, II Konferencja Naukowo-Techniczna — Tąpania '95.

[14] Pokultinis M. i in., 1994: *Technologia prowadzenia zamykających ścian zawałowych w warunkach silnego zagrożenia tąpaniami na przykładzie ścian 4 i 5 w warstwie przystropowej pokładu 509 w Kopalni Bobrek.* Szkoła Eksploatacji Podziemnej.

[15] Zorychta A. i in., 1984: *Kryterium powstawania tąpań przy eksploatacji pokładu węgla kamiennego.* Zeszyt Naukowy AGH, Kraków.

[16] Zorychta A. i in., 1997 : *Prognoza stanu zagrożenia wstrząsami i tąpaniami dla przewidywanych do eksploatacji pokładów w latach 1997—2002 w zintegrowanej Kopalni Bobrek-Miechowice.* Kraków.

The technology of the destressing exploitation in the pillar of Northern shaft in coal-mine Bobrek-Miechowice

Abstract

The paper introduces a realiztion of the destressing exploitation in the pillar of Northern shaft in coal-mine Bobrek-Miechowice. Longwalls No 21, 20 and 18 in a superstratum of coal bed No 510 have been taken in strong rock burst hazards conditions and intensive rock pressure; it has resulted from difficult geological and mining conditions.

This three longwalls has started caving exploitation of three bed coals No 507, 509 and 510 in the pillar of Northern shaft opening the largest destressing space of rock for caving extraction of next layers of this coal beds.

The paper introducers: the way of working in the whole, extraction of longwalls No 21, 20 and 18 in bed coal No 510 with regaed to following verifications of the projekt of exploitation, geological and mining conditions, the technology of exploitation of longwalls, the methods of rock mass monitoring and prevention of rock burst.