

Henryk PAWEŁCZYK

Wstrząsy górnicze i tąpnięcia w warunkach eksploatacji pod terenem aglomeracji miejskiej



GŁÓWNY INSTYTUT GÓRNICCTWA
Katowice 2004

Henryk PAWEŁCZYK

**Wstrząsy górnicze i tąpnięcia
w warunkach eksploatacji pod terenem
aglomeracji miejskiej**



GŁÓWNY INSTYTUT GÓRNICTWA

Katowice 2004

Rada Programowa ds. Wydawnictw: *prof. dr hab. inż. Jakub Siemek (przewodniczący),
prof. dr hab. inż. Tadeusz Chmielniak, prof. dr hab. inż. Bernard Drzęzła, prof. dr hab. inż.
Józef Dubiński, prof. dr hab. inż. Joanna Krajewska Pinińska, prof. dr hab. inż. Korneliusz
Miksch, prof. dr hab. inż. Janusz Roszkowski, prof. dr hab. inż. Antoni Tajduś, prof. dr hab.
inż. Janusz W. Wandrasz, prof. dr hab. inż. Piotr Wolański*

Komitety Kwalifikacyjno-Opiniodawcze: *prof. dr hab. inż. Antoni Kidybiński
(przewodniczący), doc. dr hab. inż. Krystyna Czaplicka, prof. dr hab. inż. Jan Hankus, prof.
dr hab. inż. Władysław Konopko, prof. dr hab. inż. Jerzy Kwiatek, doc. dr hab. Kazimierz
Lebecki, prof. dr hab. inż. Adam Lipowczan, prof. dr hab. inż. Kazimierz Rułka, prof. dr hab.
Jerzy Sablik, doc. dr hab. inż. Jan Wachowicz*

Recenzent:

prof. dr hab. inż. Józef Dubiński

Redakcja wydawnicza

Ewa Gliwa

Redakcja techniczna i korekta

Barbara Jarosz

Małgorzata Kuśmirek

Skład, wykonanie rysunków

Józef Kuczborski

ISBN 83-87610-58-5

Printed in Poland

WSZELKIE PRAWA ZASTRZEŻONE

SPIS TREŚCI

WPROWADZENIE	9
1. ANALIZA STANU ZAGADNIENIA	11
1.1. Dane ogólne	11
1.2. Metody rozpoznawania i bieżącej oceny zagrożenia tapaniami	11
1.3. Górnicze metody ograniczania zagrożenia tapaniami i zmniejszania skutków tapani	12
2. PRZYJĘTY MODEL EKSPLOATACJI - OBSZAR BADAŃ	23
3. METODYKA ANALIZY MATERIAŁÓW EMPIRYCZNYCH	27
3.1. Charakterystyka zbioru danych - pokładogramy	27
4. CHARAKTERYSTYKA POCZĄTKOWEGO STANU EKSPLOATACJI GÓRNICZEJ ORAZ JEJ WPŁYWÓW NA POWIERZCHNIĘ	35
4.1. Eksploatacja pod Śródmieściem Katowic - poza przyjętym modelem	35
4.2. Eksploatacja w I warstwie pokładu 510 od 1985 do 31.07.1994 roku - poza przyjętym modelem	41
4.3. Analiza warunków geologiczno-górnich w obszarze badań	54
4.4. Charakterystyka przebiegu eksploatacji I warstwy pokładu 510 w przyjętym modelu	69
4.5. Analiza stanu powierzchni	95
4.5.1. Charakterystyka wpływów na powierzchnię skoordynowanej eksploatacji górniczej prowadzonej poza obszarem badań - stan przed 1.08.1994 roku	95
4.5.2. Charakterystyka zabudowy terenu w obszarze badań	101
4.5.3. Analiza stanu powierzchni w czasie i po eksploatacji pod centralną częścią Osiedla Paderewskiego (obszar badań - 1.08.1994-31.07.1998)	106
5. ANALIZA ZAGROŻEŃ GÓRNICZYCH WYSTĘPUJĄCYCH W OBSZARZE MODELU EKSPLOATACJI	115
5.1. Systemy pomiarowe stosowane do oceny zagrożenia wstrząsami górotworu i tapaniami	115
5.1.1. Zakres prowadzonych obserwacji	115
5.1.2. Metody obserwacji zagrożenia wstrząsami górotworu i tapaniami	117
5.2. Prognozowane zagrożenie wstrząsami górotworu i tapaniami	119
5.3. Rzeczywiste zagrożenie wstrząsami górotworu i tapaniami	122
5.4. Zagrożenie metanowe	124
5.5. Zagrożenie pożarowe	126

5.6. Zagrożenie wodne	128
5.7. Rola podszadki hydraulicznej	128
6. ANALIZA CHARAKTERYSTYCZNYCH ZDARZEŃ	
GEODYNAMICZNYCH	133
6.1. Pochylnia I wschodnia, pokład 510, warstwa przyspągowa, poziom 630 m	134
6.1.1. Opis tąpnięcia	134
6.1.2. Profilaktyka stosowana przed tąpnięciem	138
6.1.3. Warunki prowadzenia pochylni I wschodniej po tąpnięciu	138
6.1.4. Analiza zdarzenia	138
6.2. Ściana 538/1, pokład 510, warstwa przyspągowa, poziom 630 m	141
6.2.1. Opis tąpnięcia	141
6.2.2. Profilaktyka stosowana przed tąpnięciem	142
6.2.3. Warunki prowadzenia ściany 538/1 po tąpnięciu	143
6.2.4. Analiza zdarzenia	145
6.3. Ściana 536a, pokład 510, warstwa przyspągowa, poziom 630 m	149
6.3.1. Opis wstrząsu	149
6.3.2. Profilaktyka stosowana przed wstrząsem	150
6.3.3. Warunki prowadzenia ściany 536a po wstrząsie	152
6.3.4. Analiza zdarzenia	152
6.4. Ściana 537a, pokład 510, warstwa przyspągowa, poziom 630 m	162
6.4.1. Opis tąpnięcia	162
6.4.2. Profilaktyka stosowana przed tąpnięciem	164
6.4.3. Warunki prowadzenia ściany 537a po tąpnięciu	166
6.4.4. Analiza zdarzenia	166
6.5. Ściana 536a, pokład 510, warstwa przyspągowa, poziom 630 m	175
6.5.1. Opis tąpnięcia	175
6.5.2. Profilaktyka stosowana przed tąpnięciem	177
6.5.3. Warunki prowadzenia ściany 536a po tąpnięciu	177
6.5.4. Analiza zdarzenia	178
7. ANALIZA SKUTECZNOŚCI ZASTOSOWANEJ PROFILAKTYKI	
GÓRNICZEJ	185
7.1. Aktywność i intensywność energii sejsmicznej w dniach obłożonych, postojowych i strzelań profilaktycznych	187
7.2. Analiza aktywności i intensywności emisji energii sejsmicznej w dniach postoju i strzelań profilaktycznych	198
7.3. Wpływ nawadniania na aktywność i intensywność emisji energii sejsmicznej	232

7.4. Analiza aktywności i intensywności emisji energii sejsmicznej pod kątem efektywności prowadzonej profilaktyki aktywnej	235
7.5. Aktywność sejsmiczna i intensywność emisji energii sejsmicznej w dniach roboczych i postoju z uwzględnieniem stosowanej profilaktyki aktywnej	243
7.6. Ilość materiału wybuchowego konieczna do uzyskania skuteczności strzałów profilaktycznych	249
7.7. Stwierdzenia i wnioski z analizy skuteczności aktywnych metod profilaktyki tąpaniowej	250
8. BADANIE WPŁYWU FAZ KSIĘŻYCA NA SEJSMICZNOŚĆ GÓROTWORU NA PRZYKŁADZIE ANALIZOWANEGO MODELU EKSPLLOATACJI	255
8.1. Założenia ogólne	255
8.2. Wyniki obserwacji	255
8.3. Analiza wyników	265
PODSUMOWANIE	269
LITERATURA	273
WYKAZ PODSTAWOWYCH DOKUMENTÓW, NA PODSTAWIE KTÓRYCH URUCHOMIONO I PROWADZONO EKSPLLOATACJĘ I WARSTWY POKŁADU 510 Z PODSADZKĄ HYDRAULICZNĄ, POD OSIEDLEM PADEREWSKIEGO	277

Składam serdeczne podziękowania Grupie Kolegów za sponsorowanie wydania niniejszej książki.

Autor

WPROWADZENIE

Wśród zagrożeń naturalnych występujących w górnictwie węgla kamiennego również tąpnięcia są przyczyną tragicznych zdarzeń, w wyniku których wypadkom, często śmiertelnym, ulegają górnicy; są także przyczyną znacznych strat materialnych. Podczas prowadzenia eksploatacji pod zabudową miejską, skutki występujących wstrząsów i tąpnięć są odczuwane nie tylko w wyrobiskach dołowych, ale również w budynkach. Ich mieszkańcy, odczuwając związane z wstrząsami drgania o różnej intensywności narażeni są na pewien dyskomfort, a więc są kolejnymi, oprócz górników, potencjalnymi poszkodowanymi. Równocześnie same obiekty budowlane mogą ulegać uszkodzeniom, a zatem i ten aspekt skutków musi być brany pod uwagę przez projektujących eksploatację w specyficznych warunkach zagrożenia tąpnięciami i ochrony powierzchni w szczególności o gęstej zabudowie miejskiej.

Wśród wielu problemów dotyczących tępnięć jednym z najbardziej istotnych jest skuteczność górniczych metod profilaktycznych stosowanych w celu im przeciwdziałania. Zagadnienie to zostało przeanalizowane na podstawie wyników doświadczeń zebranych podczas projektowania i realizacji eksploatacji górniczej w kopalni „Katowice-Kleofas” Ruch II „Katowice” pod Osiedlem Paderewskiego w Katowicach. Od 1.08.1994 do 31.07.1998 roku kopalnia ta prowadziła działalność górniczą w pierwszej, przyspągowej warstwie pokładu 510 w obszarze najbardziej zagrożonym pod względem tępnięć. Pole składało się z pięciu poprzecznych ścian wybieranych systemem z podsadzką hydrauliczną, usytuowanych pod centralną częścią Osiedla.

Sposób prowadzenia eksploatacji był zgodny z wymaganiami dotyczącymi techniki i technologii wybierania pokładów węgla zagrożonych tąpnięciami spod terenów zabudowanych. Decyzję o eksploatacji podjęto przy założeniu, że:

- występujące wstrząsy nie przekroczą energii sejsmicznej rzędu 10^7 J,
- deformacja powierzchni odpowiada I kategorii terenu górniczego.

Prace odbywały się pod naukowym nadzorem zespołu kierowanego przez prof. H. Filcka. Wiele cennych, merytorycznych uwag, w formie konkretnych opracowań i opinii, wykonanych w czasie prowadzenia tej eksploatacji wnieśli profesorowie: A. Ajdukiewicz [1], A. Biliński [2], B. Drzęźła [8], J. Dubiński [11], H. Filcek [17], Z. Kleczek [25], J. Kwiatek [36, 37, 39], którzy kierowali pracami specjalistycznych zespołów badawczych. Ponadto, wiele szczegółowych zagadnień było konsultowanych z takim specjalistami, jak profesorowie: S. Knothe, B. Dżegniuk, J. Pielok, E. Popiołek, M. Chudek, A. Frycz, T. Majcherczyk, E. Maciąg, M. Kawulok, B. Cianciara, W. Konopko, A. Zorychta oraz przewodniczący Komisji ds. Tępnięć w Zakładach Górniczych Wydobywających Węgiel Kamienny W. Etryk.

Autor – jako Dyrektor Techniczny – odpowiadał, ze strony kierownictwa kopalni „Katowice-Kleofas”, za bezpieczną i zgodną z przyjętymi założeniami realizację eksploatacji pokładu 510 pod zabudowanym terenem Osiedla Paderewskiego w Katowicach. Uzyskane wyniki charakteryzujące przebieg wybierania i ich analiza z uwzględnieniem zagrożenia tąpnięciami oraz skuteczności stosowanych działań profilaktycznych stały się bazą do opracowania niniejszej publikacji.

Autor wyraża wszystkim wymienionym osobom, a także współpracownikom z kopalni „Katowice-Kleofas” i Katowickiego Holdingu Węglowego S.A., serdeczne podziękowanie za ich wkład pracy, który przyczynił się do rozwiązania bardzo wielu trudnych problemów, jakie wystąpiły podczas prowadzenia tej eksploatacji.

1. ANALIZA STANU ZAGADNIENIA

1.1. Dane ogólne

Zagrożenie tąpnięciami w polskim górnictwie węglowym jest spowodowane następującymi czynnikami:

- zwiększającą się głębokością eksploatacji,
- wzrostem udziału wydobywania z pokładów skłonnych do tępań,
- wysokim natężeniem eksploatacji w odniesieniu do jednostki powierzchni czynnego obszaru górniczego,
- znacznym stopniem wyeksploatowania złoża, naruszającym równowagę górotworu nad aktualnie prowadzonymi robotami górniczymi, w tym eksploatację w sąsiedztwie krawędzi wyżej i niżej leżących pokładów,
- eksploatacją resztkowych fragmentów pokładów, filarów oporowych i ochronnych.

W zależności od położenia ogniska wstrząsu inicjującego tąpnięcie, wyróżnia się tąpnięcia pokładowe i stropowe. Skutkiem tępań są przede wszystkim uszkodzenia wyrobisk górniczych, co powoduje utratę ich funkcjonalności. Stopień uszkodzenia zależy od stanu technicznego wyrobisk, energii sejsmicznej i mechanizmu ogniska wstrząsu powodującego tąpnięcie oraz odległości ogniska wstrząsu od czynnych ścian, chodników i obiektów dołowych. Skutki w powierzchniowych obiektach budowlanych przejawiają się przede wszystkim jako uszkodzenia elementów architektonicznych i rzadziej dotyczą konstrukcji nośnych. Do najczęstszych form ich przejawów zalicza się: rysy i spękania w ścianach, odpadanie płytek ceramicznych i okładzin, rysy i spękania ścianek działowych. Do znacznie poważniejszych uszkodzeń zalicza się takie, które prowadzą do zmniejszenia wytrzymałości fragmentów konstrukcyjnych budynku, a mianowicie: rysy i spękania murów nośnych, połączeń między ścianami, nadproży, filarów itp.

Obecnie w kopalniach węgla kamiennego w Górnośląskim Zagłębiu Węglowym dominującą rolę w powstawaniu zagrożenia sejsmicznego i tępań ma załamywanie się grubych i zwięzłych warstw stropowych, występujące często w znacznej odległości od wyrobisk górniczych (tąpnięcia stropowe). Zjawiskom takim towarzyszą wysokoenergetyczne wstrząsy, które ponadto stanowią zagrożenie dla miejskich aglomeracji i zabudowy powierzchniowej [16, 18, 26, 27, 28, 52, 57, 59, 62, 64, 68, 72, 78, 80].

1.2. Metody rozpoznawania i bieżącej oceny zagrożenia tąpnięciami

Do grupy metod rozpoznawania zagrożenia tąpnięciami zalicza się metody wstępnej oceny zagrożenia polegające na analizie cech złożowych, warunków górniczo-geologicznych danego rejonu eksploatacyjnego oraz na określeniu skłonności węgla i skał otaczających do tępań.

Z kolei bieżąca kontrola stanu zagrożenia tąpnięciami obejmuje lokalizację stref szczególnie zagrożenia tąpnięciami w górotworze oraz analizę aktywności sejsmicznej rejestrowanej podczas prowadzenia robót górniczych. W bieżącej kontroli wykorzystuje się doświadczenia z eksploatacji pokładów zagrożonych tąpnięciami, a także pomiarowe metody górniczo-geofizyczne. Podkreślić należy, że w ostatnich dziesięcioleciach XX wieku nastąpił dynamiczny rozwój metod geofizycznych, które pozwalają na bieżącą ocenę aktywności sejsmicznej poszczególnych pól eksploatacyjnych oraz sformułowanie jakościowo-ilościowych kryteriów oceny zagrożenia i stwierdzenie, czy przekroczenie określonych stanów zagrożenia jest bezpieczne w danych warunkach geologiczno-górniczych [12, 13, 15, 21, 43, 50, 57, 74].

1.3. Górnicze metody ograniczania zagrożenia tąpnięciami i zmniejszania skutków tąpnięć

Na podstawie analizy literaturowej całokształt przedsięwzięć technologicznych i technicznych związanych ze zwalczaniem zagrożenia tąpnięciami można podzielić na dwie podstawowe grupy: profilaktykę długofalową oraz działania doraźne [57].

PROFILAKTYKA DŁUGOFALOWA

Profilaktyka długofalowa obejmuje:

- sposób udostępniania złoża zagrożonego tąpnięciami,
- ustalenie kolejności, kierunków i porządku eksploatacji zgodnego z zasadami eksploatacji odprężającej,
- rozcięcie złoża wyrobiskami korytarzowymi pokładów tąpnięcych,
- wybór systemu wybierania, z zawalem lub z podsadzką hydrauliczną,
- koordynację frontów eksploatacyjnych,
- dobór podstawowych parametrów eksploatacji, głównie prędkości wybierania, wysokości ściany, odległości między frontami ścian, a w przypadku systemu eksploatacji z podsadzką hydrauliczną, kroku podsadzki,
- techniczne wyposażenie wyrobisk górniczych.

Do profilaktyki długofalowej zalicza się również zmniejszenie zakresu robót przygotowawczych, wykonywanych w strefach bezpośredniego zagrożenia oraz czyste wybieranie pokładów – bez pozostawiania filarów i resztek węglowych – co przeciwdziała powstawaniu stref wzmoczonych naprężeń w górotworze. Zadania te są często bardzo trudne do zrealizowania ze względu na uwarunkowania wynikające z istniejących zaszczości eksploatacyjnych, występowania innych zagrożeń górniczych oraz potrzeb ochrony powierzchni, w szczególności gdy charakteryzuje się ona gęstą zabudową.

Doświadczenia potwierdzają, że prowadzenie robót przygotowawczych i eksploatacyjnych z uwzględnieniem istniejących warunków geologiczno-górniczych, czyli racjonalnie zastosowana profilaktyka długofalowa, jest podstawową formą ograniczania zagrożenia tąpnięciami. Jedynie tam, gdzie zastosowane środki technologiczne nie pozwalają na jego likwidację, są wykorzystywane doraźne metody przeciwdziałania tąpnięciom.

DZIAŁANIA DORAŻNE

Najczęściej stosowane działania doraźne obejmują:

- aktywne metody odprężania stref przyociosowych pokładów węgla zagrożonych tapaniami lub środowiska skalnego otaczającego wyrobiska,
- wzmacnianie obudowy wyrobisk w celu ograniczenia ewentualnych skutków tapani,
- ustalenia organizacyjne, dotyczące głównie ograniczenia liczby załogi zatrudnionej w strefach bezpośredniego zagrożenia.

Aktywne metody zwalczania tapani, wchodzące w skład działań doraźnych, mają na celu rozładowanie naprężeń w strefach ich koncentracji lub sprowokowanie tąpnięcia w określonym miejscu i czasie, to jest gdy załoga została wycofana a wyrobiska – zabezpieczone [19]. Zalicza się do nich: nawadnianie pokładu, jego rozwiercanie, strzelania wstrząsowe, torpedowanie stropu oraz ukierunkowane szczelinowanie hydrauliczne (UHS) i ukierunkowane szczelinowanie techniką strzelniczą (USS).

METODA NAWADNIANIA

Zapobieganie tapaniom przez nawadnianie węgla należy do metod, które były najwcześniej stosowane w górnictwie węgla kamiennego. Nasycenie wodą skał zmniejsza ich wytrzymałość i zwiększa podatność na odkształcenia. Innymi słowy – naturalna skłonność węgla do tapani, zależna głównie od jego własności wytrzymałościowych, maleje wraz ze wzrostem jego wilgotności. Wtłoczenie w strukturę pokładu określonej ilości wody może w nawadnianym rejonie zmniejszyć zagrożenie tapaniami [19, 33]. Efekt ten przemija stopniowo wraz z upływem czasu od momentu nawodnienia.

Nawadnianie pokładów węgla w celu zwalczania zagrożenia tapaniami polega na wtłaczaniu wody w pokład węgla pod ciśnieniem do 30 MPa za pomocą agregatów pompowych przez otwory wiertnicze. Przy zatłaczaniu niskociśnieniowym, stosowanym często jako faza przygotowawcza przed zatłaczaniem właściwym, ciśnienie wody pobieranej z rurociągu przeciwpożarowego wynosi około 2 MPa. W pierwszym okresie zatłaczania, gdy następuje stopniowe wypełnianie spękań i szczelin wodą, obserwuje się systematyczny wzrost ciśnienia. W następnej fazie, gdy występują już efekty niszczenia struktury pokładu, to jest propagacja pęknięć pod wpływem narastających naprężeń, ciśnienie może spaść nawet do zera, jeżeli w wyniku rozwoju procesu nastąpi ucieczka wody z otworu. Dodatkowym efektem nawadniania skały jest zmniejszenie tarcia wewnętrznego, co ułatwia poślizgi na szorstkich powierzchniach istniejących spękań (efekt smarowania).

Stosuje się dwie odmiany nawadniania pokładów węgla – nawadnianie z czoła przodka krótkimi lub długimi otworami długości 5–100 m lub nawadnianie z chodników przyscianowych, równoległych do czoła przodka ścianowego, otworami długimi do 100 m.

Szczegółowe zalecenia dotyczące stosowania metody nawadniania w kopalniach węgla kamiennego opracowano w Głównym Instytucie Górnictwa w Katowicach [33].

METODA ROZWIERCANIA POKŁADU

Metoda ta polega na usunięciu pewnej objętości węgla z pokładu podczas wiercenia otworów [19]. Wokół otworu tworzy się strefa deformacji pseudoplastycznych, w której struktura pokładu jest zniszczona, pozbawiona zdolności do akumulacji energii sprężystości. Skuteczność tego zjawiska jest tym większa, im większa jest średnica otworu. Wierząc dużą liczbę otworów o dużych średnicach można odprężyć odpowiednio dużą objętość pokładu. Metoda ta charakteryzuje się w pewnym sensie podobnymi podstawami fizycznymi, jak metoda wierceń małośrednicowych stosowana do oceny stanu zagrożenia tąpnięciami, w której podczas przewiercania strefy koncentracji naprężeń następuje zwiększony wychód zwiercin, spowodowany deformacjami pseudoplastycznymi pokładu w otoczeniu ścianek otworu i „płynięcie” węgla do otworu.

Metodę zapobiegania tąpnięciom przez rozwiercanie calizny węglowej stosuje się głównie w rosyjskim, czeskim i niemieckim górnictwie węglowym. Otwory odprężające mają średnicę do 500 mm, przy czym zasadą jest zdalne sterowanie wiertnicą w procesie wiercenia ze względu na możliwość sprowokowania lokalnego tąpnięcia. Długość otworów zależy od warunków lokalnych i celu odprężania.

STRZELANIA WSTRZĄSOWE

Metoda ta polega na wierceniu otworów w ociosie węglowym i na odpaleniu możliwie dużego ładunku materiału wybuchowego (MW) [19, 35]. Doświadczenia wykazały, że w zależności od lokalnych warunków jednoczesne odpalenie około 150 kg materiału wybuchowego daje najlepsze efekty, przy czym zużycie materiału wybuchowego na 1 m postępu przodka ścianowego powinno wynosić około 80 kg [19]. Odpalenie odpowiednio dużego ładunku powoduje propagację drgań wywołanych detonacją, które w naprężonym ośrodku skalnym mogą zapoczątkować proces dynamicznego uwolnienia nagromadzonej w nim energii sprężystej.

Metoda ta należy do grupy metod zapobiegających głównie tąpnięciom typu pokładowego i na większą skalę zaczęto ją stosować w górnictwie węglowym już w latach sześćdziesiątych. Z czasem ulegała licznym modyfikacjom. Pierwszym, który zaproponował zastosowanie strzelań wstrząsowych do zwalczania tępnięć był W. Budryk [4]. Pierwszą kopalnią, która wprowadziła z dobrym skutkiem strzelania wstrząsowe do praktyki górniczej, na przełomie lat pięćdziesiątych i sześćdziesiątych, była kopalnia „Miechowice” [35]. Obecnie stosuje się ją w dwóch odmianach jako strzelania odprężające (kamufletowe) lub strzelania odprężająco-urabiające.

Strzelanie odprężające (kamufletowe) jest stosowane wówczas, gdy w otoczeniu wyrobiska znajduje się strefa koncentracji naprężeń. Strzelanie to powoduje zniszczenie struktury pokładu, przez co następuje rozładowanie naprężeń, a strefa koncentracji zostaje „przesunięta” w głąb calizny. Wytworzona przez strzelanie kamufletowe strefa odprężona (zniszczona) między wyrobiskiem a odsuniętą strefą koncentracji naprężeń stanowi swego rodzaju strefę ochronną (bufor) dla wyrobiska. Celem strzelań odprężających jest zatem odprężenie strefy przyociosowej pokładu bez jej urabiania.

W zależności od potrzeb długość otworów strzałowych może być różna. Zazwyczaj wierce się je do głębokości 10 m. Średnice otworów ze względów technicznych najczęściej nie przekraczają 80 mm. Do strzelań w pokładach węgla używa się powietrznych materiałów wybuchowych. Po odpaleniu ładunków wejście do strefy strzelania możliwe jest po upływie czasu ustalonego dla danego wyrobiska (zazwyczaj od 30 do 40 min).

Strzelanie odprężająco-urabiające ma na celu spowodowanie wstrząsu oraz urobienie ociosu węglowego na określonej głębokości. Istotnym ograniczeniem w upowszechnianiu metody w kopalniach węgla kamiennego jest konieczność stosowania powietrznych materiałów wybuchowych, które mają mniejszą siłę detonacji, a tym samym efekty uzyskiwane przy ich wykorzystaniu są gorsze niż na przykład przy stosowaniu dynamitu (co ma miejsce przykładowo w kopalniach LGOM).

Należy zwrócić uwagę na potwierdzone obserwacjami fakt, że prowokowanie wstrząsów, tupań lub odprężeń górotworu zależy wyraźnie od wielkości powierzchni stropu odkrytej robotami strzałowymi, a nie tylko od ilości odpalonego materiału wybuchowego, czyli roboty strzałowe powinny być wykonywane na całej długości frontu przodka, a nie tylko w jego zagrożonej części. Wielkość odkrytego robotami strzelniczymi stropu nie może być dowolna. Określa się ją, na przykład na podstawie danych zawartych w opracowaniu [43] i doświadczeń danej kopalni.

Skuteczność strzelań wstrząsowych, a w szczególności strzelań wstrząsowo-urabiających zwiększa się ale tylko do pewnej granicy wraz ze wzrostem ilości odpalonego materiału wybuchowego w serii. Po przekroczeniu granicznej wielkości ładunku materiału wybuchowego, charakterystycznej dla lokalnych warunków geologiczno-górnich, techniczno-ruchowych oraz stopnia i zasięgu zagrożenia, efektywność strzelań praktycznie nie poprawia się, mimo wzrostu ilości materiału wybuchowego.

Odpowiednio dobrane i przeprowadzone strzelanie wstrząsowe powinno z reguły każdorazowo spowodować wstrząs, tąpnięcie lub odprężenie górotworu. W praktyce górniczej może to nastąpić, gdy dopuszczalna powierzchnia odsłoniętego stropu jest większa od minimalnej uzyskanej robotami strzałowymi powierzchni, potrzebnej do spowodowania tąpnięcia lub odprężenia górotworu. Gdy minimalna powierzchnia odkrytego robotami strzałowymi stropu jest większa od dopuszczalnej, a jest tak z reguły przy trudnych warunkach stropowych, ma się do czynienia z sytuacją bardzo niekorzystną i niepożądaną, lecz w praktyce występującą i to dość często. W takiej sytuacji zaleca się wykonywanie tylko strzelań wstrząsowo-odprężających.

Parametry strzelań wstrząsowych w celu uzyskania ich optymalnej skuteczności, powinny być na bieżąco kontrolowane i korygowane w zależności od zmieniających się warunków geologiczno-górnich, techniczno-ruchowych oraz stanu górotworu [35, 58].

Metoda ta polega na zdeintegrowaniu robotami strzałowymi skał płonnych, a zwłaszcza skał stropowych otaczających pokład węgla [19]. Odpalenie dużego ładunku materiału wybuchowego w otworze odwierconym w stropie powoduje zniszczenie struktury skał w jego otoczeniu. Niezależnie od zniszczenia ośrodka skalnego i powstania w nim spękań, eksplozja ładunku materiału wybuchowego powoduje propagację drgań, które mogą spowodować inicjację wstrząsu w przypadku występowania w kompleksie stref niestabilnych skał stropowych. Zastosowanie do torpedowania stropu materiałów wybuchowych skalnych zazwyczaj zwiększa sprężystość skał stropowych i powoduje, że wzbudzone fale sejsmiczne osiągają większą amplitudę i rozchodzą się na większe odległości. Fakt ten decyduje o przyjętej metodyce strzelań torpedujących, a także o wzajemnych odległościach między otworami torpedującymi.

Skuteczność strzelania torpedującego jest tym większa, im bardziej sprężyste i mocniejsze są skały stropowe. Stąd, torpedowanie stropu ma sens techniczny tylko wtedy, gdy jest pewność odpalenia ładunku materiału wybuchowego w skałach o odpowiednich parametrach wytrzymałościowo-sprężystych.

METODA UKIERUNKOWANEGO HYDROSZCZELINOWANIA SKAŁ (UHS)

Metoda ta polega na wytworzeniu w górotworze szczelin dzielących warstwy skalne na bloki lub płyty o określonych wymiarach i kształtach. Jest to możliwe dzięki wykonaniu w otoczeniu otworu wiertniczego tzw. szczeliny zarodnikowej o ściśle zadanej orientacji przestrzennej [19]. Wyznacza ona kierunek propagacji zaprojektowanej szczeliny hydroszczelinowania, której powstanie jest wymuszane ciśnieniem cieczy wtłaczanej do otworu.

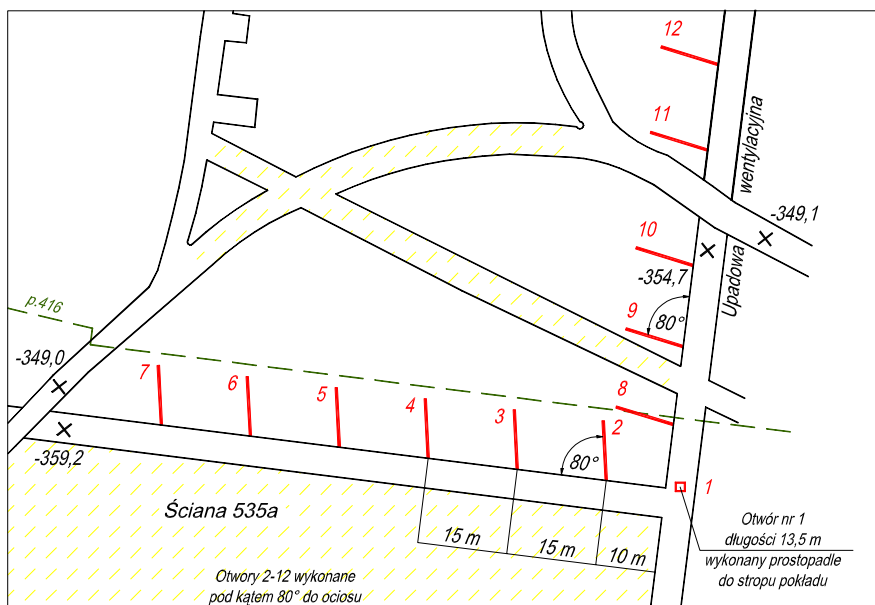
Zasięg tak powstałej nieciągłości struktury warstwy skalnej jest o wiele większy niż uzyskiwany w czasie strzelań torpedujących i praktycznie może sięgać do blisko 25 metrów od otworu szczelinującego. Ukierunkowane hydroszczelinowanie skał (UHS) umożliwia przede wszystkim zmianę ich własności technologicznych spowodowaną kontrolowanym podziałem na płyty czy bloki, co ogranicza zagrożenie tapaniami.

Metoda UHS została zastosowana w kopalni „Katowice” w pokładzie 510 w polu ściany 535a, w warunkach III stopnia zagrożenia tapaniami, III kategorii zagrożenia metanowego i I stopnia zagrożenia wodnego [31]. Sytuacja górnicza wraz ze schematem rozmieszczenia otworów szczelinujących jest przedstawiona na rysunku 1.1.

Po wykonaniu hydroszczelinowania i ponownym rozpoczęciu biegu ściany 535a, przed jej frontem wystąpił wstrząs górotworu o energii rzędu 10^5 J, po którym warunki jej prowadzenia na odcinku objętym szczelinowaniem ustabilizowały się, umożliwiając jej bezpieczny ruch.

Doświadczenia uzyskane podczas stosowania technologii UHS, według badań GIG, są określone pozytywnie [31]. Ukierunkowane hydroszczelinowanie skał jako jedna z metod ograniczania zagrożenia tapaniami, czy też likwidacji zawisania stropu

w celu poprawy warunków utrzymania wyrobisk górniczych przez „przecinanie” skał pod wpływem ciśnienia cieczy rzędu 35–40 MPa w płaszczyźnie szczeliny zarodnikowej i w promieniu 15–25 m od otworu szczelinującego – okazała się skuteczna i stosunkowo prosta, gdy głębokość otworów wynosi 25–30 m. W przypadku otworów głębszych (kilkadziesiąt metrów) realizacja UHS staje się trudna, długotrwała i mniej efektywna. Tym niemniej uzyskane doświadczenia wskazują, że jest to technologia rozwojowa, która powinna być doskonalona dla dalszego wykorzystania w górnictwie.



Rys. 1.1. Schemat rozmieszczenia otworów szczelinujących w obszarze ściany 535a

METODA UKIERUNKOWANEGO SZCZELINOWANIA SKAŁ TECHNIKĄ STRZELNICZĄ (USS)

Metoda ukierunkowanego szczelinowania skał techniką strzelniczą jest jedną z odmian torpedowania stropu, a jednocześnie pochodną hydroszczelinowania. Polega ona na wytworzeniu w górotworze, za pomocą strzałań materiałem wybuchowym, szczeliny niezależnej od istniejącego systemu płaszczyzn osłabionej spoiwości górotworu [19, 29, 30].

Szczelinowanie z zastosowaniem materiału wybuchowego rozpoczyna się w płaszczyźnie wyznaczonej szczeliną zarodnikową. Szczeliną zarodnikową jest nazywane wycięcie w ścianie otworu o powierzchni poprzecznej, zbliżonej do klina. Podczas detonacji ładunku materiału wybuchowego, umieszczonego w części otworu, w której wykonana jest szczelina zarodnikowa, ciśnienie gazów postrzałowych koncentruje się w ostrzu klina, jaki tworzy szczelina i powoduje rozrywanie warstwy skalnej w płaszczyźnie tej szczeliny. W zależności od celu destrukcji warstw skalnych mogą być wykonywane pojedyncze radialne szczeliny zarodnikowe w pobliżu dna otworu lub kilka szczelin zarodnikowych w części otworu wypełnionej materiałem wybuchowym.

W celu wymuszenia zawału skał stropowych strzelania są wykonywane w otworach krótkich – długości do 15 m i średnicy około 44 mm, natomiast szczeliny zarodnikowe osiągają średnicę 130 mm. W przypadku otworów długości ponad 15 m średnica otworu jest równa 75 mm, natomiast średnica szczeliny zarodnikowej wynosi wówczas 244 mm.

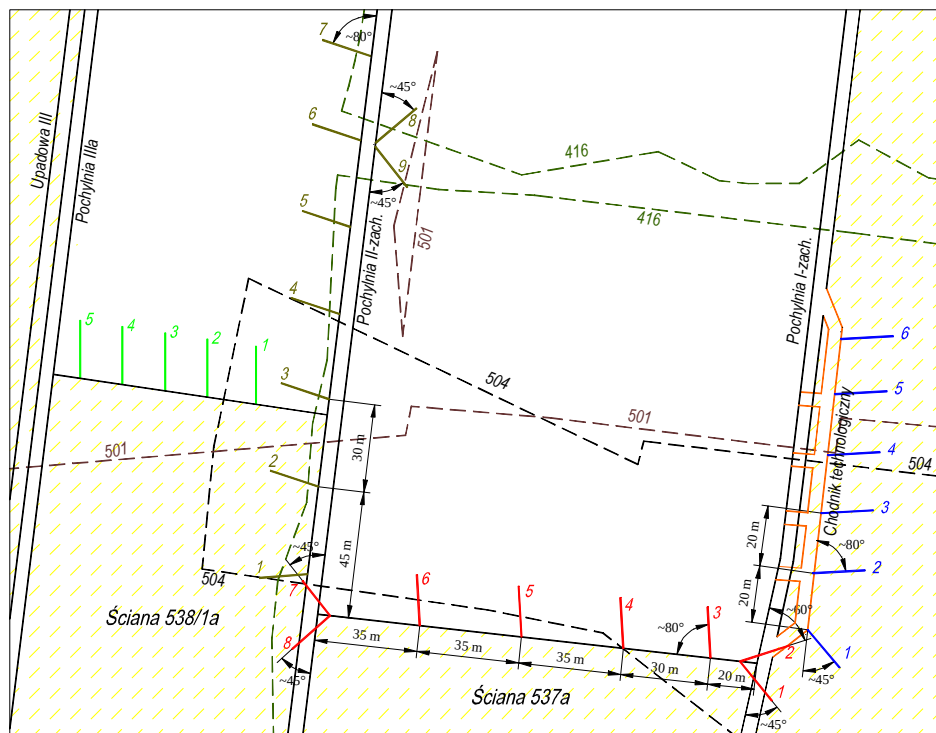
Najkorzystniejsze wyniki stosowania metody USS uzyskuje się, lokalizując szczelinę zarodnikową w monolitycznych warstwach skalnych, szczególnie w miejscach ugięć warstw w pobliżu eksploatacji dokonanej (w pobliżu krawędzi calizna – zroby). Likwiduje się w ten sposób zawisanie stropu, a tym samym zmniejsza stan naprężenia w caliznie węglowej i w stropie. Strzelania takie powodują przeważnie wstrząsy górotworu o energii sejsmicznej rzędu 10^3 – 10^4 J. Metoda USS stosowana poza strefą wpływów eksploatacji wywołuje wstrząsy o mniejszej energii sejsmicznej rzędu 10^2 – 10^3 J.

Ogólnie można stwierdzić, że stosowanie metody USS nie wpływa bezpośrednio na istotną zmianę stanu naprężenia w górotworze, czy też pokładzie. Jednak w rezultacie znaczącego zniszczenia struktury górotworu późniejsze jego podbieranie nie powoduje już generowania wysokoenergetycznych wstrząsów, a tym samym osiąga się zamierzony efekt w postaci ograniczenia zagrożenia tąpnięciami stropowymi. Korzystne rezultaty ograniczenia zagrożenia tąpnięciami uzyskuje się przez łączenie metody USS z UHS lub też metody USS z nawadnianiem skał. Metodę USS zaleca się stosować między innymi do prowokowania niskoenergetycznych wstrząsów górotworu, ograniczania wstrząsogenności górotworu oraz likwidacji zawisania stropu w zrobach.

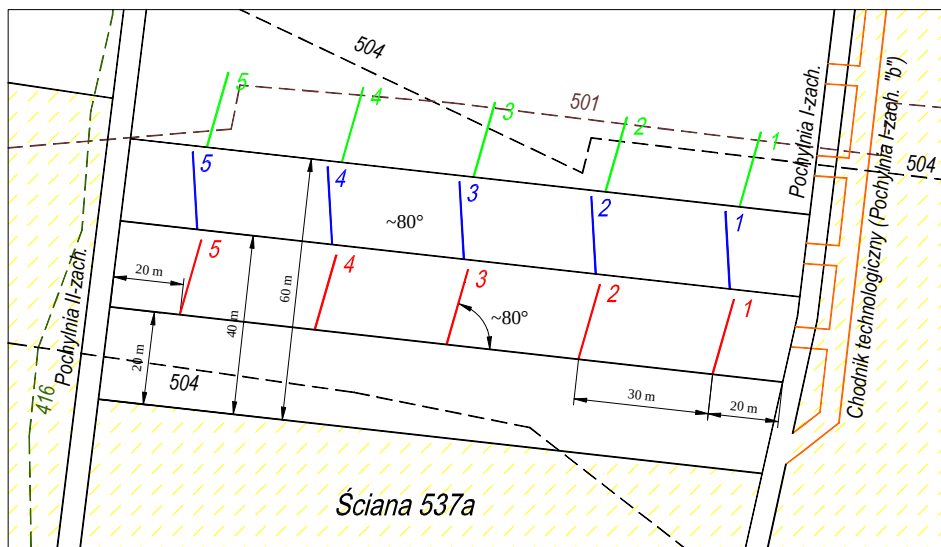
Metoda ta została zastosowana w KWK Katowice-Kleofas Ruch II „Katowice” w ścianach 537a i 538/1a (rys. 1.2 i rys. 1.3). Szczelinowanie stropu pokładu było prowadzone w otworach długości 25 m, wierconych pod kątem około 45° w stosunku do płaszczyzny stropu (rys. 1.4). Szczelina zarodnikowa była zlokalizowana w pobliżu dna otworu, w warstwie skalnej między pokładem 510 i 504. Celem zastosowania metody USS było zlikwidowanie zawisania stropu na obrzeżach calizny pola, głównie ściany 537a. W czasie przeprowadzonych strzelań zarejestrowano wstrząsy górotworu o energii sejsmicznej w przedziale $3 \cdot 10^3$ – $8 \cdot 10^3$ J.

Do początku 2000 roku w polskich kopalniach aktywną profilaktyką z zastosowaniem metody USS objęto około 5500 m wyrobisk, na ogół prowadzonych w warunkach dużego stanu zagrożenia tąpnięciami. Długość otworów zawierała się w granicach 13–65 m, a liczba szczelin zarodnikowych w otworze wynosiła od 1 do 3.

Badania skuteczności stosowania technologii USS z wykorzystaniem takich technik pomiarowych, jak: geotomografia sejsmiczna, wziernikowanie otworowe, grawimetria oraz nawadnianie niskociśnieniowe wykazywały zadowalającą skuteczność prowadzonego ukierunkowanego szczelinowania skał [29, 30].

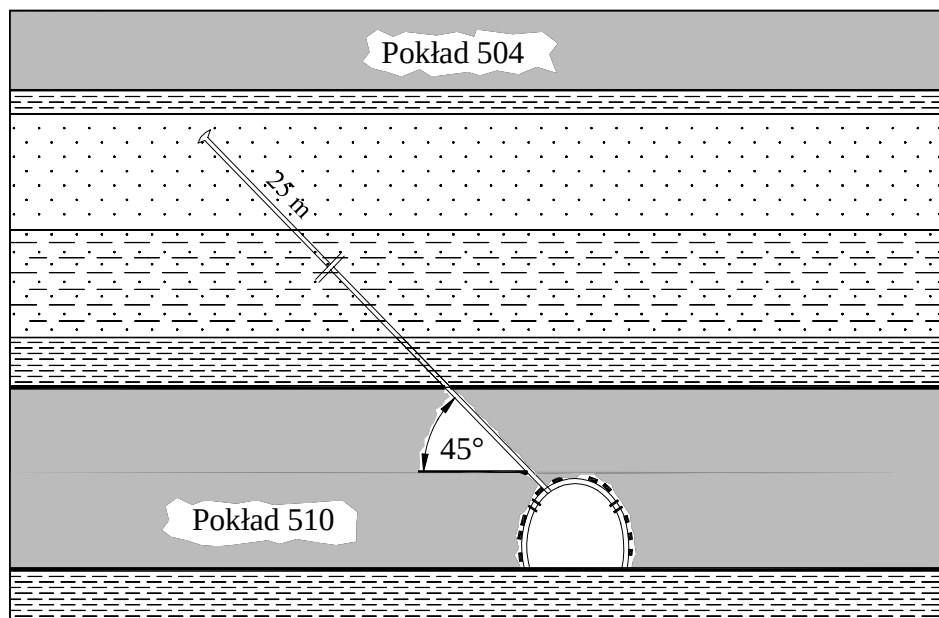


Rys. 1.2. Schemat rozmieszczenia otworów do strzałów szczelinujących w ścianach 537a i 538/1a, w chodniku technologicznym i pochylni II zachodniej



Rys. 1.3. Schemat rozmieszczenia otworów do strzałów szczelinujących w ścianie 537a

Oprócz scharakteryzowanych wyżej metod aktywnego zwalczania zagrożenia tapaniami, wchodzących w zakres profilaktycznych działań doraźnych, ważne jest również zapobieganie tapaniom przez wzmacnianie obudowy wyrobisk. Obecnie dostępne obudowy zmechanizowane w dostateczny sposób zabezpieczają wyrobiska

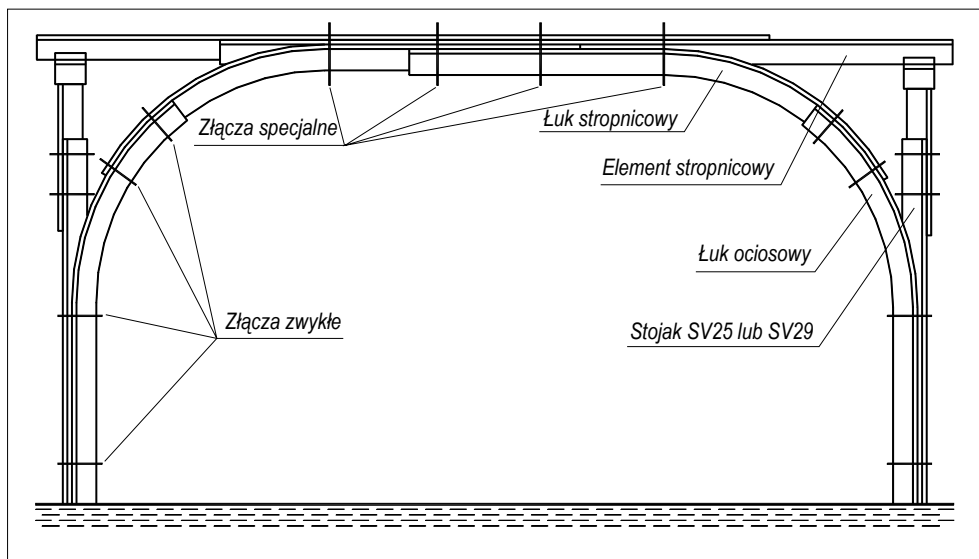


Rys. 1.4. Schemat wykonania otworów do strzałań szczelinujących w ścianach 537a i 538/1a, w chodniku technologicznym (po przebicciu nazwanym pochylnią I zachodnią „b”) i pochylni II zachodniej

ścianowe przed skutkami wysokoenergetycznych wstrząsów i towarzyszących im odprężeń górotworu oraz tąpnięć. Problem istnieje w przypadku wyrobisk korytarzowych, w których obudowy pod wpływem wstrząsów ulegają znacznym deformacjom lub zniszczeniu, czasem już przy zjawiskach o energii sejsmicznej rzędu 10^4 J. W celu zwiększenia odporności obudowy chodnikowej na obciążenia dynamiczne są stosowane, niezależnie od profilów obudowy o wyższych wskaźnikach wytrzymałościowych, różne inne sposoby jej wzmacniania, polegające, między innymi na stosowaniu podciągów, dodatkowych stojaków, obudowy poligonowej, rozpór dwustronnego działania, obudowy podwójnej czy zamkniętej [56, 57, 75].

Jednym z rozwiązań zaprojektowanych w KWK Katowice dla bardzo trudnych warunków górniczych była obudowa prostokątno-łukowa (rys. 1.5), o zwiększonej wytrzymałości [63].

W działaniach doraźnych związanych ze zwalczaniem zagrożenia tąpnięciami, poza metodami aktywnymi i doбором odpowiedniej obudowy wyrobisk ścianowych i korytarzowych, ważną rolę spełniają ustalenia organizacyjne. Polegają one, przede wszystkim, na maksymalnym ograniczeniu liczby osób zatrudnionych w strefach szczególnego zagrożenia, kontroli dróg ich poruszania się, wyłączaniu określonych wyrobisk z ruchu, stosowaniu telewizji przemysłowej czy też radiowego sterowania kombajnami ścianowymi.



Rys. 1.5. Schemat obudowy prostokątno-łukowej do bardzo trudnych warunków górniczych (nazwa handlowa KaPa)

Przedstawiona analiza metod zapobiegania tapaniom wskazuje, że istnieje odpowiednio duża liczba możliwych rozwiązań. Jest to jednak wrażenie pozorne, bowiem w rzeczywistości większość z opisanych metod jest skuteczna wyłącznie w zwalczaniu tapani pokładowych, zawodzi natomiast, pomimo znacznego postępu, podczas tapani typu stropowego. Wobec takiego stanu rzeczy wśród wielu specjalistów panuje zgodne przekonanie, że w zakresie profilaktyki przeciwdziałającej tapaniom istnieją jeszcze duże braki i potrzeba nowych i bardziej efektywnych rozwiązań [19].

2. PRZYJĘTY MODEL EKSPLOATACJI – OBSZAR BADAŃ

Prowadzenie eksploatacji górniczej w kopalni „Katowice”, a następnie po jej połączeniu z kopalnią „Kleofas” w kopalni „Katowice-Kleofas” w specyficznych warunkach ochrony powierzchni i występującego zagrożenia sejsmicznego oraz tąpnięć było niewątpliwie złożonym przedsięwzięciem technicznym, które wymagało zarówno korzystania z wyników badań naukowych, jak i konsekwentnej realizacji przyjętych założeń projektowych. Stąd celem pracy było udokumentowanie zjawisk i problemów natury technicznej i organizacyjnej, jakie występowały w czasie realizacji eksploatacji.

Szczególne zainteresowanie wzbudzała eksploatacja I warstwy pokładu 510 – charakteryzująca się dużym zagrożeniem sejsmicznym – prowadzona w warunkach gęstej zabudowy powierzchni, a mianowicie pod obiektami wysokiego budownictwa mieszkaniowego i infrastruktury technicznej Osiedla Paderewskiego w Katowicach. W czasie prowadzenia eksploatacji konieczne więc było zastosowanie profilaktyki tąpniowej. W tym celu podjęto analizę problemu oceny efektywności przedsięwzięć związanych z profilaktyką tąpniową, w odniesieniu do sytuacji geologiczno-górniczej występującej w bloku ścian, zwanych skrótowo „modelem eksploatacji”, w obszarze Osiedla Paderewskiego. Oczekiwano, że wyniki analizy pozwolą na zweryfikowanie i sformułowanie nowych zasad profilaktyki tąpniowej, przede wszystkim w aspekcie zwiększenia jej skuteczności i z uwzględnieniem specyfiki wynikającej z ochrony powierzchni. Weryfikacja odbywała się w warunkach, w których:

- w eksploatowanym górotworze występowały typowe – modelowe sytuacje geologiczno-górnicze skutkujące zwiększoną koncentracją naprężeń i będące przyczyną zagrożenia wstrząsami i tąpnięciami oraz stwarzające zagrożenie metanowo-pożarowe,
- zwalczanie zagrożeń górniczych oraz zmniejszenie wpływu eksploatacji na środowisko powierzchniowe musiało być rozwiązywane przez:
 - przygotowanie Osiedla do eksploatacji górniczej pod względem technicznym, organizacyjnym i społecznym,
 - zastosowanie profilaktyki długofalowej,
 - zastosowanie działań doraźnych,
 - zastosowanie monitoringu przestrzenno-czasowego zjawisk związanych z eksploatacją, uwzględniającego uwarunkowania dołowe i powierzchniowe,
 - odpowiednie zarządzanie.

W świetle powyższego, oprócz zasadniczego celu, przeprowadzono:

- ocenę możliwości eksploatacji górniczej w warunkach dużego zagrożenia wstrząsami górotworu i tąpnięciami pod wysoko zurbanizowaną częścią miasta,
- analizę działań prowadzących do osiągnięcia koniecznego kompromisu stron (kopalnia – mieszkańcy) dla zrealizowania szeroko pojętego interesu społeczno-gospodarczego, jaki ma miejsce przy takiej eksploatacji,
- analizę charakterystycznych sytuacji, które wystąpiły w trakcie prowadzonej eksploatacji

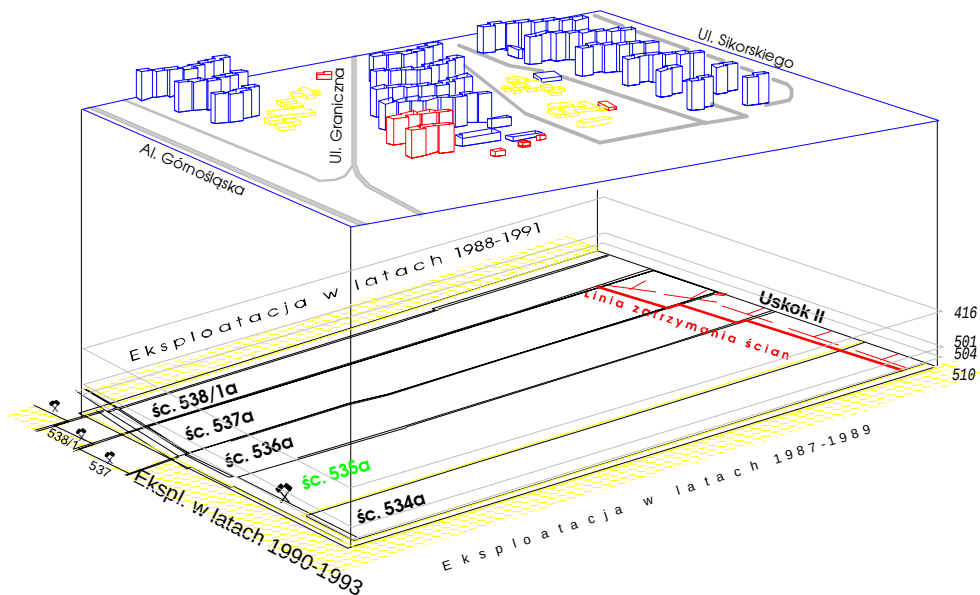
oraz starano się ukazać zarządzanie jako czynnik wiążący poszczególne elementy składające się na bezpieczeństwo i proces produkcyjny, decydujące o ich skutecznej realizacji.

Jak już wspomniano, **model eksploatacyjny** stanowiła eksploatacja pięciu ścian, prowadzona w środkowej części obszaru górniczego kopalni „Katowice-Kleofas” Ruch II („Katowice”), pod powierzchnią centralnej części Osiedla Paderewskiego. Model ten został poddany analizie w czasie 4 lat, to jest od 1.08.1994 r. do 31.07.1998 r. Sytuację wyjściową i końcową przedstawiono na rysunkach 2.1 i 2.2.

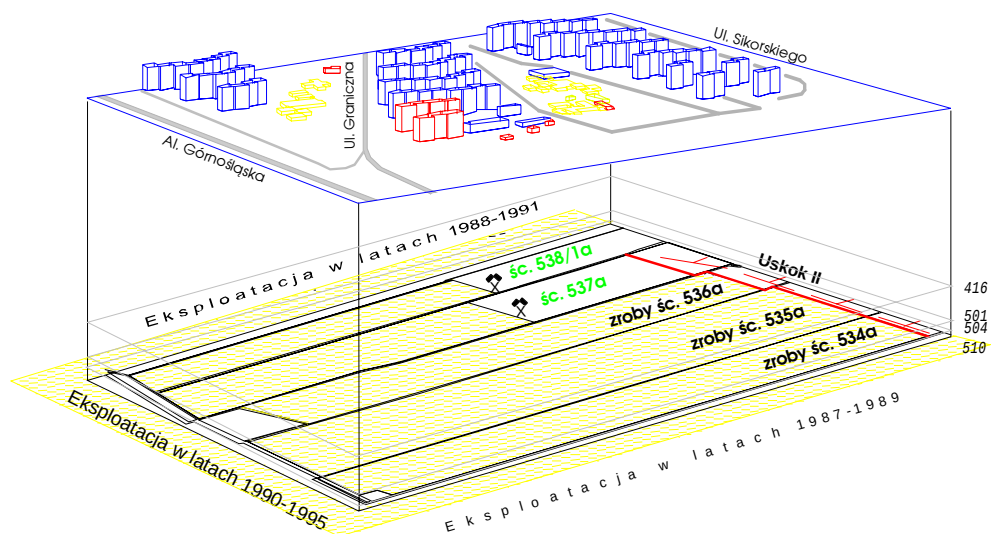
Z rysunków widać, że model eksploatacyjny stanowi bryła geometryczna zbliżona do prostopadłościanu o wymiarach:

- wymiar poziomy w kierunku osi $x \sim 780$ m,
- wymiar poziomy w kierunku osi $y \sim 900$ m,
- wymiar pionowy w kierunku osi $z \sim 700\text{--}600$ m.

W bryle górotworu była prowadzona eksploatacja w innych pokładach (przed wybudowaniem Osiedla) zalegających powyżej pokładu 510, które wyeksploatowano w różnym zakresie i czasie, tworząc tym samym wiele krawędzi i resztek. W czasie eksploatacji pokładu 510 stwierdzano ich wpływ na stan naprężeń w tym pokładzie i w jego otoczeniu, a tym samym wpływ na poziom zagrożenia wstrząsami i tąpnięciami.



Rys. 2.1. Początek eksploatacji w badanym modelu „pilotującą” ścianą 535a.
Data rozpoczęcia analizy – 01.08.1994 r.



Rys. 2.2. Zakończenie eksploatacji „zamykającą” ścianą 537a.
Data zakończenia analizy – 31.07.1998 r.

3. METODYKA ANALIZY MATERIAŁÓW EMPIRYCZNYCH I CHARAKTERYSTYKA ZBIORU DANYCH – POKŁADOGRAMY

Metodyka analizy materiałów empirycznych, które stanowił zbiór różnego rodzaju danych uzyskiwanych w czasie eksploatacji prowadzonej w obszarze modelu, obejmowała:

- analizę sytuacji geologicznej,
- analizę wcześniej przeprowadzonej eksploatacji pokładów wyżej leżących,
- analizę wcześniej dokonanej skoordynowanej eksploatacji w rejonie Śródmieścia Katowic i w rejonie przyległym do obszaru przyjętego modelu eksploatacji w pokładzie 510,
- analizę środowiska powierzchniowego,
- analizę wybranych zdarzeń,
- analizę aktywności i intensywności sejsmicznej, a także skuteczności zastosowanych działań profilaktycznych w wyrobiskach górniczych i na powierzchni.

Dane statystyczne ukierunkowane na przedmiot analizy opracowano w postaci tzw. pokładoqramów oraz tablic.

Celem zasadniczym metodyki analizy była ocena skuteczności stosowanej profilaktyki tąpaniowej. Należy podkreślić, że w przyjętej metodyce bardzo ważną rolę spełniało graficzne (za pomocą techniki komputerowej) przedstawienie danych wyjściowych oraz przetworzonych wyników. Tak przygotowana baza stanowiła podstawę do opracowania całościowej analizy i sformułowania wniosków.

Pojedyncza karta pokładoqramu, formatu A-4, zawiera parametry stałe i zmienne charakteryzujące środowisko konkretnej ściany (lub chodnika), które dotyczą jednego miesiąca prowadzonej eksploatacji. W celu ujednolicenia danych przyjęto stałą podstawę pokładoqramu, wynoszącą 15,5 cm. Jest to długość osi współrzędnej x podzielona na 31 odcinków. Dla każdej ściany modelu sporządzono tyle kart pokładoqramów, ile miesiące trwała eksploatacja, czyli:

- dla ściany 535a - $34 \cdot 2$ (seria A i B) = 68 kart pokładoqramów,
- dla ściany 534a - $33 \cdot 2$ (seria A i B) = 66 kart pokładoqramów,
- dla ściany 536a - $35 \cdot 2$ (seria A i B) = 70 kart pokładoqramów,
- dla ściany 537a - $30 \cdot 2$ (seria A i B) = 60 kart pokładoqramów,
- dla ściany 538/1a - $29 \cdot 2$ (seria A i B) = 58 kart pokładoqramów.

Ponadto, dla wyrobisk górniczych znajdujących się poza zasięgiem przyjętego modelu, tj. dla pochylni I wschodniej i ściany 538/1, sporządzono po jednej karcie pokładoqramu z miesięcy, w których nastąpiły zdarzenia istotne z uwagi na analizę całościową. Do opracowania pokładoqramów wykonywano również przekroje, w skali 1:1000, obydwóch pochylni tworzących daną ścianę. Przekroje obejmowały wyżej zalegające pokłady (uznane za aktywne sejsmicznie) do pokładu 416 włącznie. Pokładoqramy podzielono na pokładoqramy serii „A” – przekrój przez pochylnię

po stronie wschodniej oraz serii „B” – po stronie zachodniej. Kierunek „prowadzenia” pokładogramów był zgodny z postępowaniem frontu ścianowego. Przekroje odcinkami przetransformowano na pojedyncze karty, uwidaczniając zaszczości eksploatacyjne ponad wybieraną I warstwą pokładu 510. Przy transformowaniu przekroi uwzględniano stałą pokładogramu. Cyfrą 1 oznaczono pokładogramy dla ścian, cyfrą 2 – pokładogramy dla chodnika.

I tak, dla ściany 535a, której wybieranie trwało 34 miesiące, sporządzono dla upadowej wentylacyjnej (tworząca wschodnia) 34 karty pokładogramów i tyleż samo dla pochylni „0” bis (tworząca zachodnia). Pierwszy miesiąc eksploatacji oznaczono jako pokładogram 1.1, natomiast dalszy, np. osiemnasty jako pokładogram 1.18 itd. W określonych przypadkach można sporządzić trzeci przekrój, jeśli wymagałaby tego bardziej złożona sytuacja przestrzenna. W analizowanym modelu eksploatacji nie zachodziła taka konieczność.

W pokładogramach dokumentowano również: temperaturę powietrza na powierzchni ziemi (maks./min.), ciśnienie atmosferyczne z podaniem tendencji ($\pm$) oraz fazy Księżyca. Powyższe informacje miały na celu kompleksowe podejście do badanego problemu tapani.

Zaproponowany układ współrzędnych pojedynczej karty pokładogramu daje obraz postępu ściany (lub chodnika), wydobywania, stosowanych aktywnych metod zwalczania tapani, tj. strzelań profilaktycznych i nawadniania, oceny stanu zagrożenia tapaniami według metody kompleksowej oraz zaistniałych wstrząsów, a także będących ich konsekwencją drgań o określonej wartości przyspieszeń i częstotliwości na powierzchni.

Na podstawie analizy danych wprowadzono następujące definicje stref aktywności sejsmicznej w zależności od liczby zaistniałych wstrząsów (N). I tak:

- strefa aktywności niskiej $1 \leq N < 8$,
- strefa aktywności średniej $8 \leq N < 16$,
- strefa aktywności wysokiej $N \geq 16$.

Przykładowo:

- 17 wstrząsów o energii 10^2 J – strefa aktywności wysokiej,
- 4 wstrząsy o energii 10^2 J i 3 wstrząsy o energii 10^3 J – strefa aktywności niskiej,
- 5 wstrząsów o energii 10^2 J i 4 wstrząsy o energii 10^3 J – strefa aktywności średniej,
- 1 wstrząs o energii 10^6 J – strefa aktywności niskiej.

Ponadto, sumy wstrząsów zapisano w postaci cyfry w górnym wierszu strefy aktywności wysokiej. Jest to suma z obydwu serii pokładogramów. Każdej klasie energetycznej, oprócz stałego miejsca na 0,5 cm podziałce (1 dzień), przypisano określony kolor, a mianowicie:

- zielony $E = 10^2$ J,
- niebieski $E = 10^3$ J,
- żółty $E = 10^4$ J,
- czerwony $E \geq 10^5$ J.

[illegible]

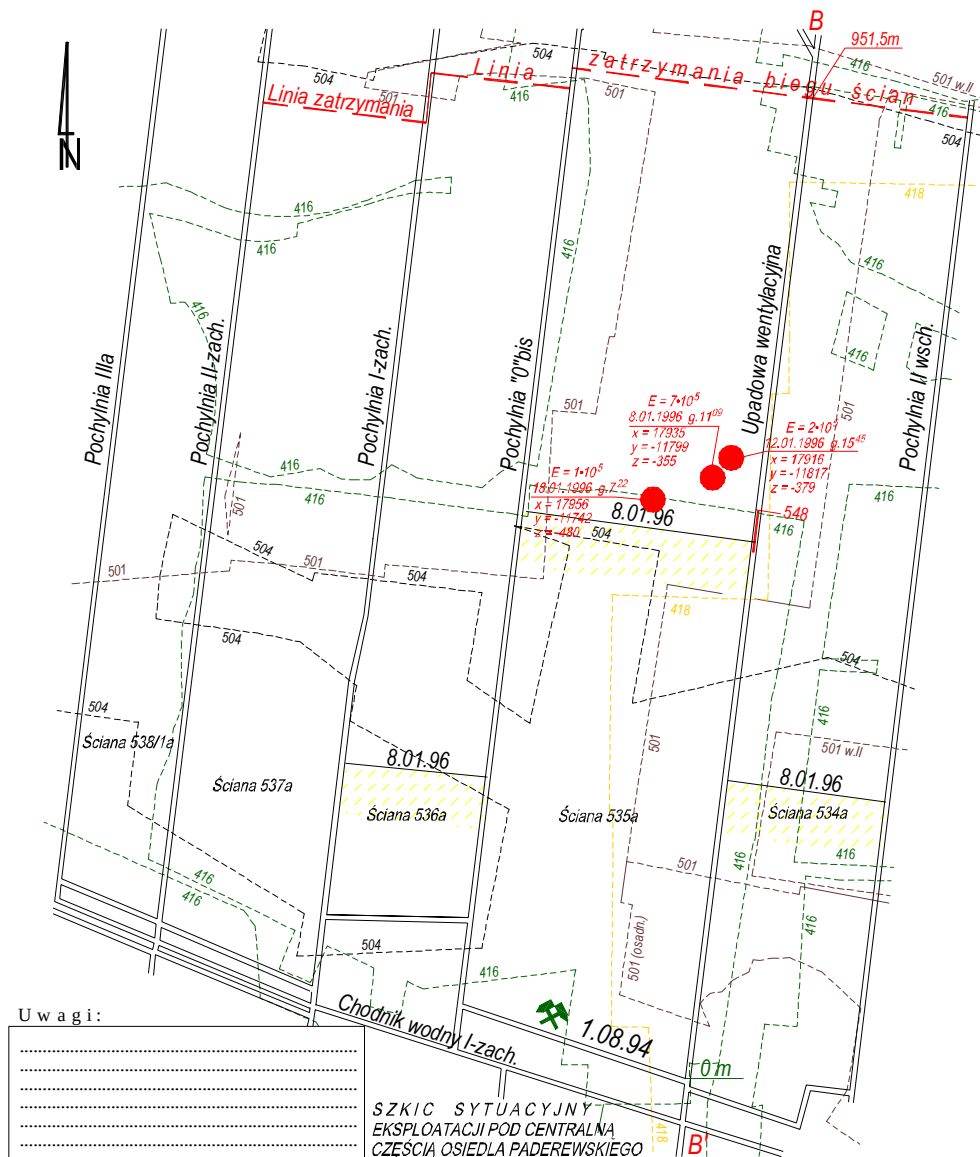
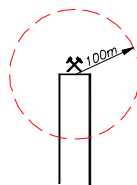
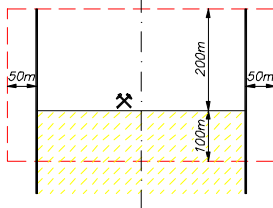
Objaśnienia dodatkowe :

- wstrząs o maksymalnej energii zanotowany w danym dniu z obydwu pokładogramów (A i B)
- = w obydwu pokładogramach (A i B) zanotowano tego samego dnia wstrząsy o identycznej energii
- OK wystąpienie $E_{\max}$ w dobie ze zrzutania MW
- OP opóźnienie w godzinach $E_{\max}$ w dobie po zrzutaniu MW
- II... wystąpienie $E_{\max} \approx E_{MW}$ w dobie po raz drugi... (kolejny)

Kryterium lokalizacyjne kwalifikacji wstrząsów:

dla ściany

dla chodnika



[illegible]

W każdym dniu zapisywano $E_{\max}$ z obydwu serii pokładogramów danej ściany. Czerwoną kropką ponad zapisem $E_{\max}$ oznaczono w danej serii pokładogramu większą wartość. W przypadku równości, oznaczono powyższe znakiem „=” . Zapisywano również energię sejsmiczną wstrząsów wywołanych strzelaniem, tzw. „wysrzelaną” E_{MW} oraz czas opóźnienia „OP” zaistnienia wstrząsu o energii maksymalnej $E_{\max}$ w analizowanej dobie. W przypadku, gdy $E_{MW} = E_{\max}$, opóźnienie wynosi zero. Powyższą zgodność oznaczono symbolem „OK”.

Proces wydobywania został rozdzielony na dwie strefy ściany tak, że chcąc określić dobową ilość wybranego węgla, należy zsumować ilości z obydwu serii (A + B). Podobnie postąpiono z danymi dotyczącymi ilości wtłoczonej wody.

Ilość zużytego w strzelaniach profilaktycznych materiału wybuchowego ujęta w pokładogramie obejmuje wszystkie strzelania w danej ścianie. W obydwu seriach pokładogramów podano tę samą ilość materiału wybuchowego, czyli bez rozgraniczenia na dwie serie A i B. Chcąc znać dobowe zużycie materiału wybuchowego nie zsumowuje się ilości z pokładogramów serii A i B. Każdy pokazuje w danym dniu dobowe zużycie, z wyjątkiem tych sytuacji, kiedy w ścianie 535a wykonywano tzw. strzelania skrzydłowe. W takim przypadku na jednym pokładogramie jest uwidoczniona zużyta ilość materiału wybuchowego, a na drugim zawsze zero. Jest to informacja, że wykonano strzelanie na przeciwnym skrzydle ściany, w odróżnieniu od kreski, która oznacza, że w danym dniu nie było strzelania.

Dokładne położenie frontu ściany z uwzględnieniem stałej pokładogramu i dni produkcyjnych nanoszono na skali zmiennej. Dało to możliwość szczegółowego przeanalizowania położenia frontu eksploatacyjnego w stosunku do krawędzi i resztek wyżej zalegających pokładów w kontekście liczby wstrząsów (N) i ilości energii sejsmicznej (E) oraz innych parametrów wynikających z analizy.

Na odwrotnej stronie pokładogramu zamieszczono szkic sytuacyjny, na podstawie którego opracowano dany pokładogram wraz z zaznaczonymi resztkami i krawędziami wybranych pokładów aktywnych sejsmicznie oraz linią przekroju. Jest oznaczone położenie frontu ściany w danym miesiącu (cechy). Odnutowano również datę rozpoczęcia biegu ściany i dla tej daty jest pokazane usytuowanie frontów pozostałych ścian rozpatrywanego modelu. Zmienne jest jedynie miejsce położenia frontu badanej ściany. Dla szczególnych, wybranych przypadków na analizowany dzień ustalano także fronty pozostałych przodków.

Każdy pokładogram uzupełniono danymi pozwalającymi na szczegółową charakterystykę przebiegu eksploatacji. Opracowanie pokładogramów pozwoliło na utworzenie bazy danych, która stała się podstawą analizy oraz umożliwiła wielokierunkową obserwację występujących zależności.

Dla przykładu zostały przedstawione pojedyncze karty pokładogramów dla ściany 535a, ze stycznia 1996 r. dla obydwu serii A i B, o numerze 1.18 (oznacza to osiemnasty miesiąc eksploatacji). Właśnie w tym miesiącu w ścianie 535a – najbardziej zagrożonej w badanym modelu eksploatacji – zanotowano najwięcej wysokoenergetycznych zjawisk sejsmicznych. Na 34 strzelania profilaktyczne, w 21 przypadkach maksymalna energia sejsmiczna $E_{\max}$ została wyemitowana w momencie odpalenia ładunku MW (OK), natomiast w 10 przypadkach $E_{\max}$ została wyemitowana

z opóźnieniem (OP). Jeśli chodzi o wstrząsy wysokoenergetyczne, których w styczniu 1996 r. odnotowano cztery, dwa z nich zostały „wysstrzelane” w dniu 8.01.1996 roku, natomiast wstrząs o maksymalnej energii sejsmicznej $E_{\max} = 7 \cdot 10^5$ J wystąpił po 6 godzinach od odpalenia ładunku o wielkości 96 kg. Z kolei w dniu 12.01.1996 r. maksymalna energia sejsmiczna $E_{\max} = 2 \cdot 10^5$ J została wyemitowana po 7 godzinach od odpalenia ładunku materiału wybuchowego. Podany wycinkowy przykład obrazuje sposób, zasady i możliwość prowadzenia analizy z zastosowaniem pokładogramów opracowanych zgodnie z zaprezentowaną metodą.

Reasumując, opracowanie kart pokładogramów dla poszczególnych ścian analizowanego modelu pozwoliło na wielokierunkową obserwację zjawisk, szczególnie dynamicznych, towarzyszących przemieszczającemu się frontowi eksploatacji. Utworzona baza danych umożliwiła przeprowadzenie wielu porównań i specjalistycznych analiz, które ułatwia zastosowanie techniki komputerowej. W czasie dalszych badań nie wszystkie dane zawarte w pokładogramach zostały wykorzystane. W przyszłości mogą one być użyte do innych specyficznych analiz [56, 67].

Odnosząc się do działalności górniczej pod centralną częścią Osiedla Paderewskiego należy stwierdzić, że unaoczniała ona konieczność zmodyfikowania archiwum danych. Z pewnością opisane powyżej karty pokładogramów są bardzo przydatne, przede wszystkim z uwagi na możliwość:

- bardziej precyzyjnej i wielokierunkowej obserwacji przebiegu eksploatacji,
- ułatwienia dostrzegania związków między rejestrowanymi parametrami,
- pełniejszej analizy zagrożeń i efektywnego zapobiegania im,
- dokładniejszego wyznaczenia pionowej współrzędnej ogniska wstrząsu,
- sprawniejszego zarządzania bezpieczeństwem w warunkach występujących zagrożeń, a szczególnie zagrożeńa tapaniami,
- sprawniejszego zarządzania procesem wybierania węgla i całokształtem zjawisk pochodnych.

4. CHARAKTERYSTYKA POCZĄTKOWEGO STANU EKSPLOATACJI GÓRNICZEJ ORAZ JEJ WPŁYWÓW NA POWIERZCHNIĘ

4.1. Eksploatacja pod Śródmieściem Katowic – poza przyjętym modelem

Idea opracowania optymalnych (dla ochrony powierzchni i techniki górniczej) warunków eksploatacji zasobów węgla znajdujących się pod Śródmieściem Katowic powstała na początku lat sześćdziesiątych XX wieku. Uwzględniając w projektowanej eksploatacji w szczególności:

- konieczność ochrony powierzchni przed wpływami górnictwem,
- uzyskanie określonych efektów ekonomicznych z podjętych działań technicznych, dotyczących zamierzonej eksploatacji

w Głównym Instytucie Górnictwa oraz w Głównym Biurze Studiów i Projektów Górniczych ustalono, że eksploatacja spełni oczekiwania społeczno-gospodarcze pod warunkiem, że żadna z realizowanych faz wybierania nie spowoduje przekroczenia na powierzchni deformacji ciągłych I kategorii terenu górnictwa.

W początkowym okresie projektowania i wybierania:

- wykluczono możliwość występowania deformacji nieciągłych,
- małą uwagę przywiązywano do wpływów wstrząsów pochodzenia górnictwa na powierzchnię (obiekty),
- małą uwagę przywiązywano również do wybierania pokładów kompensujących deformacje, w szczególności przy uskokach (np. przy uskoku Wojciech).

Z uwagi na podstawowy wymóg, jakim była ochrona powierzchni, dla poszczególnych etapów i faz wybierania przyjęto założenia dotyczące:

- wysokości warstw wybierania,
- postępów frontów (dobowe, miesięczne, kwartalne),
- wzajemnego wyprzedzania sąsiednich ścian,
- koordynacji frontów przy granicach kopalń.

Opracowanie projektu eksploatacji zostało zakończone w 1969 roku.

Ważnym dokumentem była decyzja rządu Nr 6/70 z dnia 21.01.1970 roku, która umożliwiła podjęcie pod Śródmieściem Katowic skoordynowanej eksploatacji górniczej przez kopalnie „Katowice”, „Kleofas” i „Wujek”. Eksploatacja ta swoim zasięgiem wpływów obejmowała również zachodnią część obszaru, na którym nie zbudowano wtedy jeszcze Osiedla Paderewskiego. Eksploatację podzielono na fazy i etapy.

W ramach 1 fazy I etapu (rys. 4.1) była prowadzona skoordynowana eksploatacja górnicza przez:

- KWK Wujek w latach 1970–1972 w pokładzie 510/Iw. o grubości 3,0 m systemem ścianowym z podszadką hydrauliczną na głębokości 560–620 m,
- KWK Wujek w latach 1974–1979 w pokładzie 510/IIw. o grubości 1,8 m systemem ścianowym z zawalem stropu na głębokości 560–620 m,

- KWK Katowice w latach 1972–1977 w pokładzie 504 o grubości 2,5–3,0 m systemem ścianowym z podsadzką hydrauliczną na głębokości 550–630 m,
- KWK Katowice w latach 1975–1981 w pokładzie 510/Iw. o grubości 2,7 m systemem ścianowym z podsadzką hydrauliczną na głębokości 310–430 m,
- KWK Kleofas w latach 1974–1978 w II warstwie pokładu 510 o grubości 3,0 m systemem ścianowym z zawałem stropu oraz o grubości 3,0–3,8 m systemem ścianowym z podsadzką hydrauliczną na głębokości 560 m,
- KWK Kleofas w latach 1977–1980 w pokładzie 504 o grubości 2,5–2,8 m systemem ścianowym z podsadzką hydrauliczną na głębokości 410–520 m,
- KWK Kleofas w latach 1975–1981 w pokładzie 510/Iw. o grubości 3,0 m systemem ścianowym z podsadzką hydrauliczną na głębokości 310–360 m.

W ramach 2 fazy I etapu (rys. 4.2) była prowadzona skoordynowana eksploatacja górnicza przez:

- KWK Katowice w latach 1980–1985 w I warstwie pokładu 501 na wysokość 3,0–3,5 m systemem ścianowym z podsadzką hydrauliczną na głębokości 545–605 m,
- KWK Katowice w latach 1981–1984 w pokładzie 405 na wysokość do 3,0 m systemem ścianowym z podsadzką hydrauliczną na głębokości 250–320 m,
- KWK Katowice w latach 1983–1989 w pokładzie 504 na wysokość 2,0–2,3 m systemem ścianowym z podsadzką hydrauliczną na głębokości 285–425 m,
- KWK Kleofas w latach 1980–1986 w I warstwie pokładu 501 na wysokość do 3,0 m systemem ścianowym z podsadzką hydrauliczną na głębokości 420–490 m,
- KWK Kleofas w latach 1983–1987 w I warstwie pokładu 510 na wysokość do 3,0 m systemem ścianowym z podsadzką hydrauliczną i zawałem stropu na głębokości 560 m,
- KWK Wujek w latach 1983–1984 w II warstwie pokładu 501 na wysokość do 2,8 m, systemem ścianowym z zawałem stropu na głębokości 610 m.

W ramach 1 fazy II etapu (rys. 4.3) prowadzona była skoordynowana eksploatacja górnicza przez:

- KWK Katowice w latach 1985–1995 w I warstwie pokładu 510 na wysokość 2,3–3,0 m systemem ścianowym z podsadzką hydrauliczną na głębokości 530–660 m,
- KWK Katowice w latach 1990–1992 w pokładzie 407/1 na wysokość 1,8 m systemem ścianowym z podsadzką hydrauliczną na głębokości 260–330 m,
- KWK Katowice w latach 1992–1997 w I warstwie pokładu 501 na wysokość 2,5 m systemem ścianowym z podsadzką hydrauliczną na głębokości 280–420 m,
- KWK Kleofas w latach 1992–1996 w II warstwie pokładu 510 na wysokość 2,0–2,5 m systemem ścianowym z podsadzką hydrauliczną na głębokości 400–410 m,
- KWK Kleofas od 1989 do grudnia 1998 roku w II warstwie pokładu 501 na wysokość 2,5 m systemem ścianowym z podsadzką hydrauliczną na głębokości 360–550 m (koniec działalności górniczej w ramach programu skoordynowanej eksploatacji).

Istotne znaczenie z uwagi na ruchy podłoża i obiekty Osiedla Paderewskiego, miała eksploatacja prowadzona w I i II etapie w kopalni „Katowice” na wschód od uskoku Wojciech. W ramach 1 fazy I etapu eksploatacja była prowadzona w kierunku północnym, od 1972 do 1977 roku, układem trzech ścian w pokładzie 504 z podsadzką hydrauliczną (rys. 4.1). W ramach 2 fazy I etapu eksploatację prowadzono w kierunku północnym, od 1980 do 1985 roku układem trzech ścian w pokładzie 501 z podsadzką hydrauliczną oraz jedną kompensacyjną w pokładzie 405 w strefie uskoku Wojciech również z podsadzką hydrauliczną. Eksploatacja ta zakończyła się w 1984 roku (rys. 4.2). W ramach 1 fazy II etapu w kopalni „Katowice” prowadzono eksploatację w latach 1988–1991 w pokładzie 510 I w. układem dwóch ścian, przemieszczających się z południa na północ z podsadzką hydrauliczną oraz jedną (częściowo dwoma) ścianą w latach 1990–1992 w pokładzie 407/1 z podsadzką hydrauliczną (jako ściana kompensacyjna – rys. 4.3).

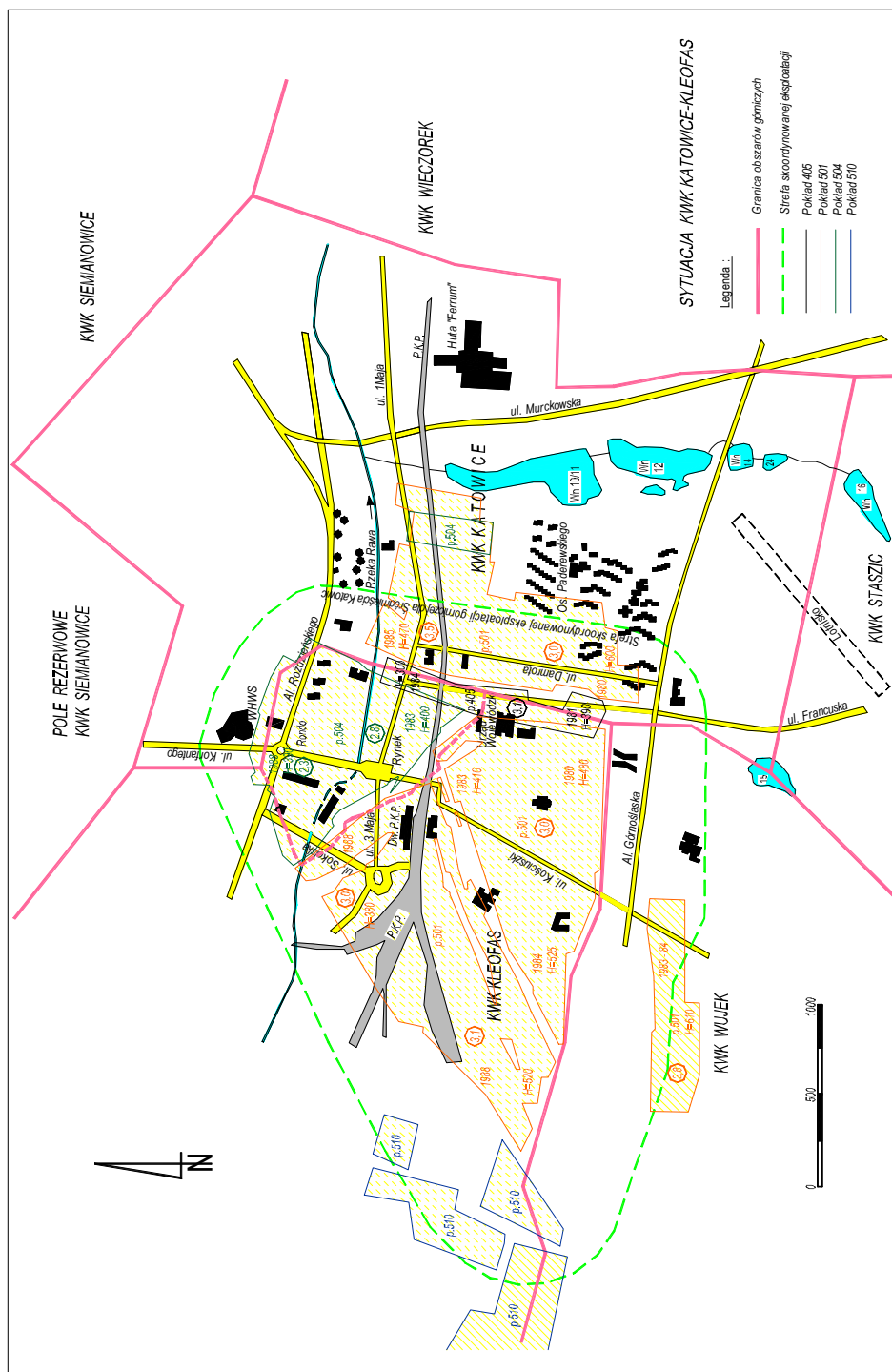
Do szczegółowej oceny deformacji występujących na powierzchni, związanych ze skoordynowaną eksploatacją, utworzono z siedzibą w kopalni „Katowice” Ośrodek Pomiarów, Badań i Interpretacji powyższych problemów (OGOŚ). Doświadczenia nabyte podczas eksploatacji pod Śródmieściem Katowic w zakresie minimalizacji osiadań i częściowo wstrząsów (ściany 539, 538) oraz już poza Śródmieściem szczególnie wstrząsów (ściany 532, 533) były bardzo pomocne przy projektowaniu eksploatacji pod centralną częścią Osiedla Paderewskiego.

Zorganizowana w kopalni „Katowice” z początkiem lat osiemdziesiątych ubiegłego wieku (marzec 1984 r.) Stacja Tępań stanowiła – podobnie jak wspomniany OGOŚ – ważne ogniwo pomiarowo-interpretacyjne, służące kierownictwu kopalni do podejmowania bieżących i prognostycznych decyzji w zakresie zagrożenia sejsmicznego i jego wpływów na wyrobiska dołowe i obiekty powierzchniowe, a w konsekwencji na bezpieczeństwo ludzi zarówno zatrudnionych na dole, jak i mieszkających w budynkach, pod którymi była prowadzona eksploatacja.

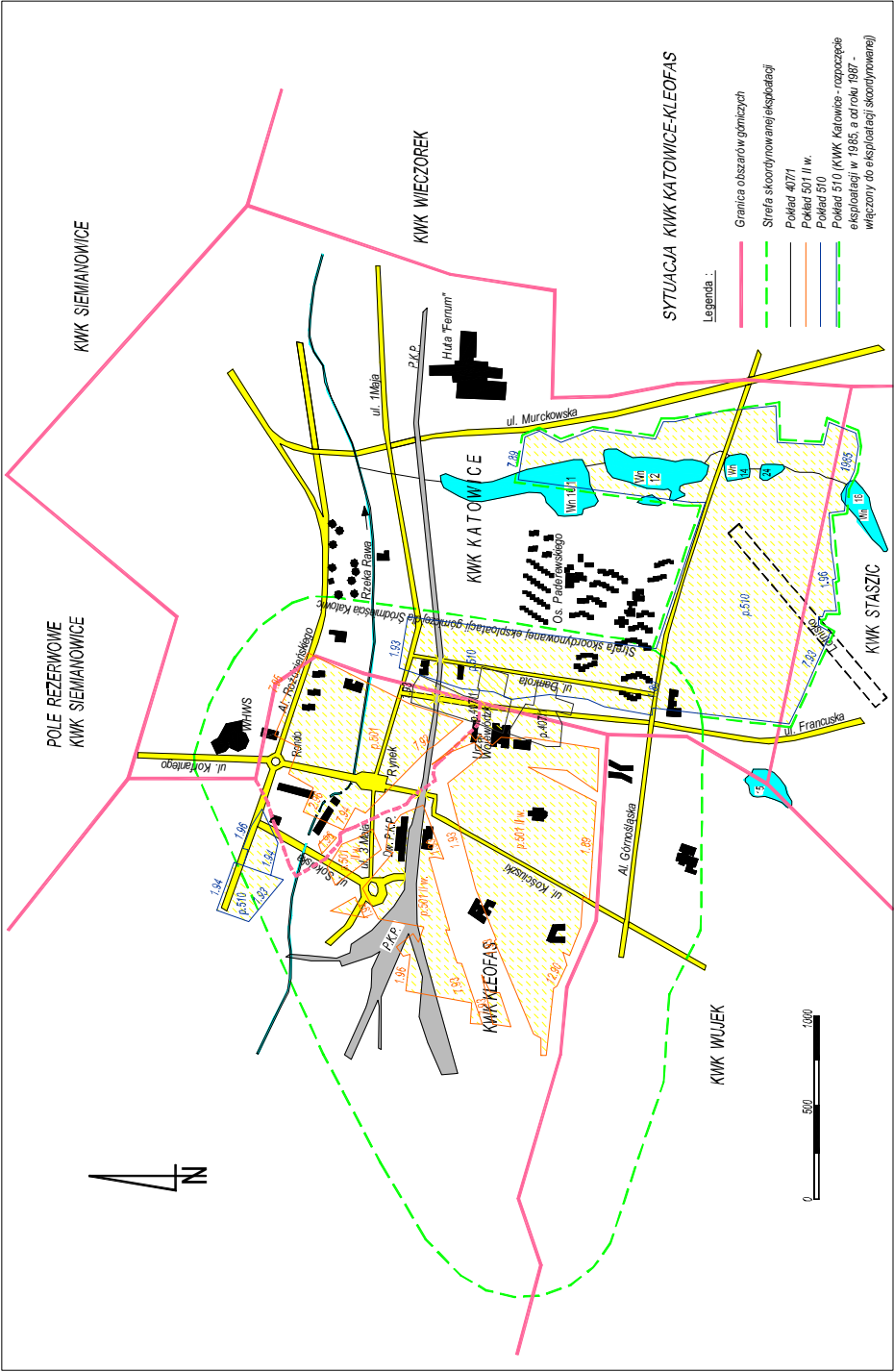
Na plenarnym posiedzeniu Komisji ds. Ochrony Powierzchni przed Szkodami Górniczymi, które odbyło się 24.09.1987 r. (Uchwała nr 144) w sprawie 1 fazy II etapu skoordynowanej eksploatacji górniczej na lata 1987–1995 w filarze ochronnym Śródmieścia Katowic, zwiększono znacznie, w porozumieniu z Prezydium Komisji ds. Tępań w Kopalniach Węgla Kamiennego, przestrzenny zakres dalszej skoordynowanej eksploatacji górniczej i ochrony powierzchni miasta przez dołączenie do dotychczasowej strefy Śródmieścia przyległych od wschodu terenów Osiedla mieszkaniowego im. Paderewskiego, szybu „Południowego” KWK Katowice oraz doliny potoku leśnego wraz ze stawami (Dolina Trzech Stawów). Z zakresu tego wyłączono działalność górniczą pod centralną częścią Osiedla do czasu wykonania prac zabezpieczających. Uchwała 162 ww. Komisji ds. Ochrony Powierzchni z dnia 8.07.1992 r. umożliwiła – pod pewnymi warunkami, które zrealizowano – tę eksploatację.



Rys. 4.1. Eksploatacja górnicza w 1 fazie I etapu



Rys. 4.2. Eksploatacja górnicza w 2 fazie I etapu

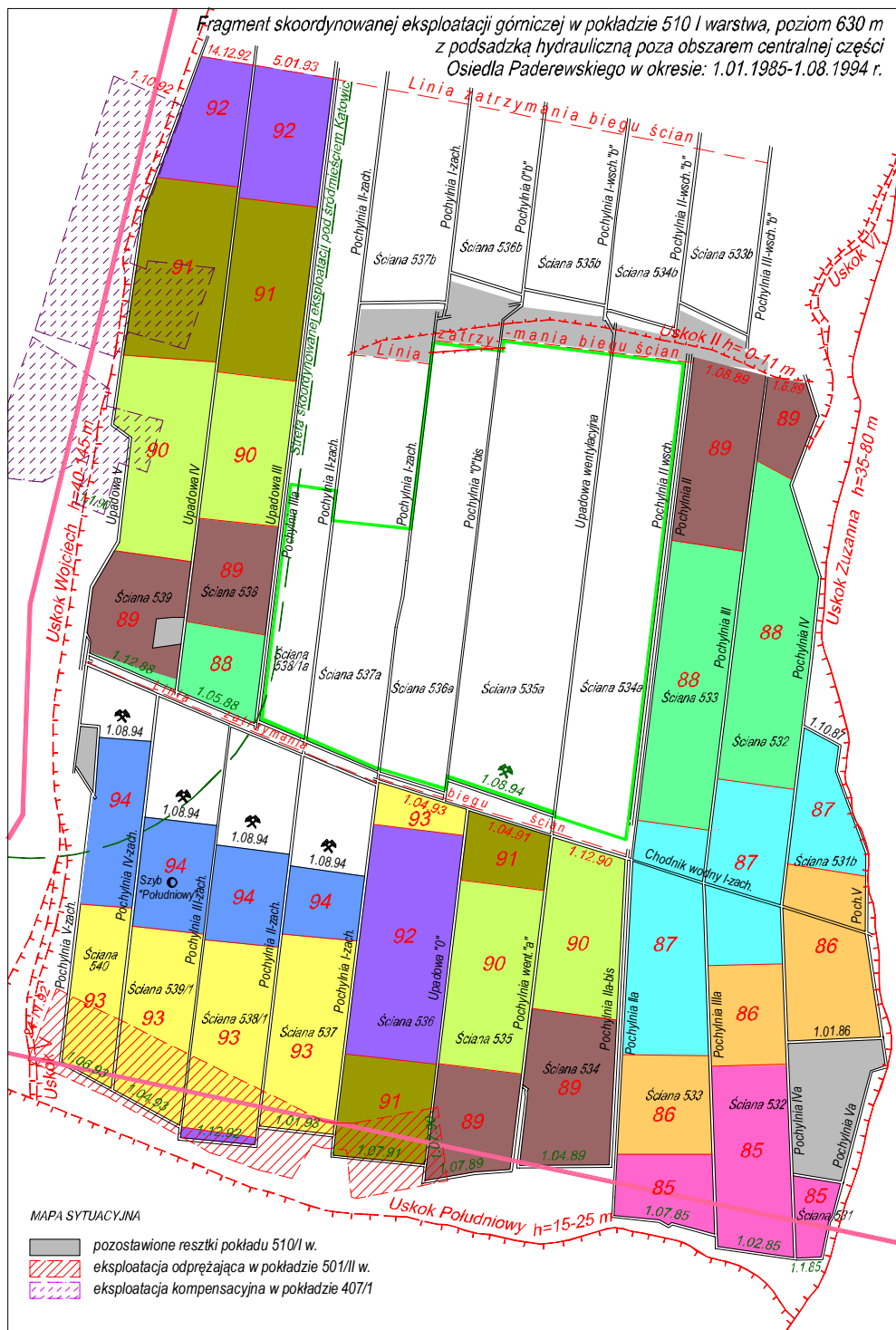


Rys. 4.3. Eksploatacja górnicza w 1 fazie II etapu

4.2. Eksploatacja w I warstwie pokładu 510 od 1985 do 31.07.1994 roku – poza przyjętym modelem

Przed przystąpieniem do wybierania I warstwy pokładu 510 pod centralną częścią Osiedla, od 1985 roku eksploatacja z podsadzką hydrauliczną odbywała się poza jego obszarem. Przebieg eksploatacji do 1.08.1994 r., to jest do uruchomienia „pilotującej” ściany 535a przedstawiono na rysunku 4.4. Założony rozwój frontu wybierania spowodował, że w skoordynowany sposób wybierano pokład 510 na wschodnim, zachodnim i południowym obrzeżu centralnej części Osiedla Paderewskiego w taki sposób, by w ostatniej kolejności wybrać pozostawioną „wyspę”. Na takie zaprojektowanie eksploatacji decydujący wpływ miało przywrócenie kopalni „Katowice” złoża w części południowej od kopalni „Staszic” pomiędzy linią chodnika wodnego I zachód, aż pod uskok Południowy – 1983 r. Przed podjęciem tej decyzji Kopalnia była dołowo przygotowana do wybierania z podsadzką hydrauliczną I warstwy przyspągowej pokładu 510 pod Osiedlem Paderewskiego i w jego rejonie od linii wspomnianego chodnika wodnego I zachód (na powierzchni Al. Górnośląska) w kierunku na północ, pod uskok II, już od 1984 roku. Decyzja o powiększeniu pola eksploatacyjnego opóźniła „wejście” pod Osiedle, lecz znacznie wydłużyła żywotność kopalni. Ważnym szczegółem projektowym było (lata 1986–1987) opracowanie wariantu wybierania z zawalem stropu górnej warstwy pokładu 510 pod Osiedlem. Niepopularność tego systemu w warunkach gęstej zabudowy, co miało odzwierciedlenie w dużej niechęci społecznej, doprowadziło do logicznego w takich warunkach kompromisu.

Analizując rozwój eksploatacji, przedstawiony na rysunku 4.4, dostrzec można długą przerwę między uruchomieniem ścian 533–534 i następnych oraz wypływający z tego brak ciągłości realizacji ustepliwości eksploatacji ze wschodu na zachód, natomiast uruchomienie z linii wspomnianego chodnika wodnego I-zachód (między uskokiem Wojciech i pod zachodnią częścią Osiedla Paderewskiego) ścian 538 i 539 (zaliczonych do programu skoordynowanej eksploatacji) i to jeszcze przed ścianą 534. Powodem zaistnienia takiej sytuacji była próba wybrania pola zawartego między pochylnią IIa, linią chodnika wodnego I zachód, uskokiemi: V i Wojciech oraz uskokiem Południowym pokładu 504, po rozciągłości z zawalem. W latach 1986–1987 wykonano już znaczną część rozcięcia. Za małą odległość pionową pokładu 504 od pokładu 501 w części zachodniej rejonu przekreśliła to zamierzenie. Nieregularność zalegania pokładu 501 i niewystarczające rozpoznanie złoża było przyczyną rezygnacji z tej koncepcji wybierania. Z zaprojektowanej serii ścian zawałowych w pokładzie 504 pozostała jedna, ale w pokładzie 501, która swój przebieg miała po rozciągłości, wzdłuż uskoku Południowego. W założeniu miała to być ściana odprężająca dla pokładu 510 na okres rozruchu frontów w jego południowej części. Z uwagi na znaczne opóźnienie w uruchomieniu, a następnie bardzo trudne warunki geologiczne przy jej prowadzeniu, ściana ta (535 b-bis) tylko częściowo spełniła swoją funkcję. Fronty ścian 537–540 były prowadzone w ścisłej koordynacji z uwagi na filar ochronny dla szybu „Południowego” i dochodzenie do granicy zrobów. Dlatego przed szybem „Południowym” (rzapie – odległość pionowa około 236 m nad



Rys. 4.4. Analizowany model eksploatacji – stan na 1.08.1994 r.

pokładem 510) z ustępliwości ścian wschód–zachód przeorientowano front na ustępliwość zachód–wschód. Prowadzenie ścian 538 i 539 oprócz koordynacji wewnętrznej wymagało również koordynacji zewnętrznej z kopalnią „Kleofas” (później „Katowice-Kleofas” Ruch I).

W czasie eksploatacji pokładu 510 w okresie od roku 1985 do 31.07.1994 zanotowano łącznie 22183 wstrząsów o energii sejsmicznej rzędu 10^2 – 10^7 J. Ich charakterystykę przedstawiono w tablicy 4.1. Wstrząsy odnotowane w 1984 roku dotyczą robót przygotowawczych.

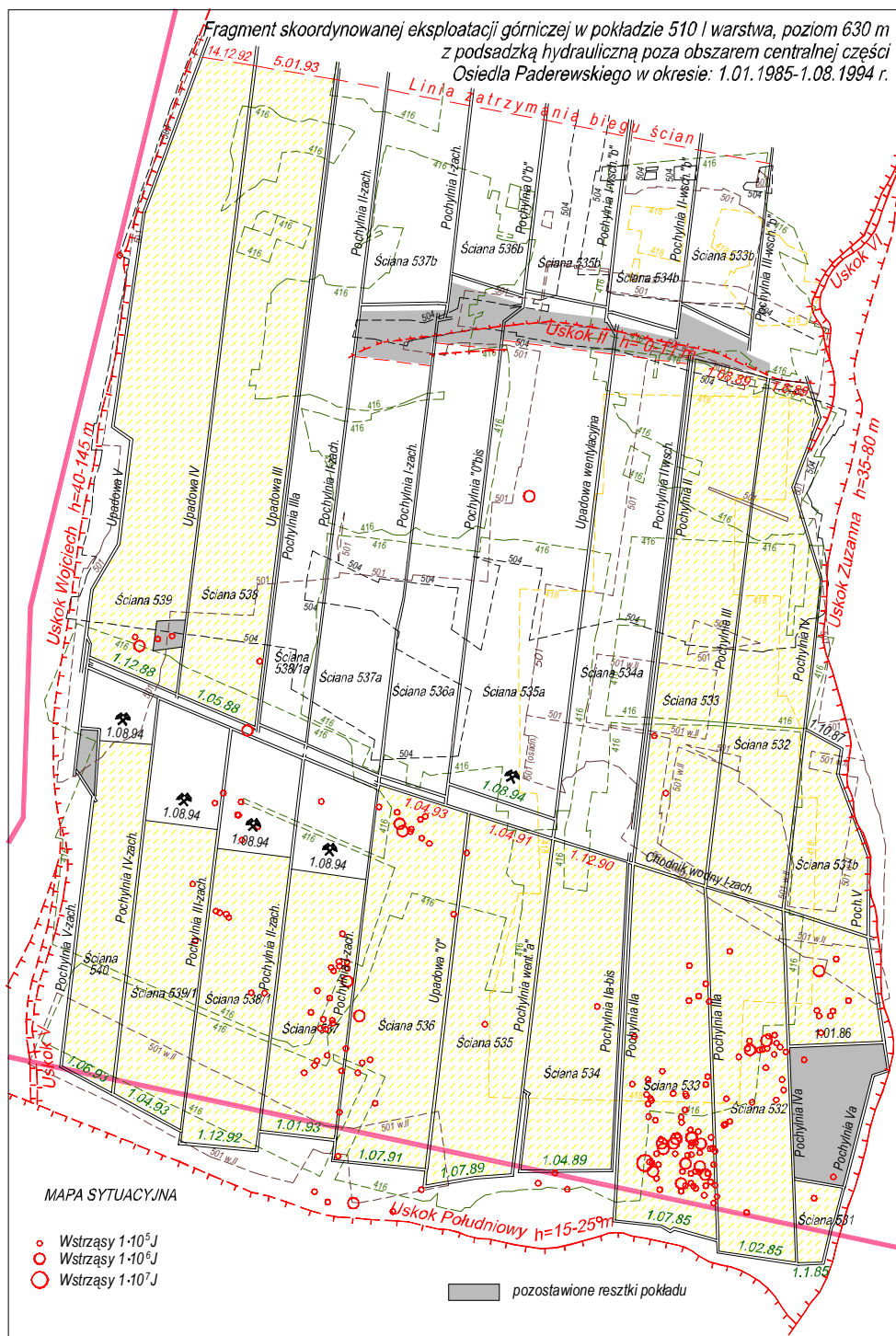
Tablica 4.1. Ilościowo-energetyczny rozkład wstrząsów górotworu w pokładzie 510 w okresie 1984 – 31.07.1994

Rok	Liczba wstrząsów w klasach energetycznych					ΣN	ΣE 10 ⁵ J	E/N 10 ⁵ J	$E_{\max}$ J
	10 ³ J	10 ⁴ J	10 ⁵ J	10 ⁶ J	10 ⁷ J				
1984	48	6	–	–	–	180	3,39	0,02	6 · 4
1985	877	257	39	3	–	1292	271,10	0,21	4 · 6
1986	1690	542	56	12	1	2452	658,49	0,27	1 · 7
1987	1823	211	6	–	–	2902	149,77	0,05	4 · 5
1988	1356	224	2	–	–	2391	99,40	0,04	2 · 5
1989	1012	112	4	1	–	2085	91,77	0,04	1 · 6
1990	1651	140	7	–	–	2490	101,25	0,04	6 · 5
1991	823	74	12	–	–	1450	78,31	0,05	6 · 5
1992	579	69	3	–	–	1542	56,41	0,04	3 · 5
1993	1580	185	27	5	–	2875	312,39	0,11	7 · 6
1994 (do 31.07.)	1329	93	13	–	–	2524	79,92	0,03	3 · 5
Razem	12768	1913	169	21	1	22183	1902,20	0,09	1 · 7

Objaśnienie:

zapis: $6 \cdot 4 = 6 \cdot 10^4$

Na rysunku 4.5 przedstawiono lokalizację epicentrów wstrząsów o energii sejsmicznej $\geq 10^5$ J z terenu przyległego do obszaru Osiedla i obszaru Osiedla.



Rys. 4.5. Zarejestrowane wstrząsy w okresie 1985–1994 (31.07.1994)

W celu dokładniejszego omówienia eksploatacji w pokładzie 510, realizowanej w okresie do 1.08.1994 roku, dokonano podziału terenu przyległego do obszaru Osiedla i obszaru Osiedla na następujące rejony:

- południowo-wschodni,
- środkowo-zachodni,
- południowo-zachodni,
- centralna część Osiedla Paderewskiego.

REJON POŁUDNIOWO-WSCHODNI

Eksploatacja w bezpośrednim sąsiedztwie Osiedla Paderewskiego rozpoczęła się w części południowo-wschodniej ścianami 531, 532 i 533. Znaczna głębokość zalegania pokładu 510 (około 750 m), bliskość uskoków Południowego i Zuzanna, pozostawione resztki i krawędzie w pokładach 416 i 418 oraz występowanie warstw piaskowca o grubości około 20 m nad niewybrany pokładem 501 i około 130 m nad pokładem 416 sprzyjały akumulacji i dynamicznemu wyzwalamu się energii sprężystej w postaci wstrząsów górotworu. W okresie eksploatacji pokładu 510 w rejonie południowo-wschodnim zarejestrowano:

- 97 wstrząsów o energii sejsmicznej $\geq 10^5$ J,
- 15 wstrząsów o energii sejsmicznej $\geq 10^6$ J,
- 1 wstrząs o energii sejsmicznej $\geq 10^7$ J.

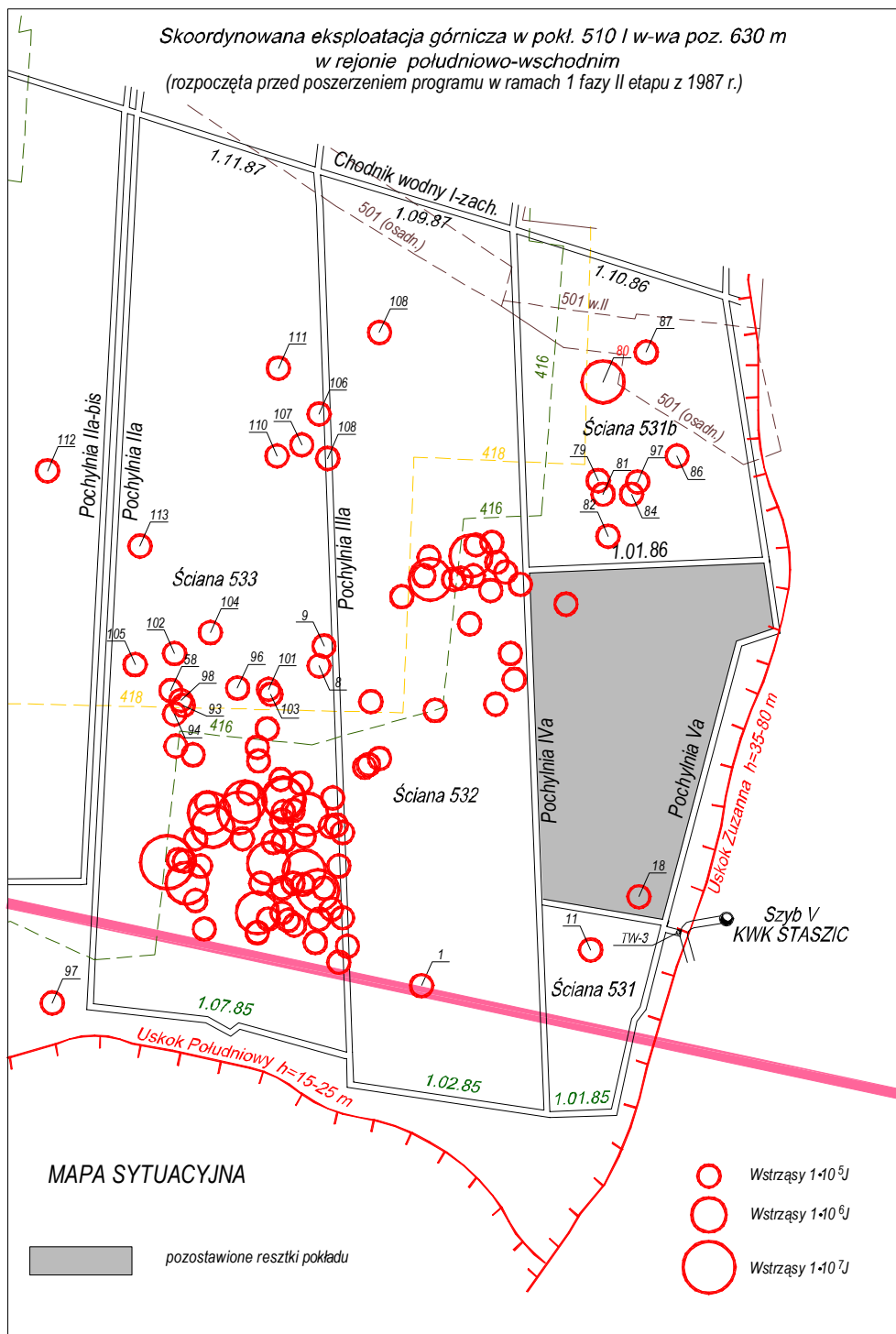
Rozkład ognisk wstrząsów przedstawiono na rysunku 4.6.

Parametry ścian 531, 532, 533 były następujące:

- maksymalna wysokość wybierania 3,0 m,
- maksymalny krok podsadzki 2,4 m,
- maksymalny postęp dobowy 2,4 m/dobę,
- maksymalny miesięczny postęp: bez ograniczeń.

Dla zmniejszenia zagrożenia tapaniami stosowano profilaktykę aktywną w postaci strzelań wstrząsowych (odprężających, odprężająco-urabiających) oraz torpedujących, jak również nawadnianie.

Pożar w ścianie 531 połączony z wybuchem metanu, który wystąpił w czerwcu 1985 roku spowodował konieczność pozostawienia dużej resztki i wykonania nowej rozcinki ścianowej przesuniętej na północ o około 140 m. Rejon ściany 531 z pochylni Va był połączony przez otwór wielkośrednicowy (1200 mm) wentylacyjnie z szybem V Kopalni „Staszic”. Po pożarze zaniechano tego połączenia.



Rys. 4.6. Zarejestrowane wstrząsy w okresie 1985–1987 (1.11.1987)

Rejon ten usytuowany wzdłuż zachodniej granicy Osiedla Paderewskiego od początku włączony był do programu skoordynowanej eksploatacji pod Śródmieściem Katowic i obejmował ściany 538, 539. W rejonie tym podwyższony stan zagrożenia tąpnięciami występował w zasadzie tylko w obrębie „krzyżujących” się krawędzi pokładów 416, 501 i 504. Z uwagi na to pozostawiono resztkę w ścianie 539. Należy również podkreślić, że bliskość uskołu Wojciech powiększała to zagrożenie, szczególnie ze względu na duże wyniesienie pokładu (do około 25°) w polu ściany 539, na odcinku około 60 m od upadowej V. W miarę postępu na północ i odejścia upadowej V od uskołu Wojciech wyniesienie zmniejszało się.

W okresie eksploatacji pokładu 510 w tym rejonie wystąpiła niezbyt duża sejsmiczność, a mianowicie:

- 5 wstrząsów o energii sejsmicznej $\geq 10^5$ J,
- 2 wstrząsy o energii sejsmicznej $\geq 10^6$ J.

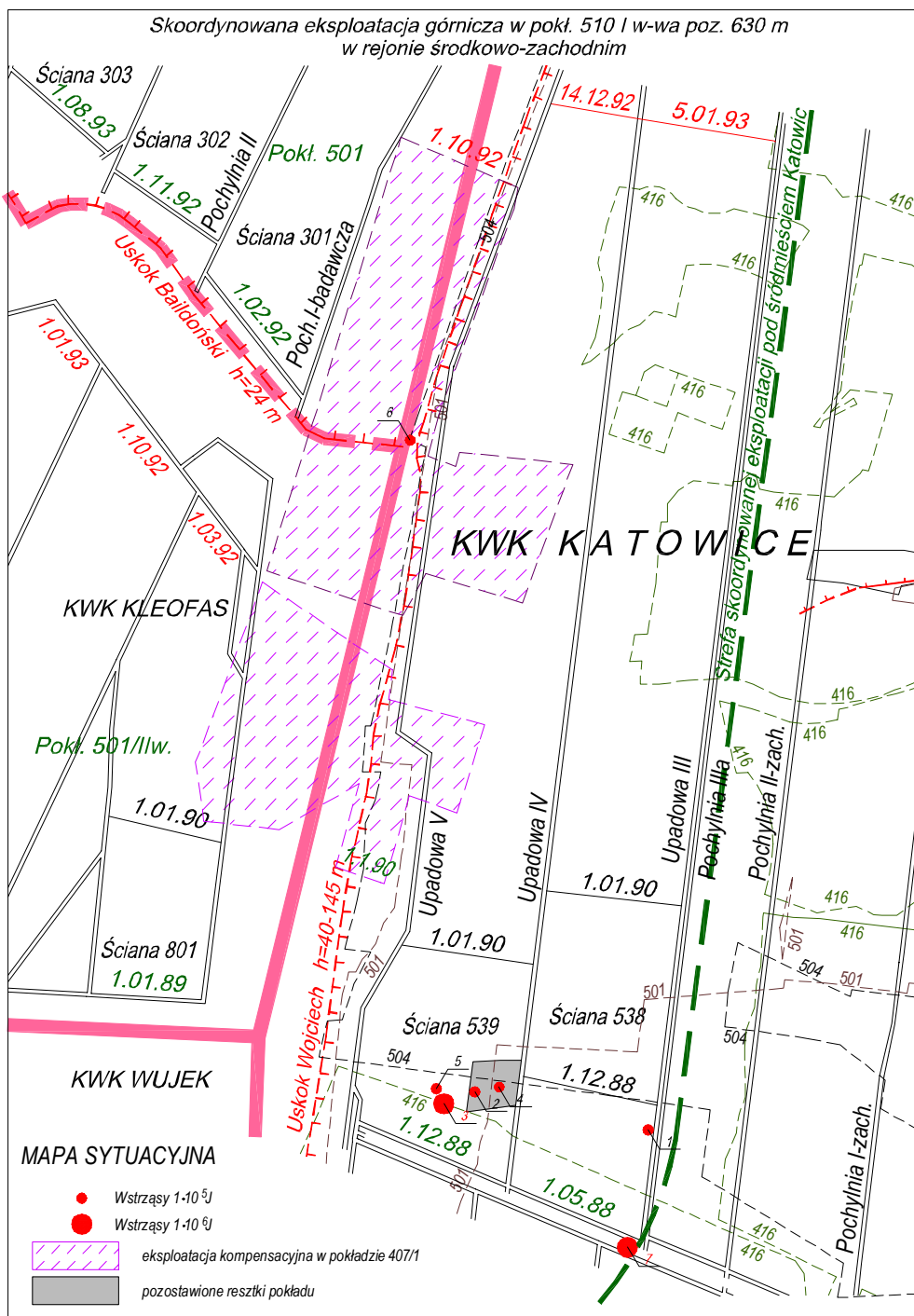
Rozkład ognisk wstrząsów przedstawiono na rysunku 4.7.

Parametry ścian 538 i 539:

- maksymalna wysokość wybierania 2,5 m,
- maksymalny krok podsadzki 3,6 m (538) i 2,4 m (539),
- maksymalny postęp dobowy 3,6 m/dobę (538) i 2,4 m/dobę (539),
- maksymalny miesięczny postęp 60,0 m/miesiąc.

Eksploatacja ścian 538 i 539 była skoordynowana w czasie, to znaczy odległość ściany 538 w stosunku do 539 nie mogła przekraczać 9 miesięcy z tendencją malejącą. Swój bieg zakończyły prawie równocześnie, przy czym w połowie wybiegu ściana 539 zgodnie z projektem minimalizacji wpływów i koordynacją zewnętrzną (kopalnia „Kleofas”) nieznacznie wyprzedziła ścianę 538. Przed frontem ściany 539 (w latach 1990–1992), w strefie uskołu Wojciech wybrano z podsadzką hydrauliczną dwie ściany kompensacyjne w pokładzie 407/1. Wcześniej, w ramach 2 fazy I etapu na podobnym obszarze i w tym samym celu w latach 1981–1984 wybrano pokład 405 z podsadzką hydrauliczną.

W celu zmniejszenia zagrożenia tąpnięciami w rejonie ścian 538 i 539 stosowano profilaktykę aktywną w postaci strzelań wstrząsowych (odprężających, odprężająco-urabiających) oraz nawadniania.



Rys. 4.7. Zarejestrowane wstrząsy w okresie 1988–1993 (5.01.1993)

Po rozwinięciu eksploatacji w części południowo-wschodniej i środkowo-zachodniej obszaru górniczego, podjęto eksploatację w rejonie południowo-zachodnim. Silne zagrożenie łąpaniami wystąpiło szczególnie w polu ściany 537 i na końcowym wybiegu ściany 536. Przodki od 537 do 540 były prowadzone frontem o kierunku ustępliwości wschód-zachód. Przed szybem „Południowym” zmieniono ten kierunek na zachodnio-wschodni tak, że jako pierwsza zakończyła swój bieg ściana 540 (było to uwarunkowane występowaniem w jej sąsiedztwie uskoku Wojciech, dochodzeniem ściany do zrobów, układem krawędzi, wentylacją, odstawą, transportem). Ścianę 536 zaliczono do rejonu południowo-zachodniego mimo, że jej wybieranie nie było skoordynowane z wybieraniem ścian 537–540.

W okresie eksploatacji pokładu 510 w tym rejonie wystąpiły:

- 63 wstrząsy o energii sejsmicznej $\geq 10^5$ J,
- 6 wstrząsów o energii sejsmicznej $\geq 10^6$ J.

Rozkład ognisk wstrząsów przedstawiono na rysunku 4.8.

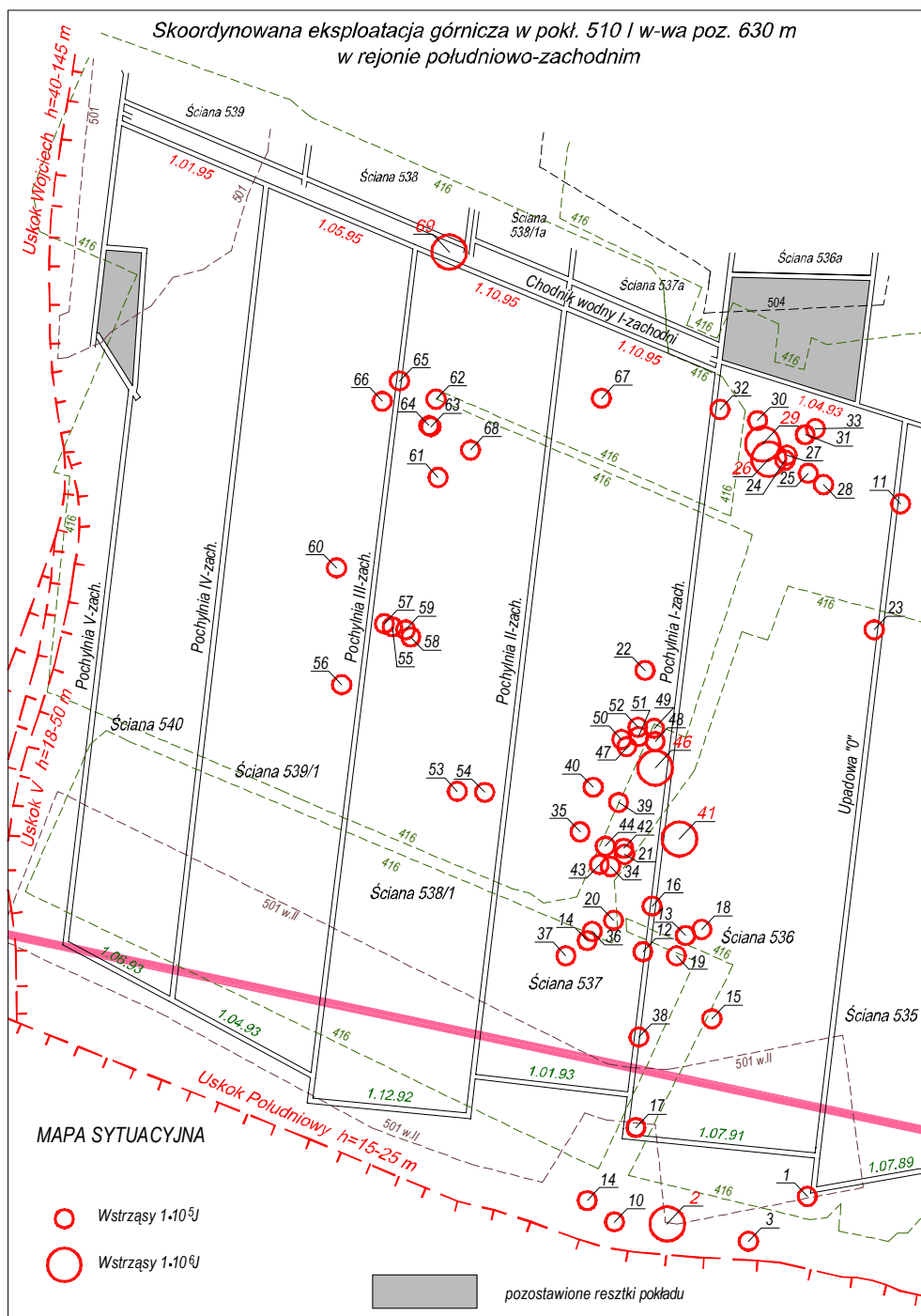
Parametry ścian 534, 535, 536 to:

- maksymalna wysokość wybierania – 2,8 m,
- maksymalny krok podsadzki – 2,4 m,
- maksymalny postęp dobowy – 2,4 m/dobę,
- maksymalny miesięczny postęp – generalnie bez ograniczeń.

W przypadku ścian 537, 538/1, 539/1, 540 natomiast:

- maksymalna wysokość wybierania – 2,5 m (śc. 538/1 i 539/1) i 3,0 m (śc. 537 i 540),
- maksymalny krok podsadzki – 3,6 m (1,8),
- maksymalny postęp dobowy – 3,6 m/dobę (1,8),
- minimalny miesięczny postęp – 5,0 m/miesiąc,
- maksymalny miesięczny postęp – 50,0 m/miesiąc.

W celu zmniejszenia zagrożenia łąpaniami stosowano profilaktykę aktywną, przede wszystkim metodę nawadniania. Strzelania wstrząsowe (odprężające i odprężająco-urabiające) stosowano znacznie rzadziej niż w pozostałych rejonach.



Rys. 4.8. Zarejestrowane wstrząsy w okresie 1989–1995 (1.10.1995)

W obszarze tym w okresie przed 1.08.1994 r. wykonywano wyłącznie roboty przygotowawcze. Najsilniejszy wstrząs zarejestrowano w dniu 19.05.1993 r. przy prowadzeniu pochylni I wschodniej. Spowodował on jej zatrzymanie i likwidację przez podsadzenie miałem węglowym, a funkcję tej pochylni po przebudowie przejęła upadowa wentylacyjna. Zakres robót przygotowawczych, w wybranym do analizy modelu, obejmował ponad 7000 m wyrobisk. Z uwagi na silne zagrożenie tąpnięciami, spowodowane przede wszystkim:

- eksploatacją dokonaną w pokładach zalegających powyżej pokładu 510, po której pozostawały w tym rejonie liczne krawędzie i resztki,
- grubą warstwą piaskowca ponad pokładami 501 i 416,
- eksploatacją pod zachodnią częścią Osiedla oraz na południe i wschód od niego w I warstwie pokładu 510, która spowodowała wytworzenie niekorzystnego układu naprężeń,

wiele robót przygotowawczych wykonano (łącznie ponad 1000 m) w obudowie podwójnej, podwójnej ze spągownicami lub w podziałce co 0,5 m. Stosowano dodatkowe wzmocnienia, jak: podciąg, dodatkowe stojaki, obudowę poligonową, rozpory dwustronnego działania. Realizacja robót przygotowawczych wyraźnie wskazywała na skalę problemów stojących przed kopalnią z chwilą rozpoczęcia eksploatacji ścianami I warstwy pokładu 510 w przyjętym modelu.

W analizowanym okresie przed 1.08.1994 r. zarejestrowano w tym obszarze następujące wstrząsy:

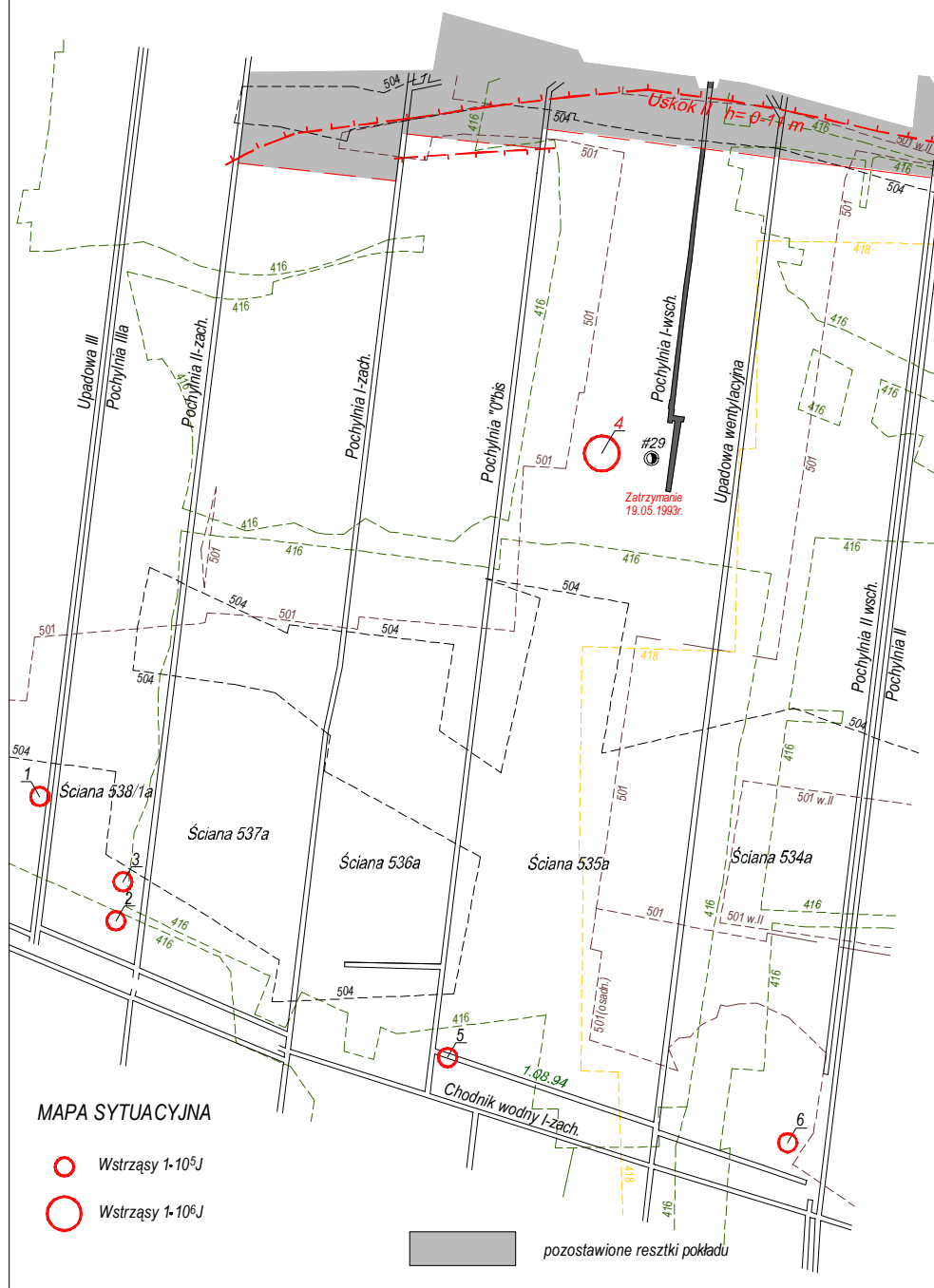
- 5 wstrząsów o energii sejsmicznej $\geq 10^5$ J,
- 1 wstrząs o energii sejsmicznej $\geq 10^6$ J.

Położenie ognisk tych wstrząsów przedstawiono na rysunku 4.9.

Na podstawie przeprowadzonej analizy wcześniejszej eksploatacji górniczej I warstwy zagrożonego tąpnięciami pokładu 510 w partiach złoże położonych poza centralną częścią Osiedla Paderewskiego stwierdzono, że:

1. Rozcinanie złoże oraz eksploatacja odprężająca w I warstwie pokładu 510 w ramach programu eksploatacji skoordynowanej, poza obszarem centralnej części Osiedla Paderewskiego, były prowadzone w bardzo trudnych warunkach z uwagi na występujące zagrożenia naturalne, górnicze i geologiczne. Szczególnie istotnym zagrożeniem podczas drążenia wyrobisk korytarzowych i wybierania pokładu 510 było zagrożenie wstrząsami górotworu i tąpnięciami. Wskazywała na to stwierdzona duża aktywność sejsmiczna oraz zaistniałe tąpnięcia i liczne odprężenia. Największe zagrożenie występowało przy drążeniu chodników w sąsiedztwie uskoku Południowego oraz przy wybieraniu ściany 533. Głównymi czynnikami powodującymi duże zagrożenie tąpnięciami były:
 - znaczna głębokość zalegania pokładu 510 (600–750 m),
 - występowanie grubych warstw piaskowca ponad pokładem 501 (ok. 20 m) i ponad pokładem 416 (ok. 130 m),

*Roboty przygotowawcze w pokładzie 510 I w-wa poz. 630 m
pod centralną częścią Osiedla Paderewskiego*



Rys. 4.9. Zarejestrowane wstrząsy w okresie 1985–1994 (31.07.1994)

- zespoły krawędzi i resztek wyżej zalegających pokładów: w rejonie południowo-wschodnim, pokłady 416, 418, 501, w rejonie środkowo-zachodnim, pokłady 416, 501, 504, w rejonie południowo-zachodnim, głównie pokład 416,
 - zaburzenia tektoniczne,
 - otwarcie pola eksploatacyjnego w nienaruszonym górotworze.
2. Eksploatacja ta stanowiła niezwykle cenną bazę informacji o kształtowaniu się zarówno sejsmiczności górotworu, jak i zagrożenia tąpnięciami; należy nadmienić, że informacje te zostały wykorzystane przy projektowaniu eksploatacji górniczej w przyjętym modelu eksploatacji, to jest bezpośrednio pod centralną częścią Osiedla w obszarze którego mogła ona spełnić oczekiwania społeczno-gospodarcze pod warunkiem, że wybieranie nie spowoduje przekroczenia na powierzchni deformacji ciągłych odpowiadających I kategorii terenu górniczego, a występujące wstrząsy nie przekroczą energii sejsmicznej rzędu 10^7 J. Dla ich zapewnienia projekt eksploatacji musiał spełnić odpowiednie parametry i rygory uwzględniające: wysokość warstw, postępy frontów (dobowe, miesięczne, kwartalne), wzajemne wyprzedzenia sąsiednich ścian, koordynacje frontów przy granicach kopalń, równomierny w czasie przebieg eksploatacji na dużej płaszczyźnie wybierania pokładu.

Z pokładów eksploatowanych w sposób skoordynowany w obszarze strefy Śródmieścia Katowic wydobyto w ramach 1 fazy I etapu około 14,3 mln ton węgla, w ramach 2 fazy I etapu około 14 mln ton i w ramach 1 fazy II etapu 6,4 mln ton. Łącznie do dnia 1.08.1994 roku wydobyto 34,7 mln ton węgla. Po rozszerzeniu tej strefy i dołączeniu do niej przyległych od wschodu terenów Osiedla Paderewskiego, szybu „Południowego” i Doliny Trzech Stawów wydobyte z tego rejonu (poza ścianami 538 i 539 w pokładzie 510, zaliczonymi do strefy Śródmieścia) wyniosło 5,9 mln ton. Tak więc, łączne wydobyte z pokładów eksploatowanych w sposób skoordynowany w obszarze strefy Śródmieścia Katowic oraz w rejonie zachodniej części Osiedla Paderewskiego, szybu „Południowego” i Doliny Trzech Stawów do 1.08.1994 r. wyniosło 40,6 mln ton (do tej ilości zaliczono całe wydobyte ze ścian 540, 539/1, 538/1 i 537, które zakończono 1.10.1995 r.).

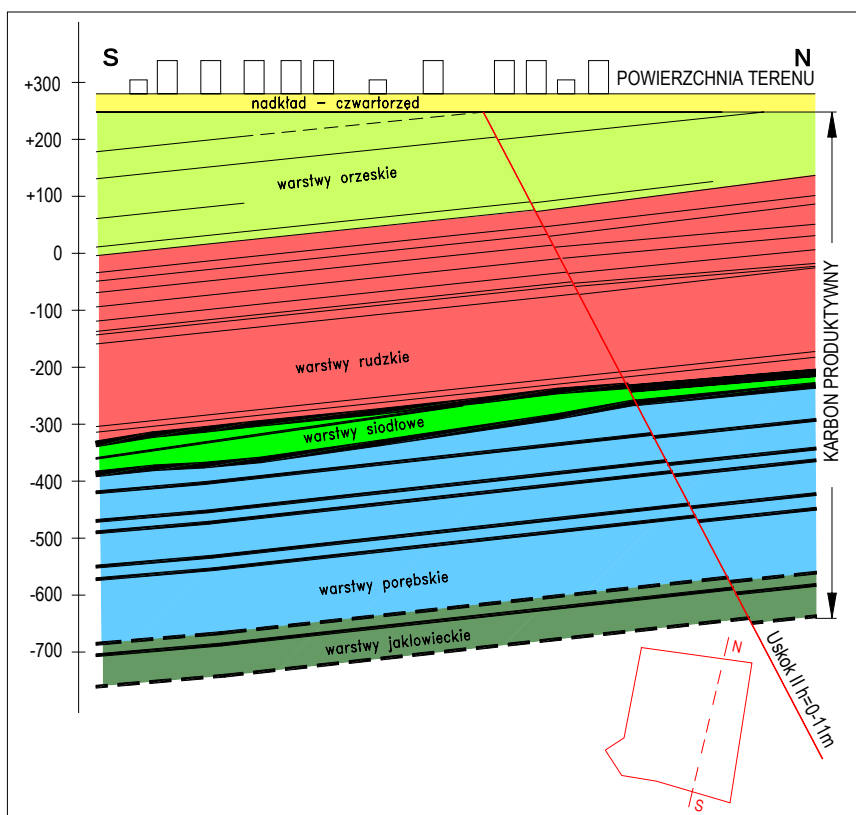
Należy wspomnieć, że definitywne zakończenie eksploatacji w obszarze Śródmieścia Katowic nastąpiło 12.12.1998 r. w polu należącym do kopalni „Katowice-Kleofas” Ruch I. W okresie od 1.10.1995 do 12.12.1998 r. w obszarze tym wydobyto 5,56 mln ton węgla. Tak więc decyzja rządu z dnia 21.01.1970 r. umożliwiła wybranie 46,16 mln ton węgla.

4.3. Analiza warunków geologiczno-górnicznych w obszarze badań

W celu dokonania analizy oddziaływania eksploatacji I warstwy pokładu 510 na stan zagrożenia tąpnięciami, ze szczególnym uwzględnieniem skuteczności stosowanej profilaktyki niezbędne było określenie tzw. stanu wyjściowego. Informacje te stanowiły bazę odniesienia do ustalenia zmian, jakie nastąpiły, szczególnie na powierzchni, po zakończeniu eksploatacji. Stan wyjściowy był wyznaczony na 1.08.1994 r., a więc przed rozpoczęciem wybierania I warstwy pokładu 510 pod Osiedlem Paderewskiego w Katowicach, natomiast czas trwania eksploatacji to okres 1.08.1994 – 31.07.1998 r.

STRATYGRAFIA I LITOLOGIA

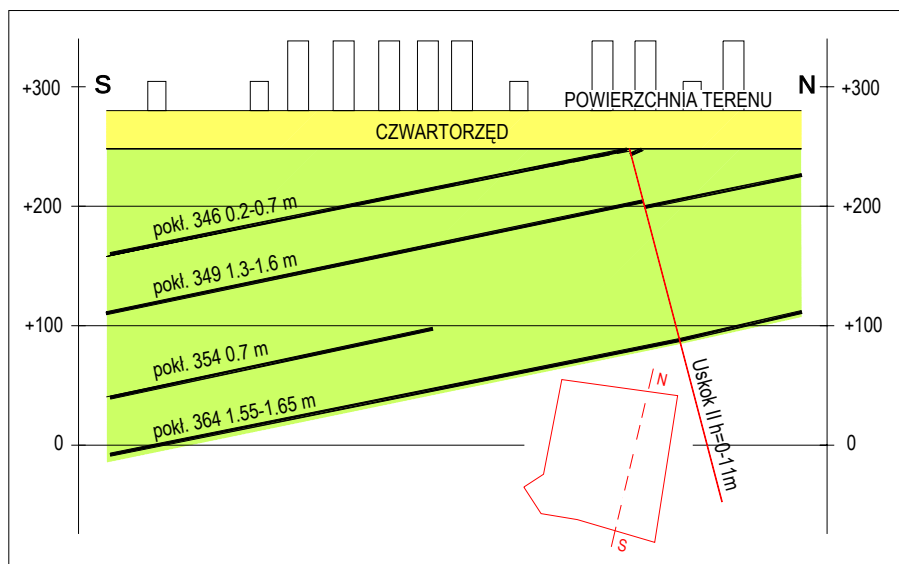
W granicach objętych analizowaną eksploatacją górotwór zbudowany jest z utworów czwartorzędu oraz karbonu produktywnego. Utwory czwartorzędowe rozprzestrzeniają się pod całym badanym obszarem. Ich miąższość wynosi średnio od 5 do 30 m. Największą miąższość, wynoszącą około 60–70 m, utwory te osiągają w osi tzw. Pradoliny Rawy, która przebiega z zachodu na wschód przez północną część strefy Śródmieścia Katowic, stanowiąc w przybliżeniu północną granicę Osiedla Paderewskiego i pokrywając się w przybliżeniu z korytem rzeki Rawy.



Rys. 4.10. Przekrój geologiczny pod Osiedlem Paderewskiego

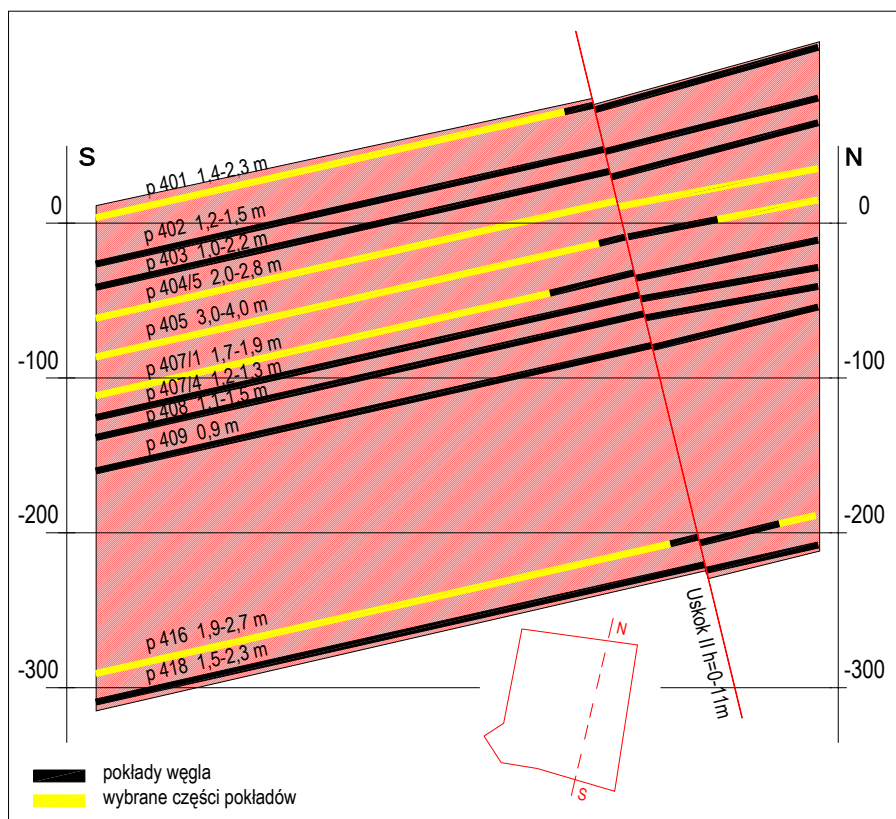
Utwory karbońskie są reprezentowane przez warstwy orzeskie (grupa 300), rudzkie (grupa 400), siodłowe (grupa 500), porębskie (grupa 600), jakłowieckie (grupa 700) i gruszowskie (grupa 800), wykształcone w postaci naprzemianających warstw iłowców, piaskowców i mułowców z licznymi pokładami węgla. Ich układ przedstawia rysunek 4.10.

Warstwy orzeskie reprezentowane są przez dolne ogniwo wchodzące bezpośrednio pod utwory czwartorzędowe. Zawierają one około piętnastu zidentyfikowanych pokładów i wkładek węglowych, z których tylko cztery, a mianowicie: 346, 349, 354, 364, zostały udokumentowane, a dwa z nich: 349 i 364 mają grubości bilansowe od 1,3 do 1,65 m. Węgloność warstw orzeskich wynosi około 3,5%. Typowy przekrój pokazujący układ tych warstw przedstawia rysunek 4.11.



Rys. 4.11. Przekrój geologiczny pod Osiedlem Paderewskiego przez czwartorzęd i warstwy orzeskie

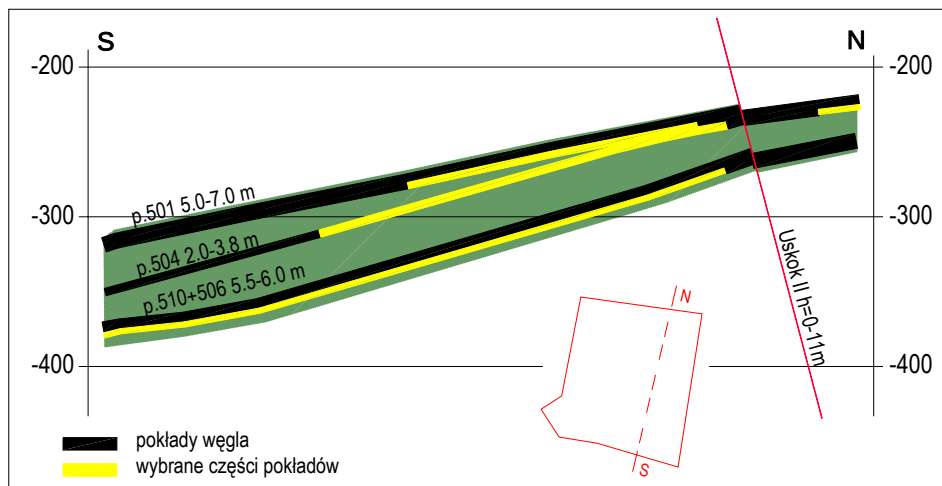
Warstwy rudzkie występują w pełnym profilu i obejmują utwory od stropu pokładu 401 do spągu grubej serii piaskowcowej nad pokładem 501. Miąższość tej serii waha się od 270,0 do 370,0 m. Pod względem litologicznym warstwy rudzkie dzielą się na dwie części, przy czym granice między nimi wyznacza wiązka pokładów 408-409. Górna część warstw rudzkich jest wykształcona podobnie jak dolny odcinek profilu warstw orzeskich, tzn. dominują iłowce, podrzędnie występują mułowce i piaskowce. W dolnej części warstw rudzkich, poniżej pokładu 409, zmienia się litologia skał. Przewagę stanowią piaskowce od drobno- do gruboziarnistych, tworzące ławice o miąższościach dochodzących do kilkudziesięciu metrów. Charakterystycznym elementem litologicznym tej części warstw jest gruby, około 130-metrowy kompleks ławic piaskowca, zalegający między pokładami 409 i 416. Węgloność warstw rudzkich wynosi około 6,3%. Typowy układ tych warstw w badanym rejonie przedstawia rysunek 4.12.



Rys. 4.12. Przekrój geologiczny pod Osiedlem Paderewskiego przez warstwy rudzkie

Warstwy siodłowe występują na całym omawianym obszarze i są najlepiej rozpoznane robotami wiertniczymi i górnictwymi. Miąższość ich jest zmienna i waha się od 25,0 do 65,0 m. W profilu warstw występują cztery pokłady węgla, a mianowicie: 501, 504, 506 i 510, które za wyjątkiem pokładu 506 odznaczają się stosunkowo dużą grubością, stałym zaleganiem i regularnym wykształceniem. W przeważającej części analizowanego obszaru górniczego kopalni pokłady te występują parami: pokład 501 z 504 oraz pokład 510 z 506. W stropie pokładu 501 zalegają około 20-metrowej grubości piaskowce i ponad nimi do spągu pokładu 418 – iłowce. Między pokładem 510+506 a pokładem 504 zalegają iłowce i piaskowce. Pokład 501 jest oddzielony od pokładu 504 zmienną warstwą iłowców, podobnie pokład 510 jest oddzielony od pokładu 506, przy czym rozdział ten cechuje znacznie większa regularność. Węglonośność warstw siodłowych jest duża i wynosi 25–98%. Typowy układ warstw siodłowych w badanym rejonie przedstawia rysunek 4.13.

Pokłady omówionych dotychczas warstw zawierają węgle głównie typu 31 i 32, sporadycznie 33 i 34. Charakteryzują się one małym zapopieleniem, średnio 5–8%, dużą kalorycznością wynoszącą 27000-30000 KJ/kg oraz zawartością siarki całkowitej 0,5–0,85%.



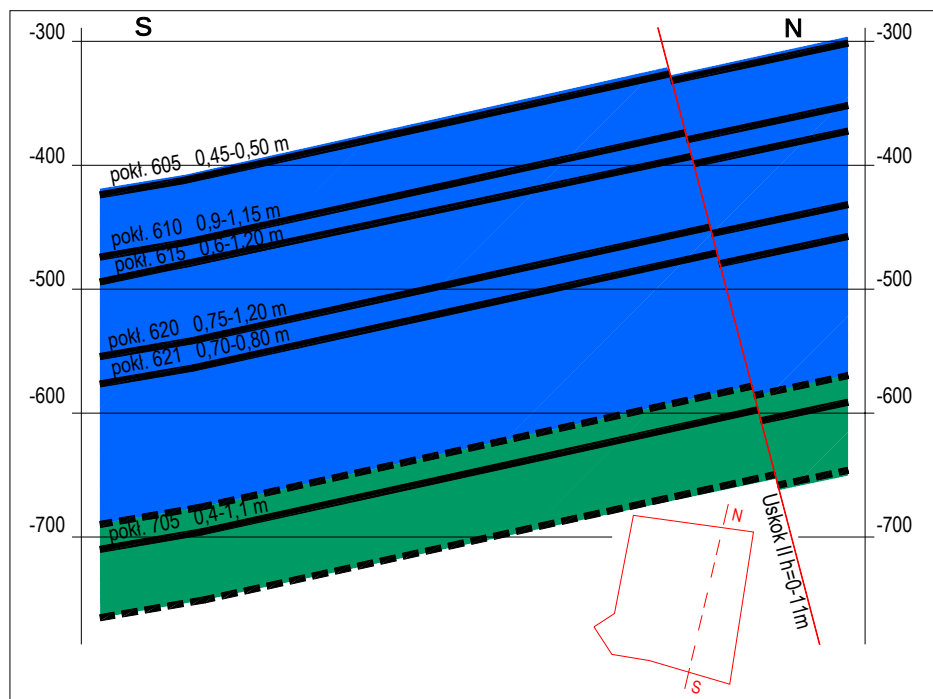
Rys. 4.13. Przekrój geologiczny pod Osiedlem Paderewskiego przez warstwy siódłowe

Warstwy porębskie są wykształcone w facji ilastej z pojedynczymi ławicami piaskowców w ilości 30%. W profilu występują też warstwy mułowca z detrytusem roślinnym. Miąższość ich waha się od 188,5 do 359,7 m. Pokłady węgla warstw porębskich są cienkie, przeważnie o miąższościach pozabilansowych. Miąższości bilansowe wykazują jedynie pokłady: 605, 610, 615, 620. Udokumentowano także pokład 621, który w całości należy jednak do zasobów pozabilansowych. Węgloność warstw porębskich wynosi 2,9%.

Warstwy jakłowieckie są wykształcone w postaci osadów ilasto-piaszczystych z wyraźną przewagą ilowców. Miąższość ich wynosi około 75,0 m. W profilu warstw występują również mułowce szare i jasnoszare. W warstwach tych występuje kilka cienkich pokładów węgla, z których udokumentowano jedynie pokład 705, wykazujący miejscami grubość bilansową od 0,6 do 1,2 m. Węgiel tego pokładu należy do typu: 32 i 34, odznacza się zapoplenieniem średnim około 9,65%, wartością opałową 28780 KJ/kg i zawartością siarki poniżej 0,67%. Węgloność warstw jakłowieckich wynosi około 2,6%. Typowy przekrój geologiczny dla układu tych warstw w badanym rejonie przedstawia rysunek 4.14.

Poniżej tych warstw występują warstwy gruszowskie, które zawierają kilka cienkich pokładów węgla, z których żaden nie został udokumentowany. Grubość bilansową w granicach 0,8–1,4 m ma jedynie pokład 816.

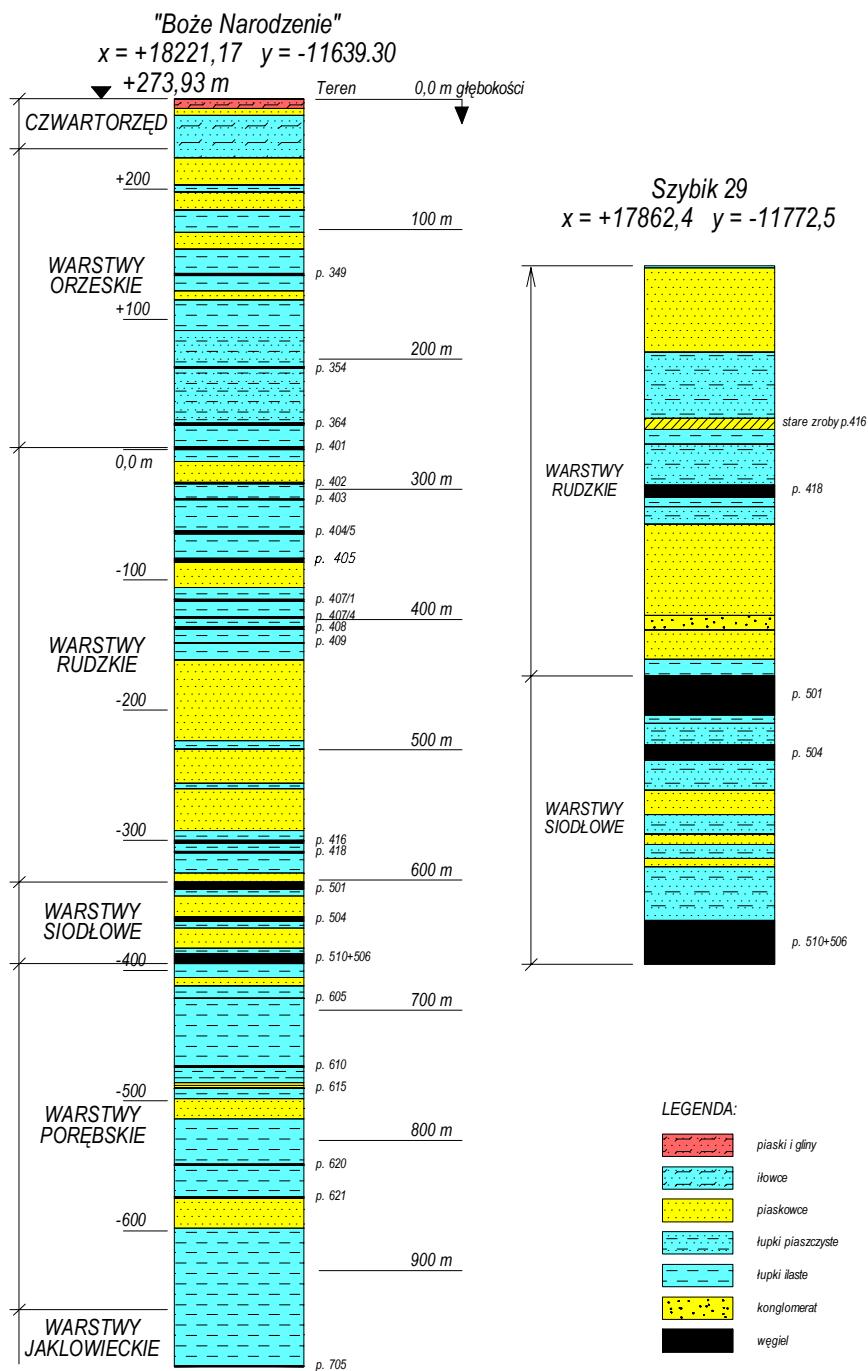
Typowy profil geologiczny analizowanego rejonu eksploatacji przedstawiono na rysunku 4.15. Sporządzono go na podstawie danych z otworu wiertniczego „Boże Narodzenie” wykonanego w 1915 roku w środkowej części obszaru górniczego kopalni, o głębokości 1200 m (profil geologiczny zamieszczony na lewej części rysunku 4.15) oraz danych uzyskanych z szybika 29 (profil geologiczny zamieszczony z prawej części rysunku 4.15).



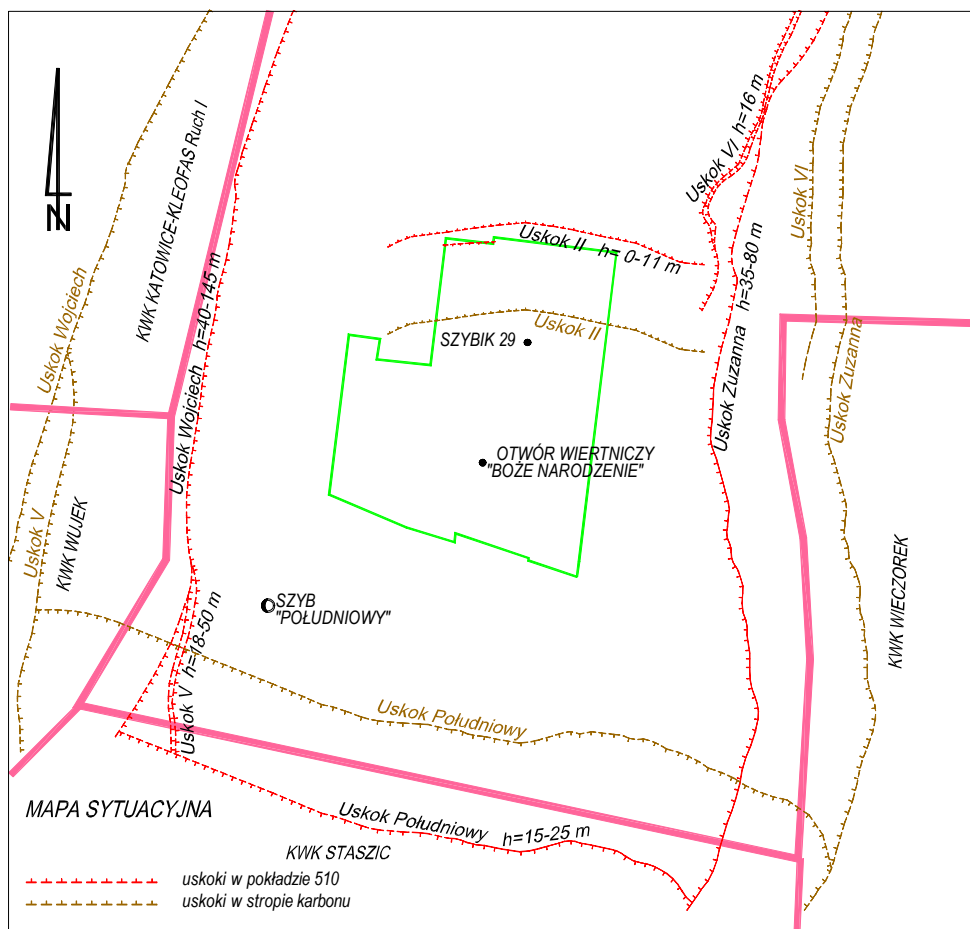
Rys. 4.14. Przekrój geologiczny pod Osiedlem Paderewskiego przez warstwy porębskie i jakłowieckie

TEKTONIKA ZŁOŻA

Złoże węgla kamiennego kopalni „Katowice-Kleofas” Ruch II „Katowice” położone było w północnej części Górnośląskiego Zagłębia Węglowego (GZW), na południowym skrzydle Siodła Głównego. Eksploatowana parcela pod centralną częścią Osiedla Paderewskiego znajdowała się w środkowej części obszaru górniczego (rys. 4.1–4.3). Rozciągłość pokładów była zmienna, zwłaszcza w jego północnej części z tym, że kierunkiem dominującym był kierunek równoleżnikowy. Nachylenie warstw następowało generalnie w kierunku południowym, przy czym kąt upadu był zróżnicowany i wahał się od 4 do 8° w części południowej, do około 20° (lokalnie) w części północnej. Na rysunku 4.16 są widoczne podstawowe dyslokacje tektoniczne, które wyznaczały granice obszaru górniczego „Katowice”. Wymienić należy uskoki Południowy – południowa granica, uskoki V i Wojciech jako granicę zachodnią oraz uskoki Zuzanna będący granicą wschodnią. W odniesieniu do fragmentu górotworu stanowiącego badany model należy zauważyć Uskok II znajdujący się w północnej części badanego pola eksploatacyjnego. Generalnie tektonika w obrębie analizowanego modelu górotworu nie była zbyt rozwinięta.



Rys. 4.15. Przekrój geologiczny otworu „Boże Narodzenie” i przez Szybk 29

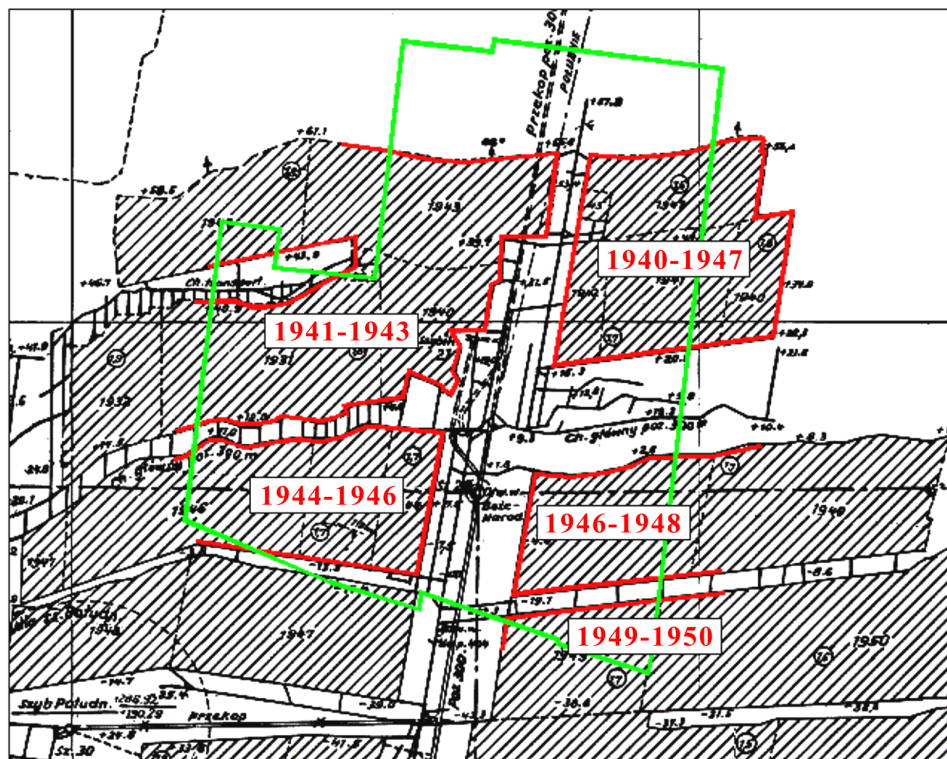


Rys. 4.16. Tektonika złoża KWK Katowice-Kleofas Ruch II (Katowice)

OPIS DOKONANEJ EKSPLOATACJI

W analizowanym obszarze wybrano prawie wszystkie pokłady grupy rudzkiej stosując różne systemy eksploatacji. Z grupy siódłowej w dużej części wybrano pokłady 501 i 504. Dokonana eksploatacja wielokrotna spowodowała powstanie systemów spękań górotworu, w tym grubych kompleksów piaskowców dolnorudzkich i siódłowych. Sprzyjały temu pozostawione resztki i krawędzie. Od 1985 roku do 31.07.1994, poza robotami przygotowawczymi, w wybranym do analizy modelu nie prowadzono działalności górniczej.

Pokład 401 o grubości 1,6–2,3 m był eksploatowany w latach 1931–1950 systemem ścianowym podłużnym z zawalaniem stropu na wysokość 1,6–1,9 m. Zalega on na głębokości 220–265 m, w odległości pionowej około 380 m od pokładu 510. Ilość wybranego węgla w granicach modelu z pokładu 401 wyniosła 685 tys. ton. Na rysunku 4.17 przedstawiono istniejący zakres eksploatacji w pokładzie 401.

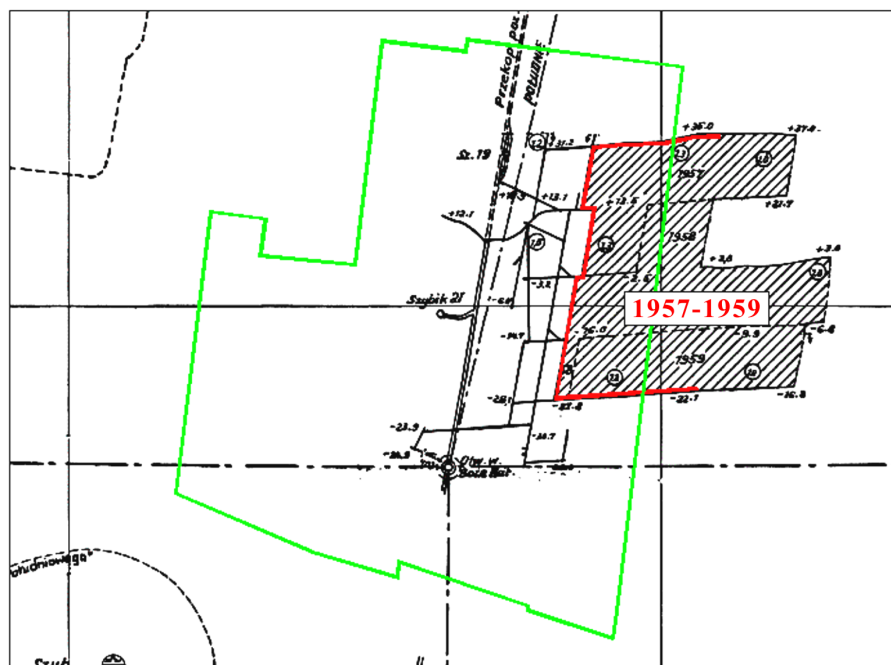


Rys. 4.17. Eksploatacja w pokładzie 401

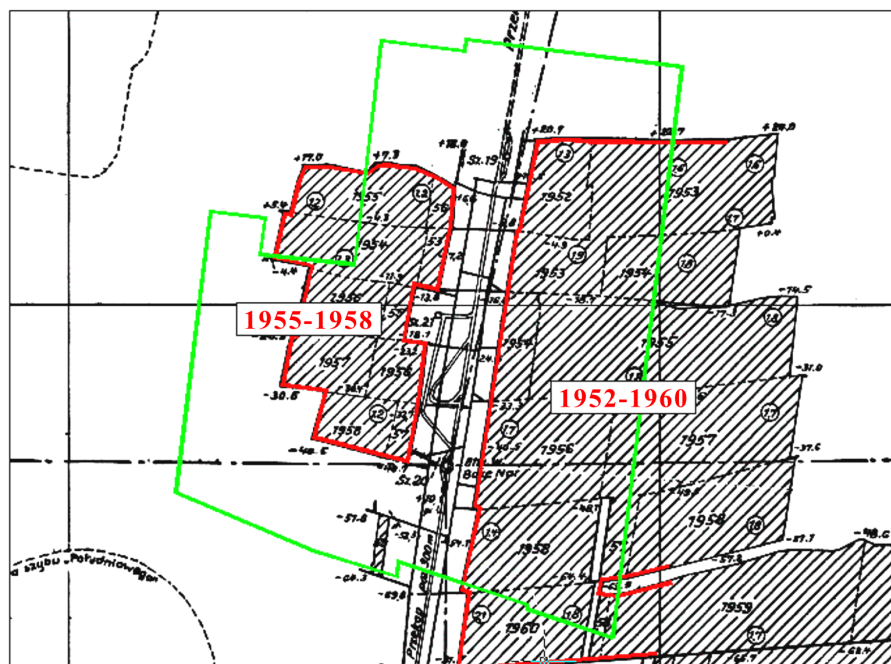
Pokład 402 o grubości 1,2–1,5 m był eksploatowany na niewielką skalę w obszarze analizowanego modelu w latach 1957–1959 systemem ścianowym podłużnym z zawalem stropu, na całą wysokość pokładu i na głębokości 240–300 m od powierzchni oraz w odległości pionowej około 340 m od pokładu 510. Ilość wybranego węgla w granicach modelu z pokładu 402 wyniosła 93 tys. ton. Rysunek 4.18 przedstawia istniejący zakres eksploatacji w pokładzie 402.

Pokład 403 o grubości 1,1–2,2 m był eksploatowany w dużej części omawianego obszaru w latach 1952–1960 systemem ścianowym podłużnym z zawalem stropu na całą wysokość. Głębokość eksploatacji wynosiła 270–320 m, natomiast odległość pionowa od pokładu 510 około 325 m. Ilość wybranego węgla w granicach modelu eksploatacji z pokładu 403 wyniosła 553 tys. ton. Na rysunku 4.19 przedstawiono zakres eksploatacji w pokładzie 403.

Pokład 404/5 o grubości 2,0–2,8 m był eksploatowany pod całym obszarem przyszłego Osiedla w latach 1918–1951 systemem ścianowym oraz filarówo-zabierkowym z zawalem stropu na całą wysokość. Głębokość wybierania wynosiła 270–330 m i znajdowała się w odległości pionowej około 315 m od pokładu 510. Ilość wybranego węgla w granicach modelu z pokładu 404/5 wyniosła 910 tys. ton. Rysunek 4.20 przedstawia zakres eksploatacji w pokładzie 404/5.



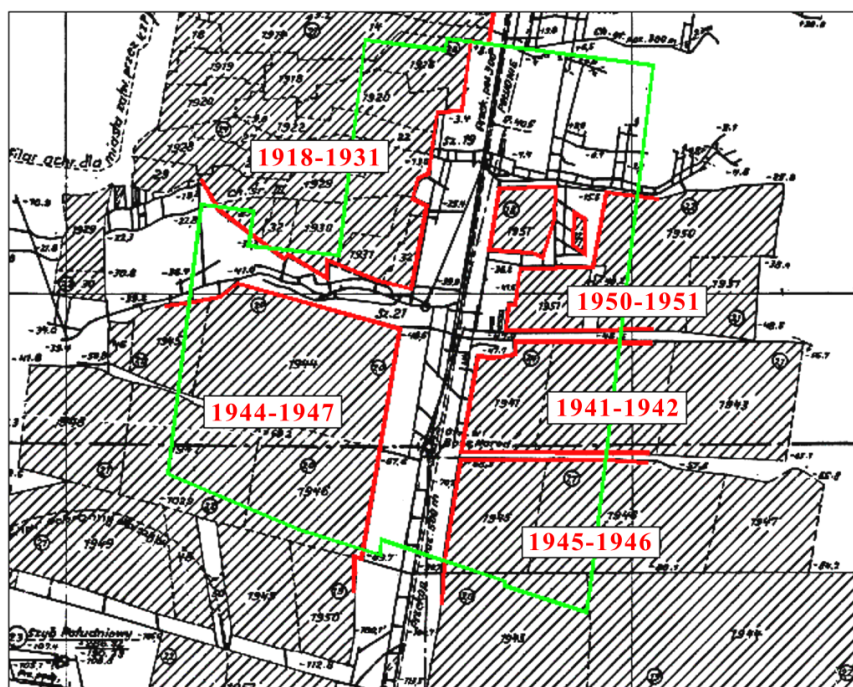
Rys. 4.18. Eksploatacja w pokładzie 402



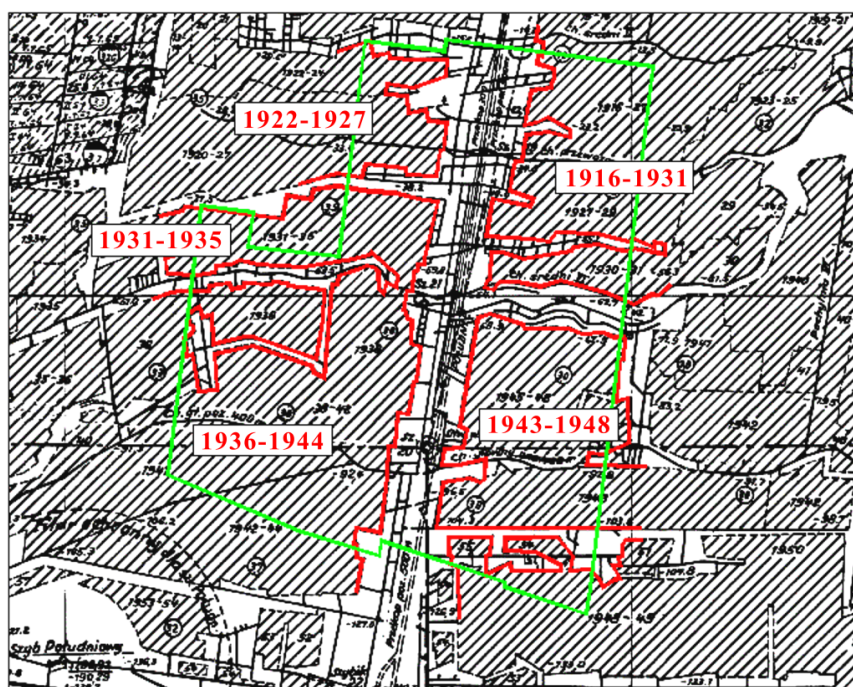
Rys. 4.19. Eksploatacja w pokładzie 403

Pokład 405 o grubości 3,0–3,6 m był eksploatowany w omawianym obszarze w latach 1916–1948 systemem z zawalaniem stropu na całą wysokość. Głębokość wybierania wynosiła od 280 do 355 m, a odległość pionowa od pokładu 510 około 280 m.

Ilość wybranego węgla w granicach modelu z pokładu 405 wyniosła 1612 tys. ton. Na rysunku 4.21 przedstawiono zakres eksploatacji w pokładzie 405.

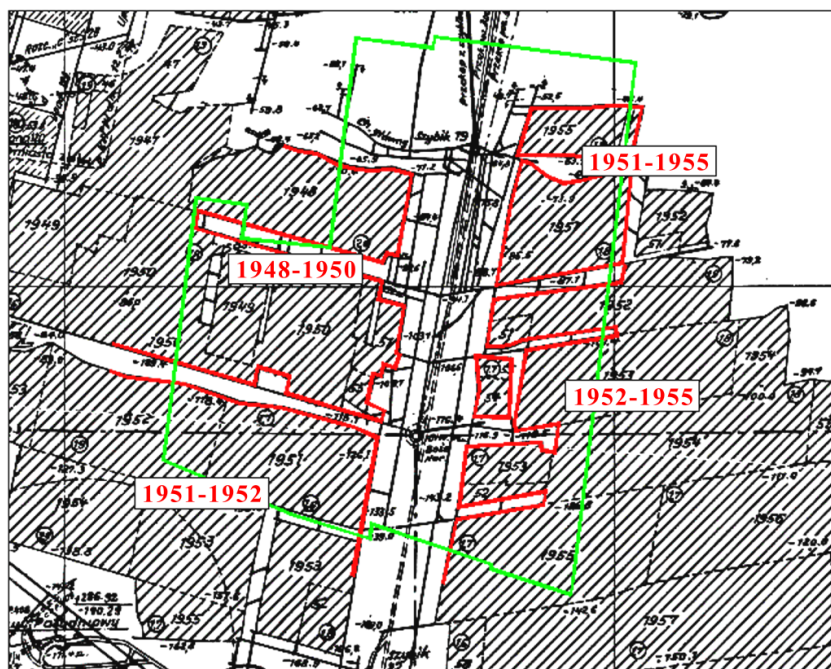


Rys. 4.20. Eksploatacja w pokładzie 404/5



Rys. 4.21. Eksploatacja w pokładzie 405

Pokład 407/1 o grubości 1,7–2,0 m był eksploatowany prawie całkowicie w latach 1948–1955 systemem ścianowym i filarów-zabierkowym z zawalem stropu. Eksploatację prowadzono na głębokości 320–400 m na całą wysokość pokładu i w odległości pionowej około 250 m od pokładu 510. Ilość wybranego węgla w granicach modelu z pokładu 407/1 wyniosła 725 tys. ton. Na rysunku 4.22 przedstawiono zakres eksploatacji w pokładzie 407/1.

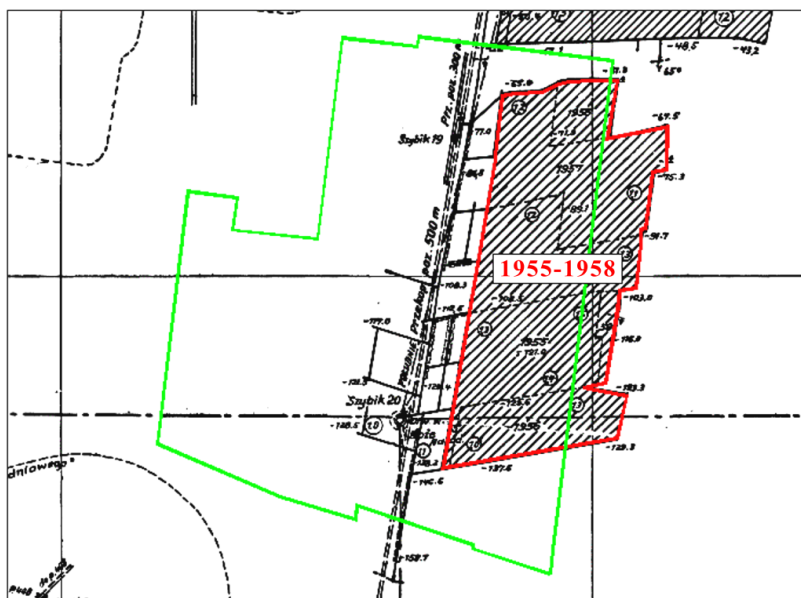


Rys. 4.22. Eksploatacja w pokładzie 407/1

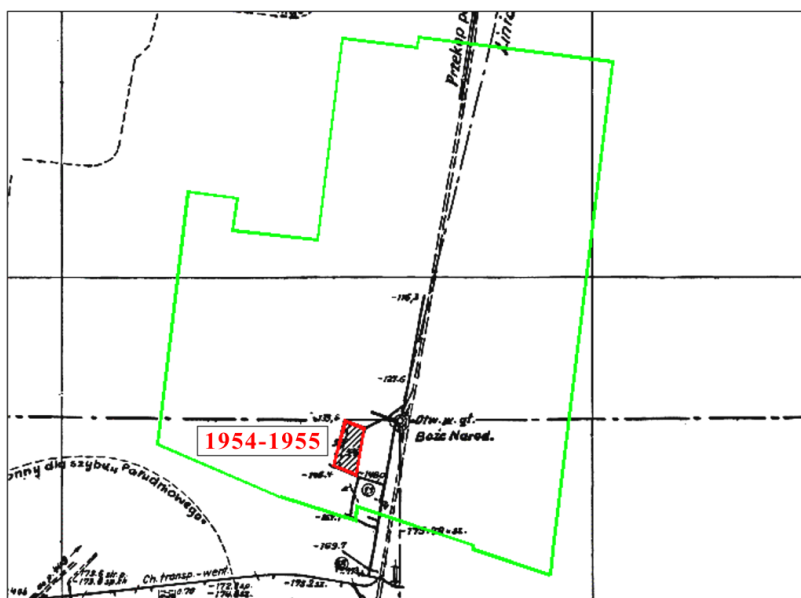
Pokład 407/4 o grubości 1,0–1,4 m był eksploatowany we wschodniej części omawianego obszaru. Eksploatację prowadzono w latach 1955–1958 systemem ścianowym podłużnym z zawalem stropu na całą wysokość. Głębokość zalegania wynosiła 370–400 m, a odległość pionowa od pokładu 510 około 240 m. Ilość wybranego węgla w granicach modelu eksploatacji z pokładu 407/4 wyniosła 234 tys. ton. Na rysunku 4.23 przedstawiono zakres eksploatacji w pokładzie 407/4.

Pokład 408 o grubości 0,8–1,8 m był eksploatowany w latach 1954–1955 systemem z zawalem stropu na całą wysokość. Głębokość zalegania wynosiła około 420 m, a odległość pionowa od pokładu 510 około 225 m. Zakres eksploatacji minimalny, w południowej części omawianego obszaru. Ilość wybranego węgla w granicach modelu eksploatacji z pokładu 408 wyniosła 10 tys. ton. Na rysunku 4.24 przedstawiono zakres eksploatacji w pokładzie 408.

Pokład 416 o grubości od 1,9 do 2,7 m był eksploatowany w północnej części pod obszarem przyszłego Osiedla w latach 1929–1941 z zawalem stropu i na głębokości od 485 do 540 m, na całą wysokość. Pokład o grubości 2,0–2,7 m był eksploatowany



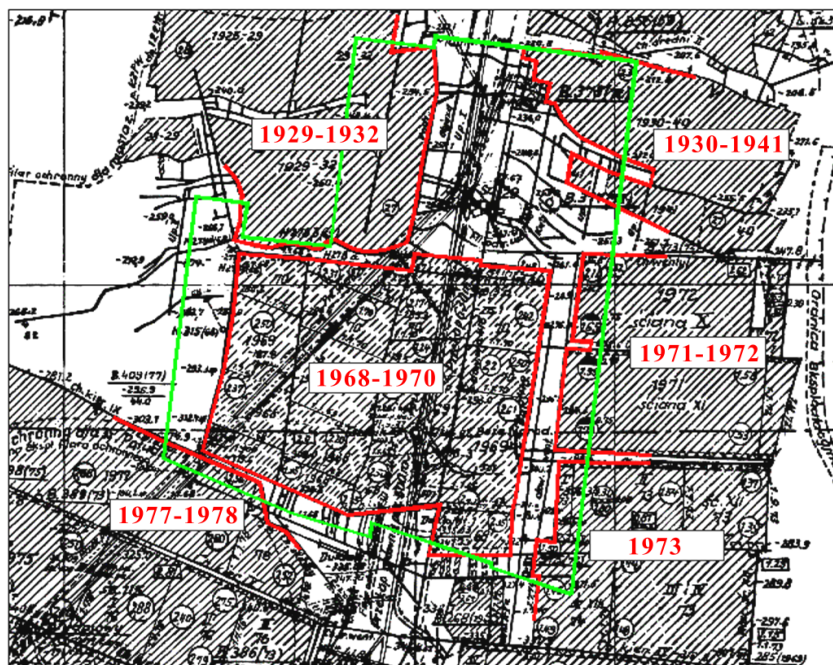
Rys. 4.23. Eksploatacja w pokładzie 407/4



Rys. 4.24. Eksploatacja w pokładzie 408

w środkowej i południowej części omawianego obszaru w latach 1968–1970 systemem ścianowym z podszatką hydrauliczną, na głębokości 530–600 m, na całą wysokość i w odległości pionowej około 70–90 m od pokładu 510. Pokład o grubości 2,45–2,70 m był wybierany przy południowej granicy przyszłego Osiedla w latach 1977–1978 (w czasie budowy) systemem ścianowym z zawalaniem stropu na całą wysokość, na głębokości od 550 do 640 m i w odległości pionowej od pokładu 510 wynoszącej 90–100 m. Bezpośrednio za wschodnią granicą omawianego obszaru pokład o grubości

1,2–2,2 m był wybierany na całą wysokość w latach 1971–1973 systemem ścianowym z zawalem stropu na głębokości 450–600 m. Ilość wybranego węgla w granicach modelu z pokładu 416 wyniosła 1186 tys. ton. Na rysunku 4.25 przedstawiono zakres eksploatacji w pokładzie 416.

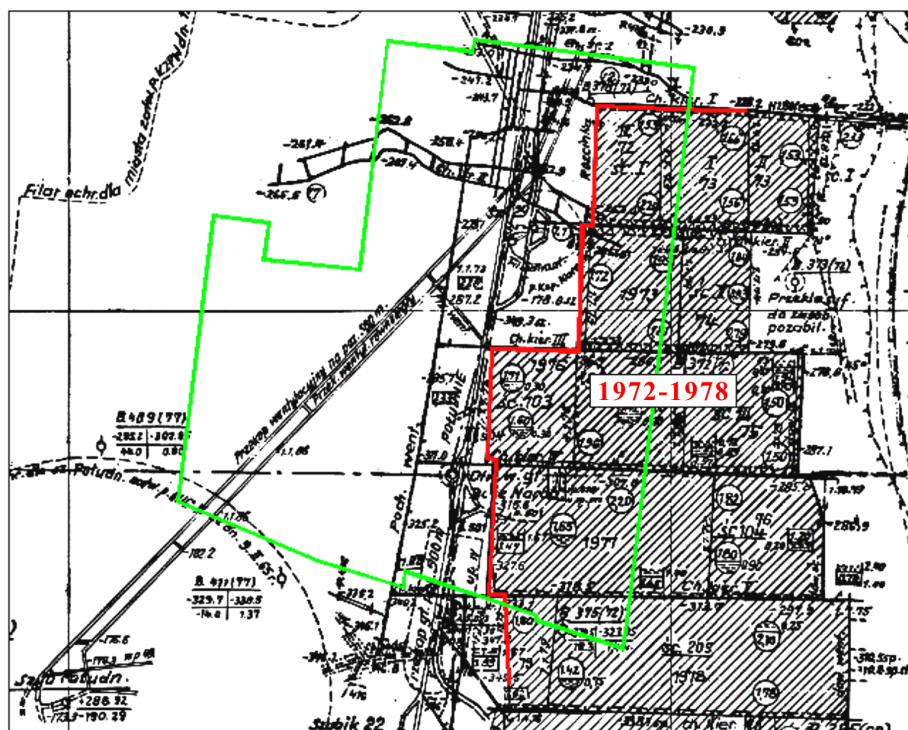


Rys. 4.25. Eksploatacja w pokładzie 416

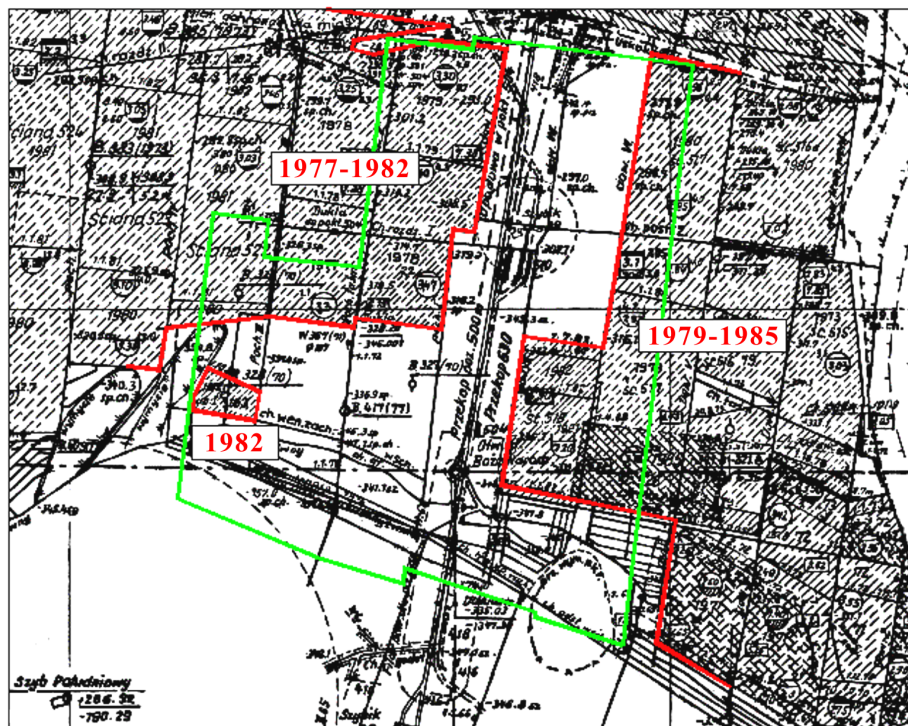
Pokład 418 o grubości 1,5–2,3 m został wybrany w małym zakresie we wschodniej części obszaru przyszłego Osiedla Paderewskiego w latach 1972–1978 systemem ścianowym z zawalem stropu na całą wysokość. Eksploatacja była prowadzona na głębokości 500–600 m i w odległości pionowej 65–80 m od pokładu 510. Ilość wybranego węgla w granicach modelu z pokładu 418 wyniosła 398 tys. ton. Na rysunku 4.26 przedstawiono zakres eksploatacji pokładu 418.

Pokład 501 o grubości 5–7 metrów był eksploatowany częściowo na dwie warstwy.

Pokład 501 I warstwa był wybierany w latach 1977–1982 pod dużą częścią obszaru, na którym budowano w tym czasie Osiedle w rejonie północno-zachodnim i środkowym systemem z podsadzką hydrauliczną i na wysokość do 3,5 m. Głębokość eksploatacji wynosiła 540–600 m, a odległość pionowa od pokładu 510 – 72–45 m. W latach 1979–1985 pokład ten był wybierany na granicy wschodniej Osiedla systemem z podsadzką hydrauliczną i na wysokość do 3,5 m. Głębokość eksploatacji wynosiła 580–610 m, a odległość pionowa od pokładu 510 średnio 40 m. Ilość wybranego węgla w granicach modelu z pokładu 501 w I warstwie wyniosła 850 tys. ton. Zakres eksploatacji I warstwy pokładu 501 został przedstawiony na rysunku 4.27.

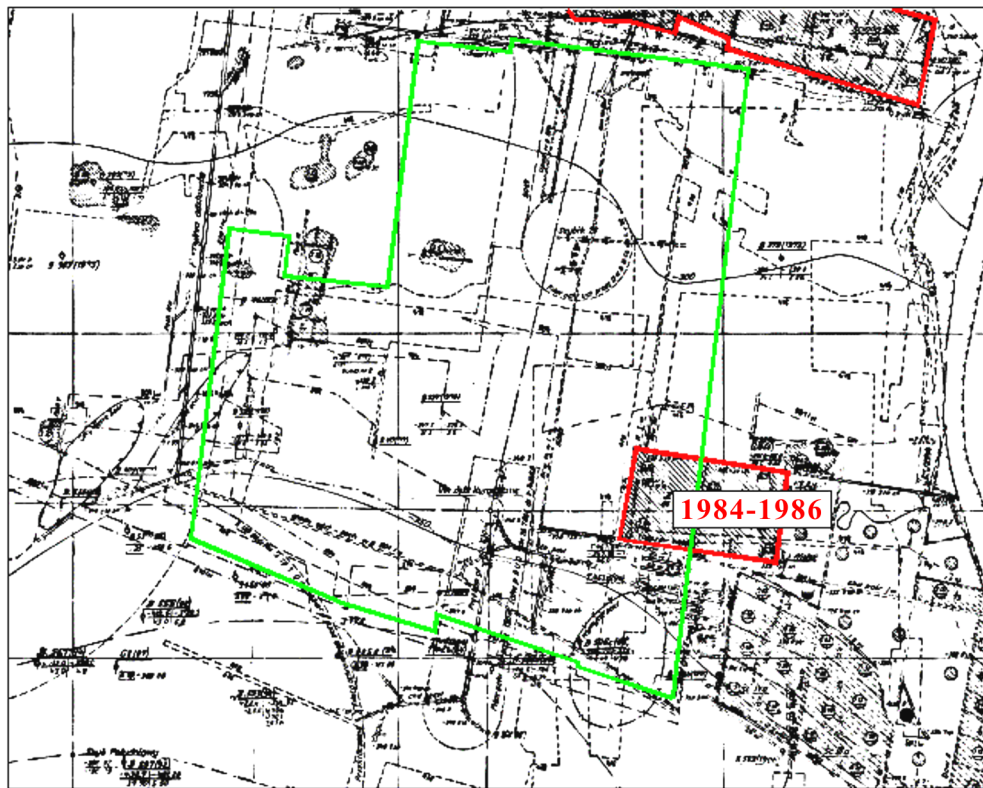


Rys. 4.26. Eksploatacja w pokładzie 418



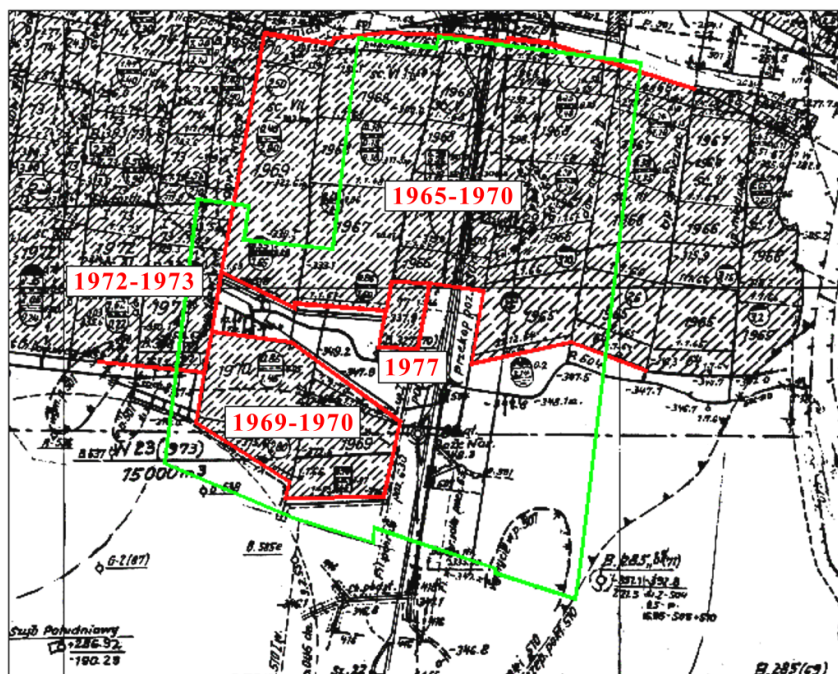
Rys. 4.27. Eksploatacja w pokładzie 501 I w.

Pokład 501 II warstwa był eksploatowany w niedużym zakresie w obszarze modelu eksploatacji, w jego części południowo-wschodniej w latach 1984–1986 systemem z zawalem stropu i na wysokość do 2,7 m. Eksploatację prowadzono na głębokości 520 m i w odległości pionowej około 75 m od pokładu 510. Ilość wybranego węgla w granicach modelu z II warstwy pokładu 501 wyniosła 49 tys. ton. Zakres eksploatacji II warstwy pokładu 501 przedstawiono na rysunku 4.28.



Rys. 4.28. Eksploatacja w pokładzie 501 II w.

Pokład 504 o grubości 2,0–3,8 m był eksploatowany w bardzo dużej części omawianego obszaru w latach 1965–1970 z podsadzką hydrauliczną na wysokość 2,0–3,2 m. W 1977 roku prowadzono również eksploatację z podsadzką hydrauliczną na wysokość 2,0–3,2 m w środkowej części omawianego modelu eksploatacji na małym obszarze. W części zachodniej w latach 1972–1973 prowadzono eksploatację z podsadzką hydrauliczną na wysokość 2,5 m. Eksploatacja była prowadzona na głębokości 440–680 m i w odległości pionowej 10–30 m od pokładu 510. Ilość wybranego węgla w granicach modelu z pokładu 504 wyniosła 715 tys. ton. Zakres eksploatacji pokładu 504 przedstawiono na rysunku 4.29.



Rys. 4.29. Eksploatacja w pokładzie 504

4.4. Charakterystyka przebiegu eksploatacji I warstwy pokładu 510 w przyjętym modelu

W celu uzyskania w przyjętym modelu w miarę najdokładniejszej charakterystyki przebiegu eksploatacji I warstwy pokładu 510 z podszadką hydrauliczną, czas jej realizacji od 1.08.1994 r. do 31.07.1998 r. został podzielony na 10 okresów. Były to okresy różnej długości, a ich punkty krańcowe stanowią daty działań decyzyjnych lub zaistniałych zdarzeń i wynikających z nich konsekwencji ruchowo-legislacyjnych, które wystąpiły podczas eksploatacji, a które modyfikowały stosowane rygory dalszego prowadzenia. Zbiorcze dane zawiera tablica 4.2 i rysunek 4.50.

Tablica 4.2. Przedziały czasu z uwzględnieniem ruchu ścian w modelu

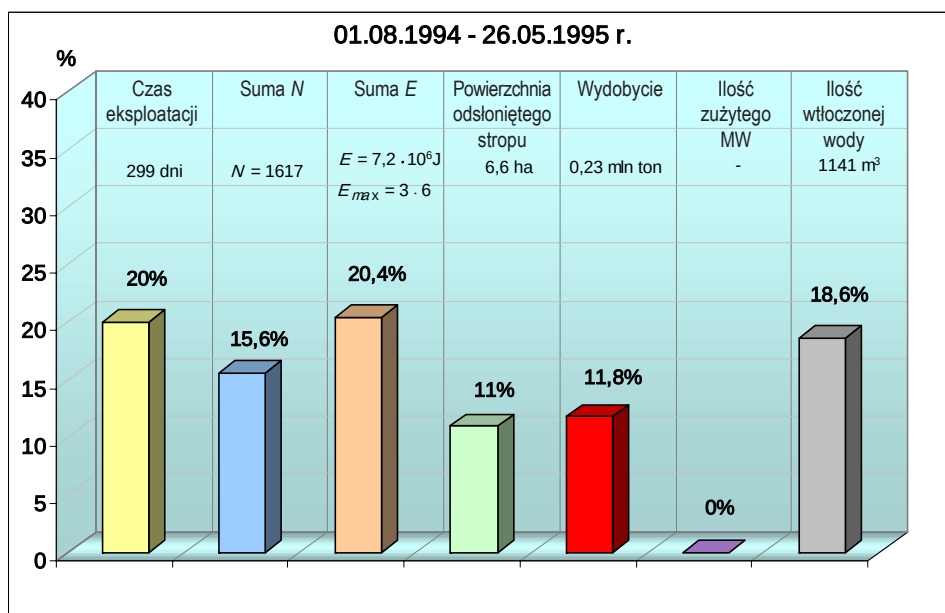
Przedział czasu	Okres	Ściany analizowanego modelu				
A	01.08.94–26.05.95	535a	534a	–	–	–
B	27.05.95–15.08.95	535a	534a	536a	–	–
C	16.08.95–25.02.96	535a	534a	536a	537a	–
D	26.02.96–22.05.96	535a	534a	536a	537a	538/1a
E	23.05.96–13.01.97	535a	534a	536a	537a	538/1a
F	14.01.97–23.08.97	535a	534a	536a	537a	538/1a
G	24.08.97–23.10.97	–	534a	536a	537a	538/1a
H	24.10.97–23.12.97	–	534a	536a	537a	538/1a
I	24.12.97–15.05.98	–	–	–	537a	538/1a
J	16.05.98–31.07.98	–	–	–	537a	538/1a

Przedział czasu A 1.08.1994– 26.05.1995

1.08.1994 r. ścianą 535a rozpoczęto eksploatację I warstwy pokładu 510 pod centralną częścią Osiedla Paderewskiego. Obowiązujące rygory dla całego frontu analizowanego modelu przedstawiały się następująco:

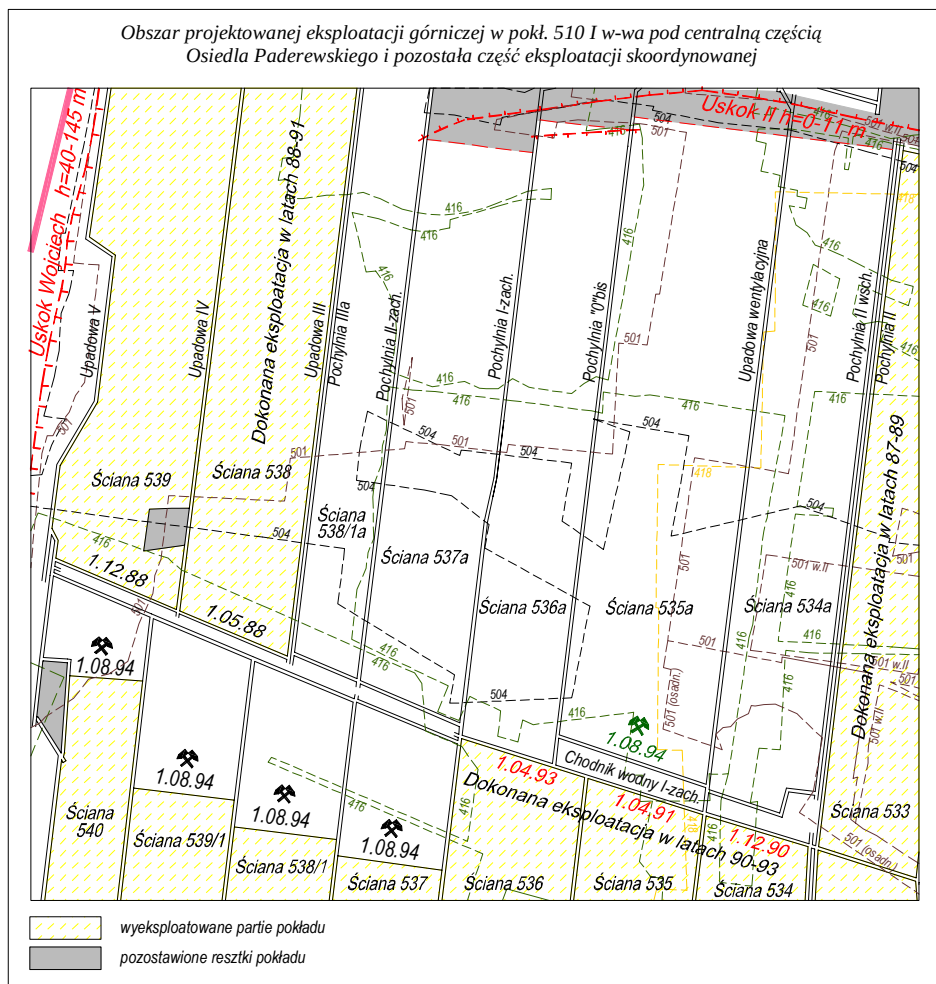
- maksymalna wysokość wybierania 2,5 m,
- maksymalny krok podsadzki 2,4 m; wyjątek ściana 535a – 1,8 m,
- maksymalny dobowy postęp 2,4 m/dobę; wyjątek ściana 535a – 1,8 m/dobę,
- maksymalny miesięczny postęp 36,0 m/miesiąc,
- minimalny miesięczny postęp 10,0 m/miesiąc,
- odległość między ścianami 535a–534a – 200,0 m,
535a–536a – 300,0 m,
536a–537a – 200,0 m,
538/1a–537a – dążyć do większej niż 60,0 m.

Pozytywne wyniki jakie uzyskano podczas wybierania ścianą „pilotującą” 535a, uważaną w prognozach za najbardziej zagrożoną tąpnięciami, oraz doświadczenia z innych rejonów dokonanej już eksploatacji I warstwy pokładu 510 i zastosowana profilaktyka, a także analiza bardzo trudnych do utrzymania w warunkach ruchowych „sztywnych” odległości między ścianami, skłoniły do sformułowania wniosku (Aneks nr 4 do „Programu Skoordynowanej Eksploatacji Górniczej (...) na lata 1986–1996” skierowanego następnie do Komisji ds. Tąpań w Zakładach Górniczych Wydobywających Węgiel Kamienny oraz Komisji ds. Ochrony Powierzchni przed Szkodami Górniczymi) o nieznaczne skorygowanie niektórych parametrów eksploatacji.



Rys. 4.30. Procentowy udział charakterystycznych danych w przedziale czasu A

Otrzymano pozytywne opinie (uchwała nr 4/95 z dnia 24.02.1995 r. Komisji ds. Tępań w Zakładach Górniczych Wydobywających Węgiel Kamienny i uchwała nr 173/95 z dnia 12.03.1995 r. Komisji ds. Ochrony Powierzchni przed Szkodami Górniczymi), a Okręgowy Urząd Górniczy w Katowicach wydał zezwolenie z dnia 26.05.1995 r. na uzasadnione zmiany, które dotyczyły: zwiększenia maksymalnego dobowego postępu dla ściany 535a, a tym samym i kroku podsadzki z 1,8 do 2,4 m – tak jak w projekcie dla pozostałych ścian, zwiększenia miesięcznego postępu z 36,0 do 50,0 m oraz „uelastycznienia” frontu, to znaczy uzyskania maksymalnej i minimalnej odległości między przodkami. Ze względu na prowadzenie ruchu miało to bardzo istotne znaczenie. Sztywne utrzymanie odległości między frontami ścian było praktycznie niemożliwe. Mogłoby to prowadzić do blokady wybierania. Charakterystyczne dane dotyczące sejsmiczności, wielkości wydobywania oraz profilaktyki tępiania przedstawiono na rysunku 4.30. Początkowy stan eksploatacji dla ściany 535a na dzień 1.08.1994 r. pokazano na rysunku 4.31.



Rys. 4.31. Stan frontu eksploatacji na dzień 1.08.1994 r.

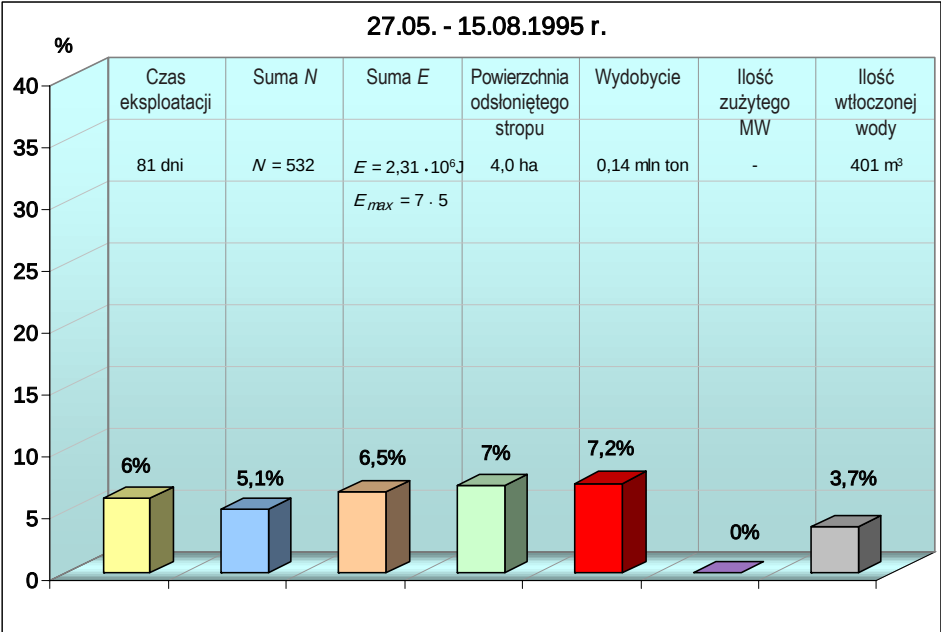
W aneksie nr 4 wystąpiono również o zmianę usytuowania rozcinki ściany 536a. Powodem było zagrożenie pożarowe jako następstwo silnej aktywności sejsmicznej w już wykonanych chodnikach wodnych i rozcince oraz duża skłonność pokładu 510 do samozapalenia. Opinia naukowa potwierdziła istnienie takich zagrożeń i posłużyła do wyznaczenia linii nowej rozcinki. Zmiana ta wiązała się z pozostawieniem stosunkowo dużej resztki.

W dniu 1.03.1995 r. została uruchomiona druga w kolejności ściana analizowanego modelu eksploatacyjnego – 534a. Ściany 535a i 534a tworzyły tzw. blok wschodni. Przedział A obowiązywał więc od rozpoczęcia eksploatacji ścianą 535a do wejścia w życie „uelastycznionych” rygorów prowadzenia frontu, tj. od 1.08.1994 r. do 26.05.1995 r.

Przedział czasu B 27.05–15.08.1995

Z dniem 27.05.1995 r. zaczęły obowiązywać tzw. „uelastycznione” warunki prowadzenia frontu pod centralną częścią Osiedla Paderewskiego. Początkowo były czynne dwie ściany, 535a i 534a, a z dniem 1.08.1995 r. rozpoczęła ruch ściana 536a jako pierwsza z tzw. bloku zachodniego. Obowiązujące parametry i rygory dla całego frontu analizowanego modelu w przedziale B przedstawiały się następująco:

- maksymalna wysokość wybierania 2,5 m,
- maksymalny krok podsadzki 2,4 m,
- maksymalny dobowy postęp 2,4 m/dobę,
- maksymalny miesięczny postęp 50,0 m/miesiąc,
- minimalny miesięczny postęp 10,0 m/miesiąc,
- maksymalny kwartalny postęp 108,0 m/kwartał,

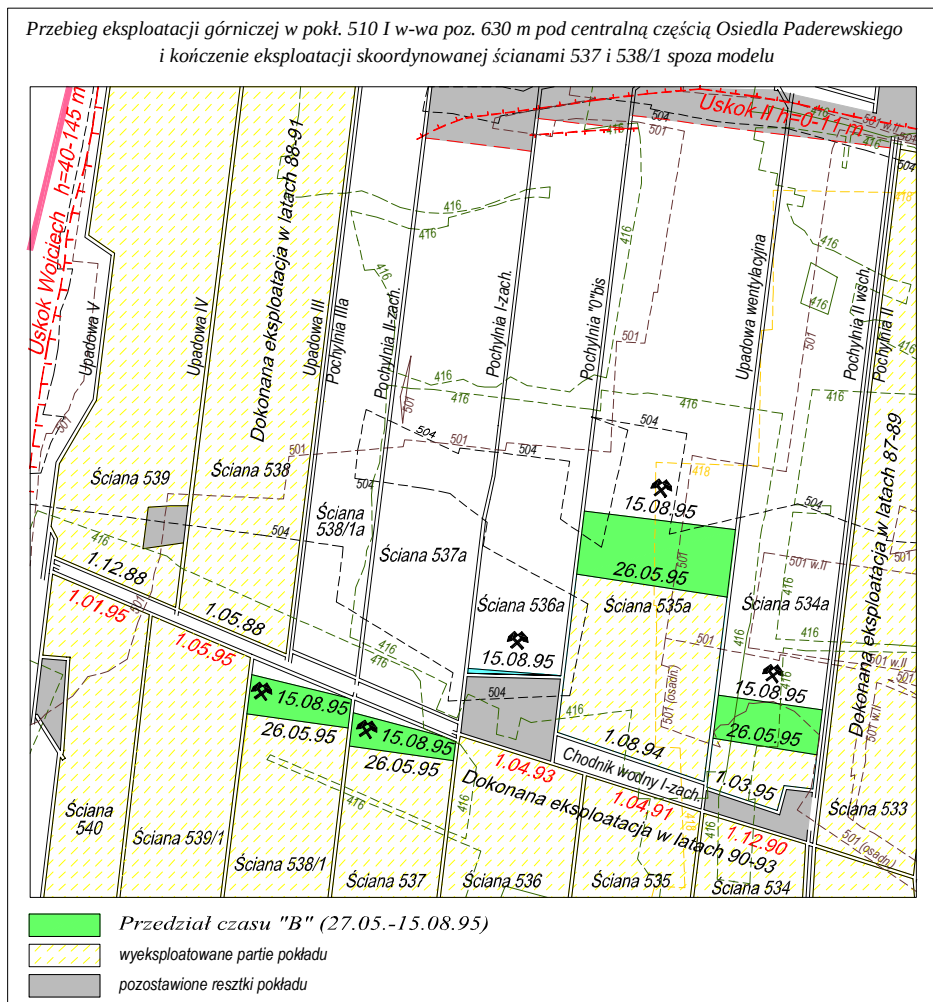


Rys. 4.32. Procentowy udział charakterystycznych danych w przedziale czasu B

- odległość między ścianami 535a–534a – 200–250 m,
535a–536a – 250–300 m,
536a–537a – 200–250 m,
538/1a–537a – dążyć do większej niż 60,0 m.

W warunkach zachowania bezpieczeństwa na dole kopalni i powierzchni bardzo ważnym czynnikiem, który brano pod uwagę przy ustalaniu parametrów i rygorów tworzących tzw. „uelastycznienie” frontu, był również czynnik ekonomiczny.

Tąpnięcie o energii sejsmicznej wynoszącej $4 \cdot 10^6$ J w rejonie ściany 538/1 – na południe od analizowanego modelu w dniu 15.08.1995 r. stanowiło zakończenie przedziału czasu B. Charakterystyczne dane dotyczące sejsmiczności, wielkości wydobywania oraz profilaktyki tąpniowej przedstawione są na rysunku 4.32, natomiast zakres eksploatacji w tym przedziale - na rysunku 4.33.



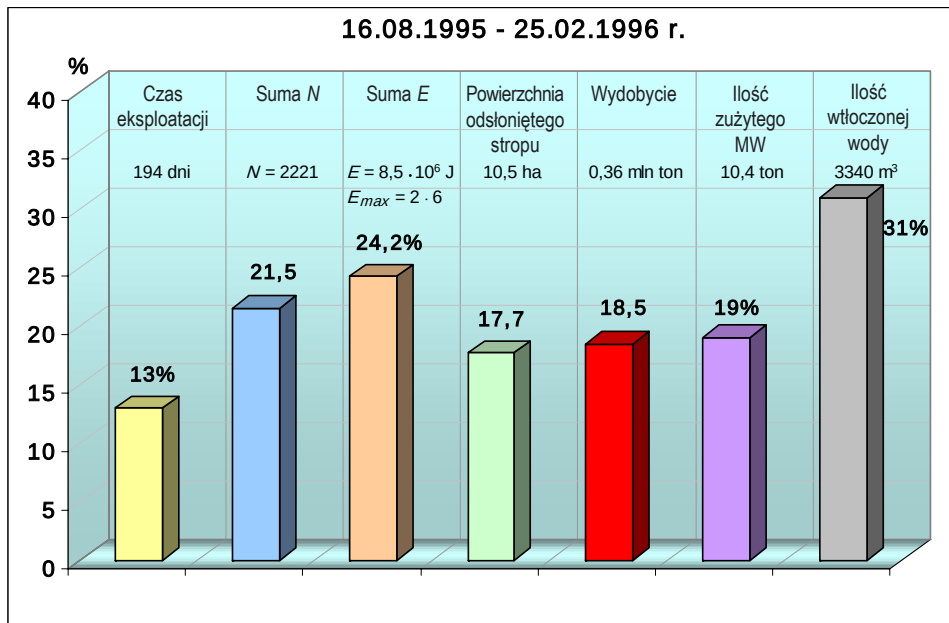
Rys. 4.33. Zakres eksploatacji w przedziale czasu B

W związku z zaistniałym w dniu 15.08.1995 r. tąpnięciem o energii $4 \cdot 10^6$ J w rejonie ściany 538/1 w I warstwie pokładu 510, poziom 630 m oraz powstałymi skutkami, dalsza eksploatacja ścian 538/1 oraz 537 została, decyzją OUG, wstrzymana. Równocześnie kopalnia została zobowiązana do przedstawienia Komisji ds. Tapań projektu dalszego prowadzenia robót w rejonie wymienionych ścian, prowadzenia samych ścian z uwzględnieniem będącej w rozruchu ściany 536a (eksploatacja rozpoczęta 1.08.1995 r.).

Uchwałą nr 25/95 z dnia 25.08.1995 r. Prezydium Komisji ds. Tapań ustosunkowało się pozytywnie do wniosku kopalni, a OUG wydał zezwolenie na dalsze wybieranie.

Obowiązujące rygory dla całego frontu analizowanego modelu eksploatacji w przedziale C przedstawiały się następująco:

- maksymalna wysokość wybierania 2,5 m,
- maksymalny krok podsadzki 2,4 m,
- maksymalny dobowy postęp 2,4 m/dobę,
- maksymalny miesięczny postęp 50,0 m/miesiąc; wyjątek ściana 536a – 30,0,
- minimalny miesięczny postęp 10,0 m/miesiąc; wyjątek ściana 536a – 15,0,
- maksymalny kwartalny postęp 108,0 m/kwartał,
- odległość między ścianami 535a–534a – 200–250 m,
535a–536a – 250–300 m,
536a–537a – 200–250 m,
538/1a–537a – dążyć do większej niż 60,0 m.

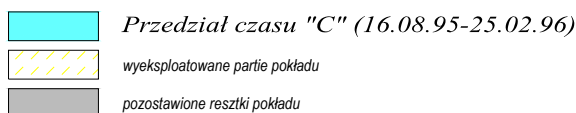
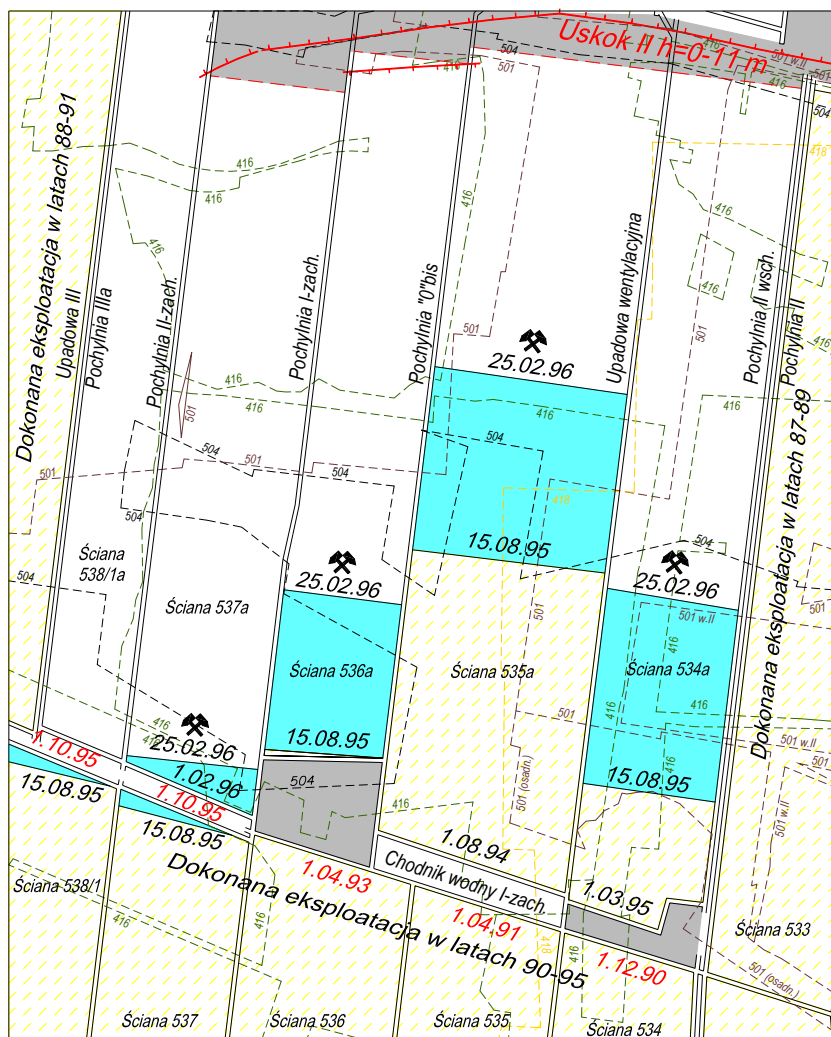


Rys. 4.34. Procentowy udział charakterystycznych danych w przedziale czasu C

W porównaniu z przedziałem B wprowadzono następujące zmiany:

- ruch ściany 536a połączono z ruchem ścian 538/1 i 537 (przodki spoza modelu, ale będące w ścisłej koordynacji czasowej z rozruchem ścian wchodzących w jego skład), to znaczy do czasu zakończenia biegu ścian 538/1 i 537, maksymalny postęp ściany 536a ograniczono do 30,0 m/miesiąc, a postęp minimalny ustalono na 15 m/miesiąc,
- ściany 538/1, 537 i 536a nie mogły być obłożone równocześnie podczas doby.

Przebieg eksploatacji górniczej w pokł. 510 I w-wa poz. 630 m pod centralną częścią Osiedla Paderewskiego i zakończenie eksploatacji skoordynowanej ścianami 537 i 538/1 spoza modelu



Rys. 4.35. Zakres eksploatacji w przedziale czasu C

W dniu 1.10.1995 r. zakończyły bieg ściany 538/1 i 537, przywrócono postęp miesięczny dla ściany 536a – maksymalnie do 50 m (kwartalnie nie większy niż 108 m).

W dniu 1.02.1996 r. został rozpoczęty bieg ściany 537a (czwarta ściana analizowanego modelu, a druga po 536a w tzw. bloku zachodnim). Wstrząs o energii sejsmicznej wynoszącej $2 \cdot 10^6$ J w rejonie ściany 536a, który nastąpił w dniu 25.02.1996 r. kończy przedział C.

Charakterystyczne dane dotyczące sejsmiczności, wielkości wydobywania oraz profilaktyki tąpniowej dla przedziału C przedstawione są na rysunku 4.34, a na rysunku 4.35 - zakres eksploatacji w tym przedziale.

Przedział czasu D 26.02–22.05.1996

W związku z zaistniałym w dniu 25.02.1996 r. wstrząsem górotworu o energii sejsmicznej $2 \cdot 10^6$ J na wybiegu ściany 536a, zarządzeniem OUG nastąpiło jej zatrzymanie, natomiast w dniu 1.03.1996 r. rozpoczęła swój bieg ostatnia ściana omawianego modelu, tj. ściana 538/1a. Wstrząs ten był odczuwalny przez mieszkańców Osiedla Paderewskiego bardziej niż dotychczas, nie spowodował jednak praktycznie żadnych skutków zarówno na dole kopalni, jak i na powierzchni. Energia sejsmiczna wstrząsu, jak i wartości zarejestrowanych przyspieszeń nie przekroczyły wartości prognozowanych. Z uwagi jednak na nagłośnienie zdarzenia przez media, ukierunkowane i sterowane przez część mieszkańców Osiedla, a także – z uwagi na ogólnie nieprzychylną górnictwu atmosferę, nadzór górniczy zobowiązał kopalnię do przeprowadzenia kolejnej szczegółowej analizy prowadzonych robót w kontekście zagrożeń dołowych i powierzchniowych wraz z wydaniem opinii przez Komisję ds. Tapań w Zakładach Górniczych Wydobywających Węgiel Kamienny i Komisję ds. Ochrony Powierzchni przed Szkodami Górniczymi. Do czasu formalnego załatwienia powstałego problemu (przedział czasu D) kopalnia prowadziła eksploatację na warunkach dotychczasowych (jak w przedziale czasu C), lecz z uwagi na zatrzymanie ściany 536a nastąpiły poważne ograniczenia w ruchu pozostałych przodków ścianowych w związku z obowiązującymi rygorami dotyczącymi odległości.

W analizie i sformułowaniu wniosku dla Komisji posłużono się opiniami naukowymi, opiniami praktyków specjalistów oraz własnymi doświadczeniami. Propozycje kopalni zostały zawarte w aneksie nr 5 do „Programu Skoordynowanej Eksploatacji Górniczej (...) na lata 1986–1996”. Uchwałą nr 1/96 z dnia 29.04.1996 r. połączone Komisje pozytywnie zaopiniowały przedłożony wniosek i jednocześnie stwierdziły, że:

- dotychczasowa eksploatacja była prowadzona zgodnie z przyjętym projektem i ustalonymi rygorami,
- maksymalne wskaźniki dotyczące ochrony powierzchni oraz energii wstrząsów były poniżej wielkości dopuszczalnych (co potwierdziło trafność generalnych założeń realizowanej eksploatacji).

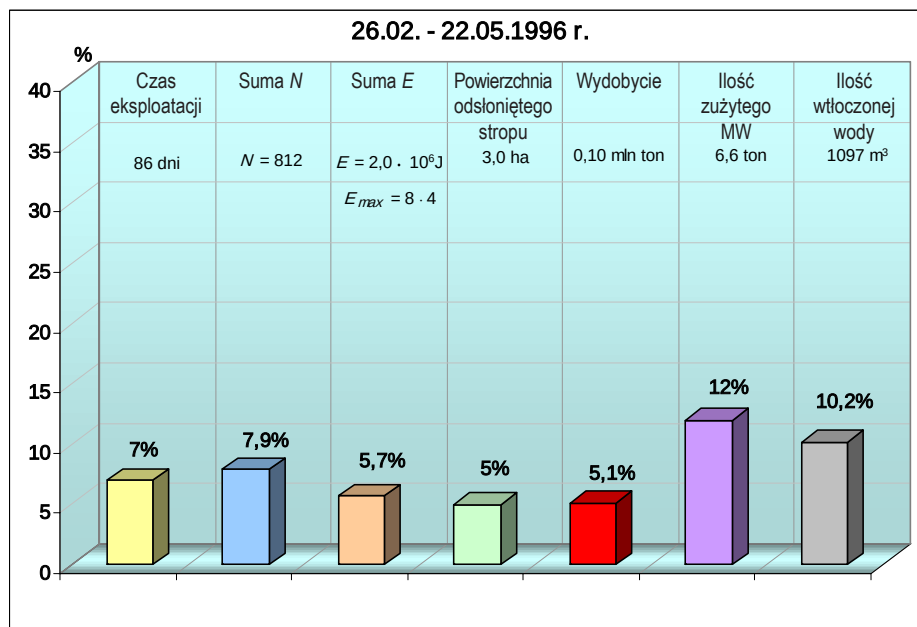
Pomimo tego, znacznie ograniczono i tak bardzo zaostrzone parametry eksploatacji. Za niezbędne obydwie Komisje uznały również:

- pełną realizację „Programu...” w zakresie profilaktyki tąpaniowej oraz poszerzonego programu działalności w odniesieniu do powierzchni,
- wdrożenie zweryfikowanego „Programu...” okresowych obserwacji przeglądu stanu technicznego budynków i instalacji ze szczególnym uwzględnieniem sieci gazowej,
- zainstalowanie na Osiedlu Paderewskiego, na stałe, co najmniej trzech (dotąd były dwa) punktów trójkierunkowej rejestracji przyspieszeń drgań gruntu i budynków,
- w jeszcze szerszym niż dotąd zakresie informowanie mieszkańców Osiedla Paderewskiego, w uzgodnieniu z Zarządem Spółdzielni, o przebiegu eksploatacji górnictwa pod Osiedlem.

Celem korekty rygorów oraz dodatkowych zaleceń było:

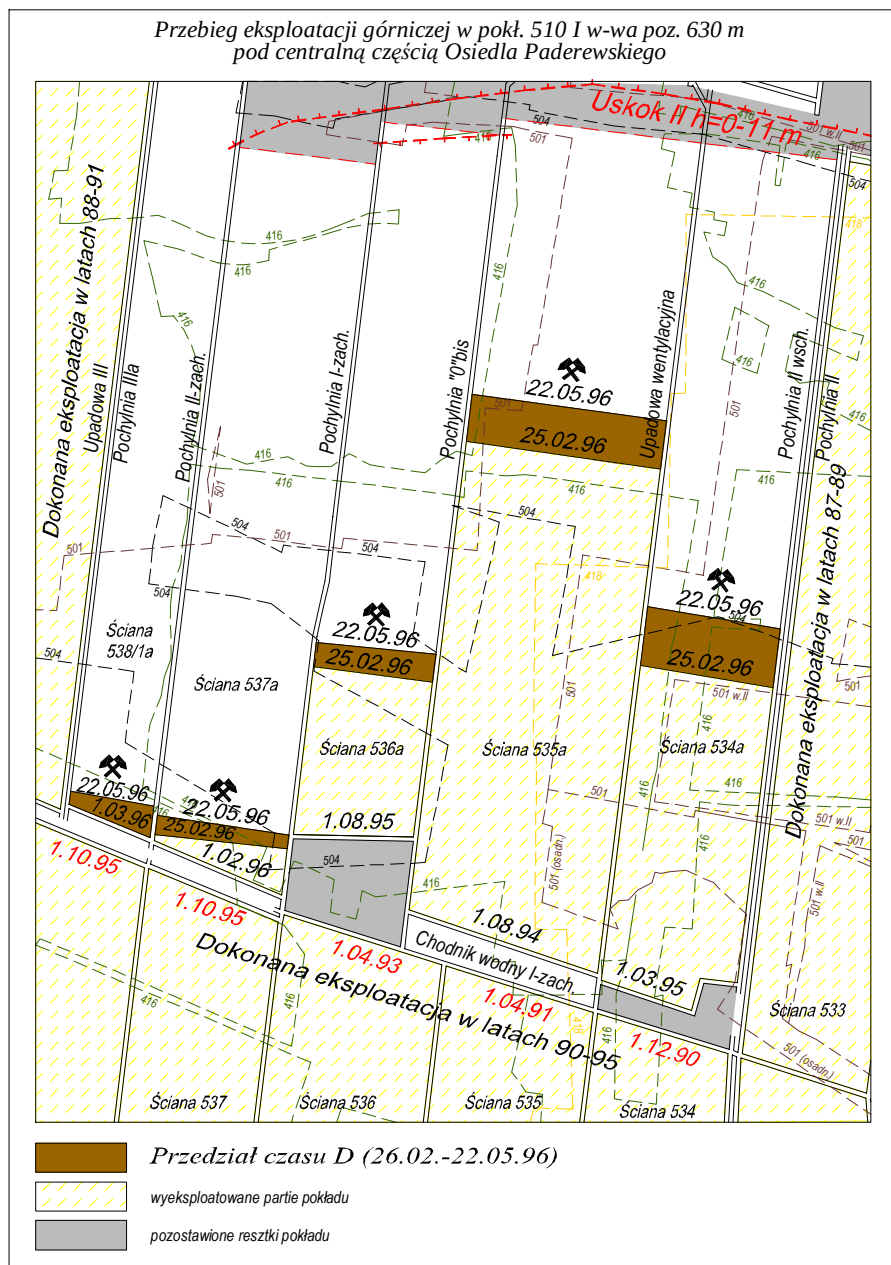
- zmniejszenie liczby wstrząsów górotworu,
- obniżenie energii wstrząsów,
- zmniejszenie mieszczących się w granicach I kategorii deformacji ciągłych powierzchni terenu.

Wykonano również badania dynamicznej odporności budynków [1]. Uzyskana opinia potwierdziła, że budynki mieszkalne i użyteczności publicznej Osiedla cechowała wystarczająca odporność na prognozowane wstrząsy i drgania podłoża. Oznaczało to, że jest zapewnione bezpieczeństwo ich użytkowania. Komisje stwierdziły, że zarówno poprzedni projekt eksploatacji, jak i obecny – skorygowany po wstrząsie z dnia 25.02.1996 r. – spełniał wymagania w zakresie bezpieczeństwa powszechnego.



Rys. 4.36. Procentowy udział charakterystycznych danych w przedziale czasu D

Przez prawie trzy miesiące w specjalistycznych oraz decyzyjnych gremiach toczyły się z różnym natężeniem dyskusje, spory i polemiki co do dalszej eksploatacji pod Osiedlem Paderewskiego. Bardzo silna była tendencja zaniechania dalszego wybierania, która sprowadzałaby się w krótkim czasie do likwidacji kopalni. Racjonalna postawa, przede wszystkim grupy naukowców, przeważała szalę w kierunku dalszego jej funkcjonowania.



Rys. 4.37. Zakres eksploatacji w przedziale czasu D

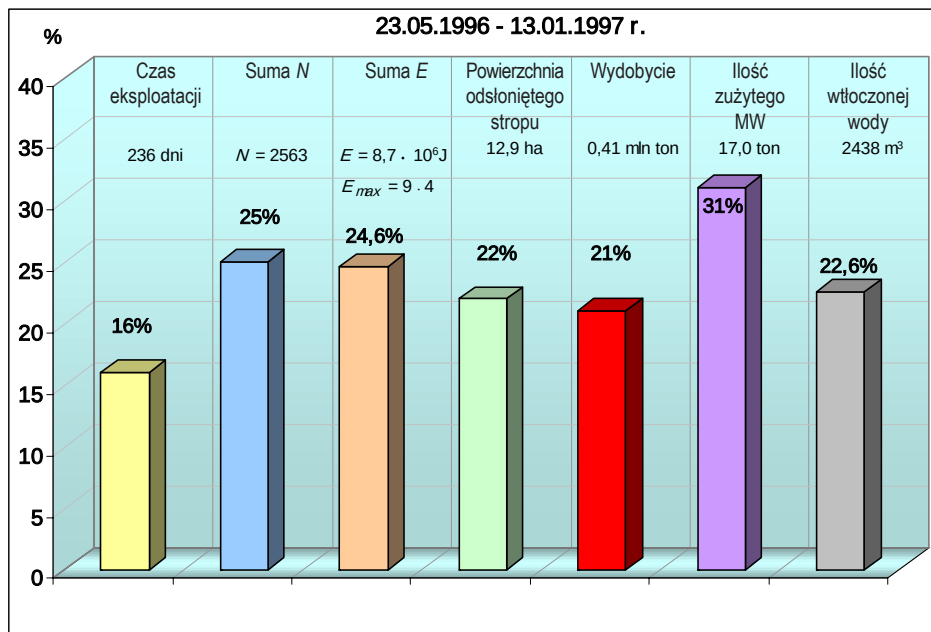
Stanowisko kierownictwa kopalni, przedstawiającego optymalne warianty wyjścia z impasu, było jednoznaczne. Nie każdy zdawał sobie wtedy sprawę, że proces restrukturyzacji górnictwa i rozwój miasta w nieodległym czasie spowoduje likwidację tego posiadającego jeszcze spore zasoby zakładu wydobywczego.

Z dniem 23.05.1996 r. decyzją OUG wprowadzono w życie skorygowane warunki dalszej eksploatacji pod centralną częścią Osiedla Paderewskiego. Charakterystyczne dane dotyczące sejsmiczności, wielkości wydobycia oraz profilaktyki tąpniowej dla przedziału D przedstawione są na rysunku 4.36, a na rysunku 4.37 zakres eksploatacji w tym przedziale.

Przedział czasu E 23.05.1996–13.01.1997

Zgodnie z uchwałą nr 1/16 z dnia 29.04.1996 r. połączonych Komisji (ds. Tapań i Ochrony Powierzchni) oraz decyzją OUG z dnia 22.05.1996 r. w kopalni, w omawianym przedziale czasu (E), prowadzono front eksploatacyjny, którego parametry przedstawiały się następująco:

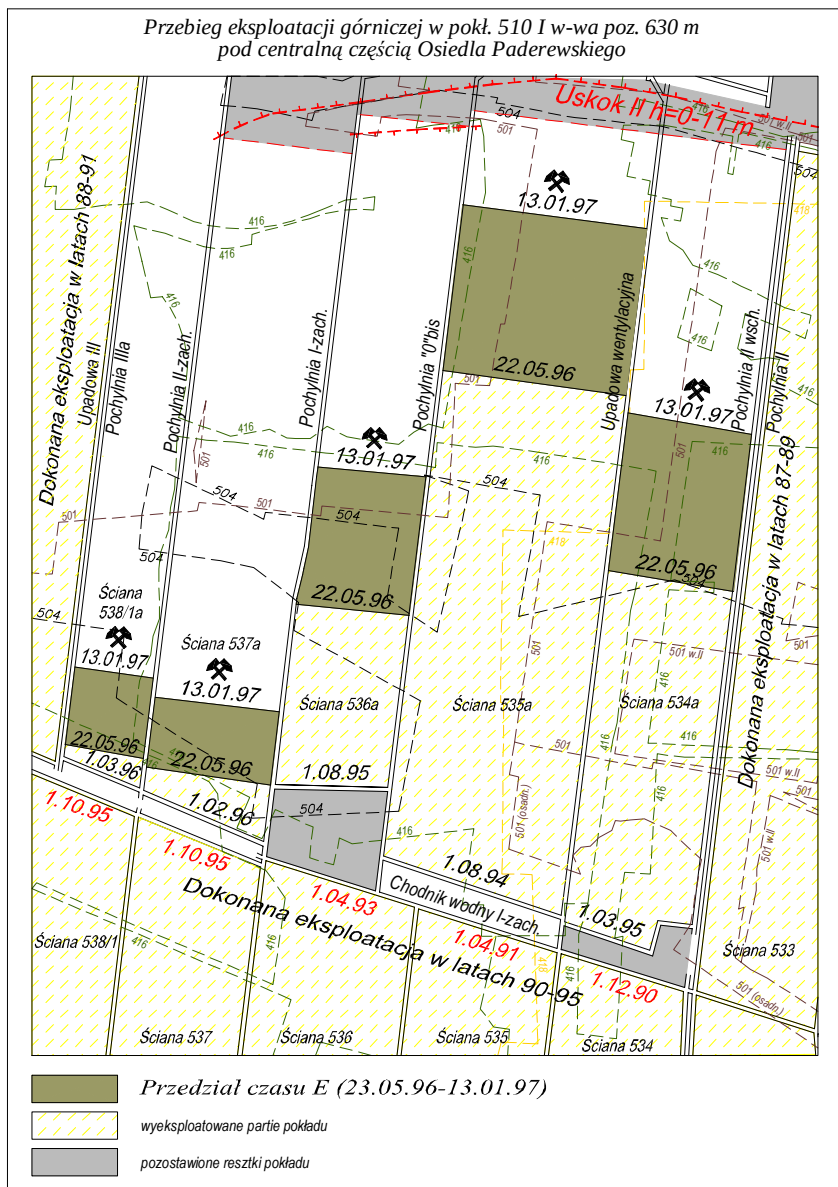
- maksymalna wysokość wybierania 2,3 m,
- maksymalny krok podsadzki 1,8 m,
- maksymalny dobowy postęp 1,8 m/dobę,
- maksymalny miesięczny postęp 30,0 m/miesiąc; śc. 534a, 535a, 536a,
- minimalny miesięczny postęp 10,0 m/miesiąc,
- odległość między ścianami 535a–534a – 200–250 m,
535a–536a – 250–350 m,



Rys. 4.38. Procentowy udział charakterystycznych danych w przedziale czasu E

538/1a–537a – dążyć do większej niż 60,0 m,

- zatrzymano ściany 537a i 538/1a do czasu przejścia frontami ścian 534a i 536a poza zasięg oddziaływania resztki i krawędzi pokładu 504,
- ruch ścian 537a i 538/1a dopuszczono tylko na zasadzie „odświeżania” frontu,
- do czasu przejścia ścianą 534a poza zasięg oddziaływania krawędzi resztki pokładu 504 było zabronione równoczesne obkładanie ścian 534a i 536a.



Rys. 4.39. Zakres eksploatacji w przedziale czasu E

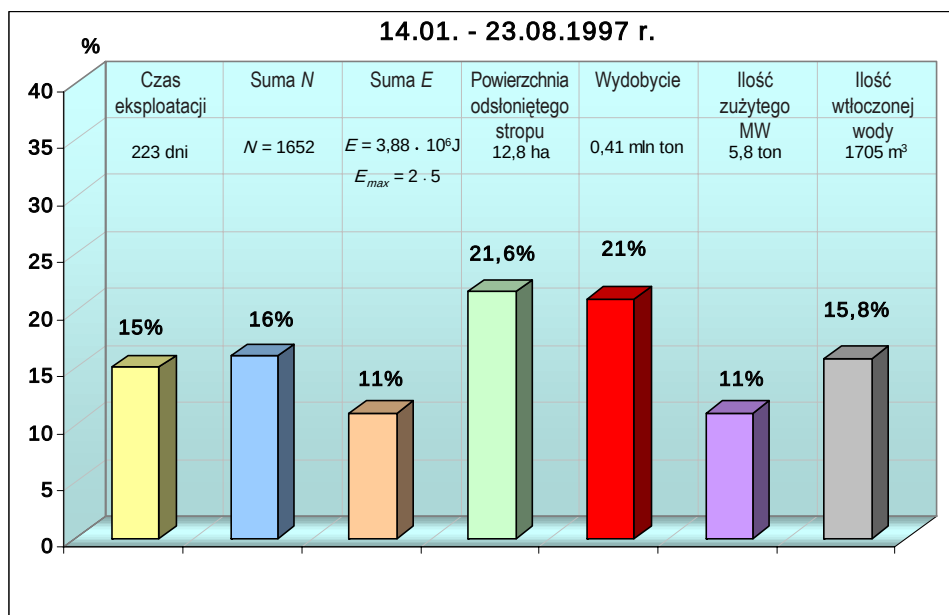
W przedziale czasu E kopalnia przedstawiła Komisji ds. Tępań w Zakładach Górniczych Wydobywających Węgiel Kamienny „Skoordynowany Program Eksploatacji na lata 1996–2000”, tzw. Program Kompleksowy. Protokół nr 8/96 Komisji z dnia 30.08.1996 r. pozytywną opinią usankcjonował jego założenia.

Także w tym przedziale czasu kopalnia przedstawiła aneks nr 1 do Programu Kompleksowego. Protokół nr 12/96 z dnia 20.12.1996 r. Komisji ds. Tępań i jej uchwała nr 39/96 umożliwiły OUG wydanie z dniem 13.01.1997 r. zezwolenia na ponowne uruchomienie ścian 537a i 538/1a, co kończy przedział czasu E. Charakterystyczne dane dotyczące sejsmiczności, wielkości wydobywania oraz profilaktyki tępaniowej są przedstawione dla przedziału E na rysunku 4.38 natomiast na rysunku 4.39 pokazano zakres eksploatacji w tym przedziale czasu.

Przedział czasu F 14.01–23.08.1997

Z dniem 14.01.1997 r. zaczęły obowiązywać następujące rygory prowadzenia frontu pod centralną częścią Osiedla Paderewskiego:

- maksymalna wysokość wybierania 2,3 m,
- maksymalny krok podsadzki 2,4 m – śc. 534a, 535a, 536a,
1,8 m – śc. 537a, 538/1a,
- maksymalny dobowy postęp 2,4 m/dobę – śc. 534a, 535a, 536a,
1,8 m/dobę – śc. 537a, 538/1a,
- maksymalny miesięczny postęp 30,0 m/miesiąc,
- minimalny miesięczny postęp 10,0 m/miesiąc,
- odległość między ścianami 535a–534a – 200–250 m,
535a–536a – 250–350 m,



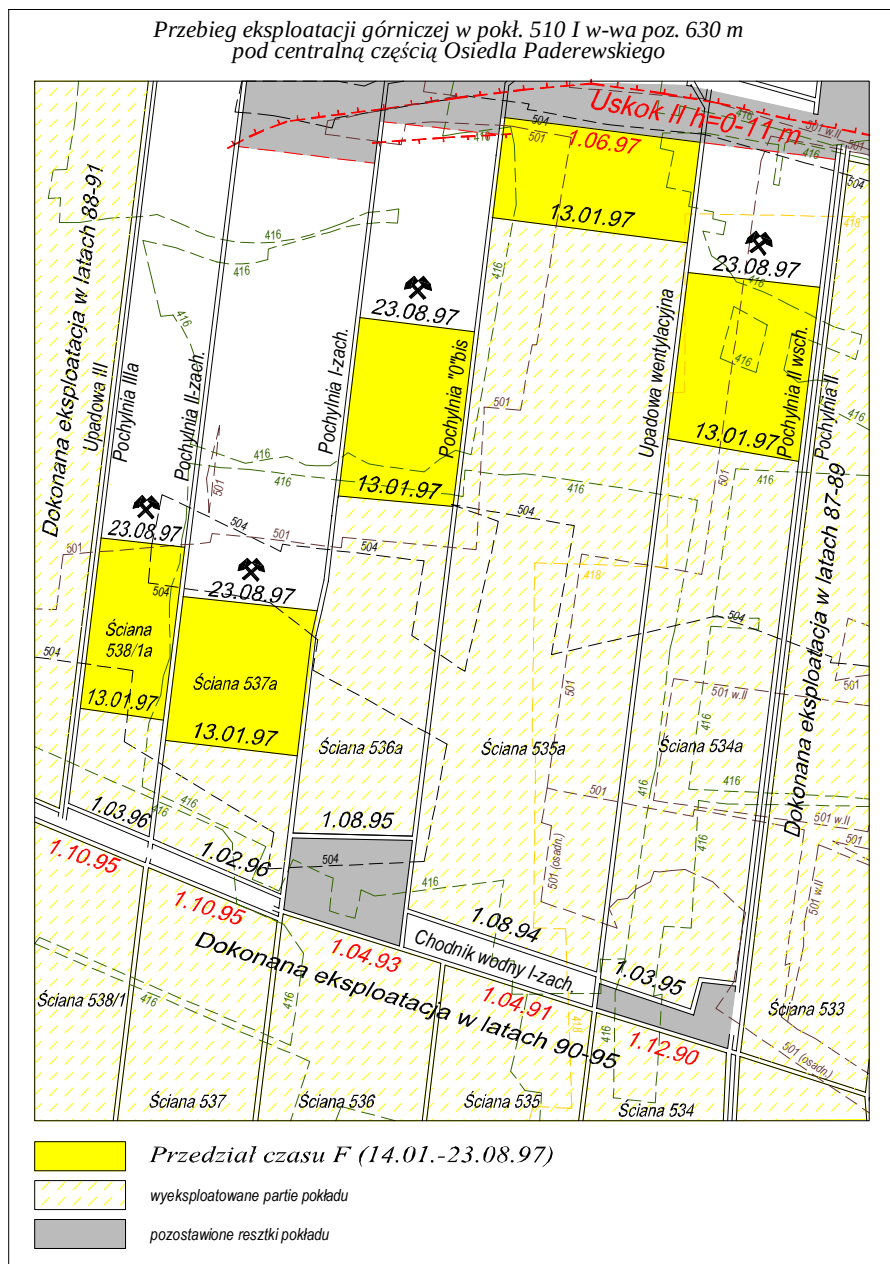
Rys. 4.40. Procentowy udział charakterystycznych danych w przedziale czasu F

536a–537a – 200–250 m,

538/1a–537a– 15–100 m,

- w czasie doby można było prowadzić eksploatację maksymalnie w czterech ścianach.

Z dniem 1.06.1997 r. zakończyła swój bieg ściana 535a – „pilotująca” cały front eksploacyjny w przyjętym do analizy modelu.



Rys. 4.41. Zakres eksploatacji w przedziale czasu F

Tąpnięcie o energii sejsmicznej $2 \cdot 10^5$ J w rejonie ściany 537a, które wystąpiło w dniu 23.08.1997 r., kończy przedział czasu F. Charakterystyczne dane dotyczące sejsmiczności, wielkości wydobywania oraz profilaktyki tąpniowej dla przedziału F są przedstawione na rysunku 4.40, natomiast na rysunku 4.41 przedstawiono zakres eksploatacji w tym przedziale czasu.

Przedział czasu G 24.08– 23.10.1997

W związku z zaistniałym w dniu 23.08.1997 r. tąpnięciem górotworu o energii sejsmicznej $2 \cdot 10^5$ J w rejonie ściany 537a, zarządzeniem OUG, nastąpiło zatrzymanie ścian 537a i 538/1a. Ich uruchomienie uwarunkowano pozytywną opinią Komisji ds. Tapań w Zakładach Górniczych Wydobywających Węgiel Kamienny, usunięciem skutków tąpnięcia i uzyskaniem zezwolenia OUG na dalszy ruch tych ścian. Po szczegółowej analizie i na podstawie oceny sytuacji przez naukowy Zespół Specjalistów ds. nadzoru nad eksploatacją pod Osiedlem Paderewskiego, kopalnia przedłożyła wniosek do Komisji ds. Tapań, który uchwałą nr 25/97 z dnia 28.08.1997 r. został pozytywnie zaopiniowany.

W dniu 2.09.1997 r. dyrektor OUG wydał zezwolenie na prowadzenie ruchu na następujących warunkach:

- ściana 534a:
 - maksymalna wysokość wybierania 2,3 m,
 - maksymalny krok podsadzki 2,4 m,
 - maksymalny dobowy postęp 2,4 m/dobę,
 - maksymalny miesięczny postęp 50,0 m/miesiąc;
- ściana 536a:
 - maksymalna wysokość wybierania 2,3 m,
 - maksymalny krok podsadzki 2,4 m,
 - maksymalny dobowy postęp 2,4 m/dobę,
 - maksymalny miesięczny postęp 30,0 m/miesiąc;
- odstąpienie od koordynacji odległości ściany 536a ze ścianą 537a,
- usunięcie skutków tąpnięcia w ścianie 537a i pochylni I zachód,
- dalsza kontynuacja eksploatacji ścianami 537a i 538/1a mogła nastąpić po przedłożeniu przez kopalnię szczegółowego projektu bezpiecznej eksploatacji w obszarze oddziaływania resztki pokładu 504 i zespołu krawędzi pokładu 501 i 504,
- do tego czasu zezwolono na:
 - „odświeżanie”, frontu ściany 538/1a na podstawie decyzji KRZG,
 - „odświeżanie”, na podstawie decyzji KRZG frontu ściany 537a w przypadku stwierdzenia zagrożenia górniczo-pożarowego (praktycznie było to niemożliwe – brak drugiego wyjścia ze ściany, spowodowany skutkami na pochylni I zachodniej),
- odstąpienie od koordynacji odległości między ścianami 536a i 537a, co OUG uwarunkował pozytywną opinią Komisji ds. Ochrony Powierzchni przed Szkodami Górniczymi.

Uchwałą nr 12/97 Komisja ds. Ochrony Powierzchni przed Szkodami Górniczymi odniosła się pozytywnie do wniosku kopalni. W tym przedziale czasu usuwano skutki tąpnięcia. Odstąpiono od przebudowy zdeformowanej pochylni I. Zaprojektowano i wykonano nową pochylnię wzdłuż linii zrobów ściany 536a. Niezależnie od tego wykonano również w zrobach ściany 538/1a chodnik ucieczkowy. Głównie zabezpieczał on dodatkowo dojście i wyjście z koniecznej do utrzymania pompowni. Powyższe zostało włączone do szczegółowego projektu dalszej bezpiecznej eksploatacji ścianami 538/1a i 537a, opracowywanego przez Zespół GIG, AGH, Politechniki Śląskiej i Kopalni.

Na podstawie opinii Zespołu kopalnia sformułowała wniosek do Komisji ds. Tapań (Aneks nr 3 do „Programu Skoordinowanej Eksploatacji Górniczej (... na lata 1996–2000’’). W aneksie tym przedstawiono trzy warianty dalszej eksploatacji ścianami 537a i 538/1a. Podstawowe założenia przedstawionych wariantów były sformułowane następująco:

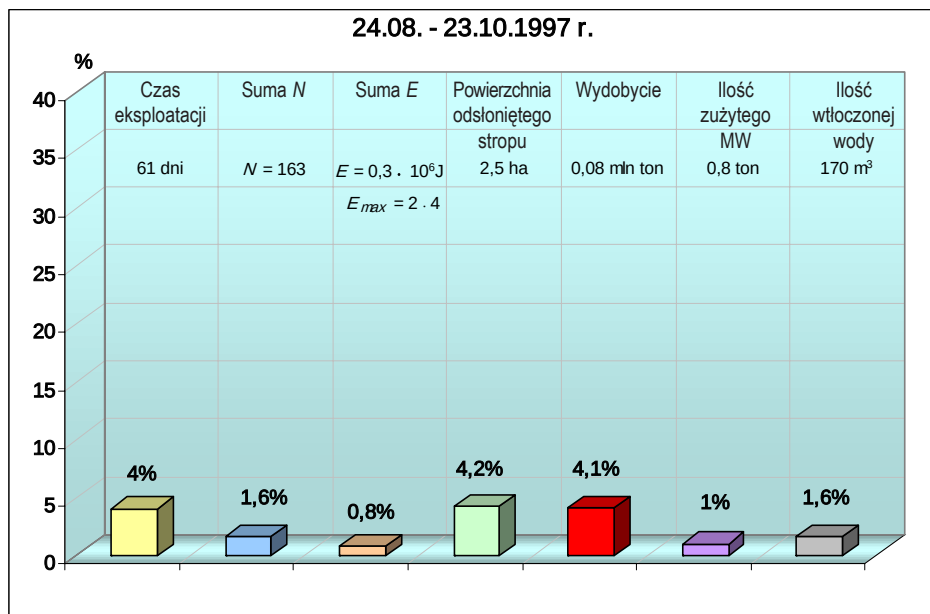
Wariant I – Dalsza eksploatacja warstwy I pokładu 510 ścianami 537a i 538/1a z zastosowaniem dodatkowej profilaktyki aktywnej, głównie w ścianie 537a.

Wariant II – uruchomienie ponownej eksploatacji ściany 537a z nowej rozczinki wykonanej powyżej aktualnego położenia frontu ściany 537a (powyżej krawędzi pokładu 416) z zachowaniem normalnego biegu ściany 538/1a.

Wariant III – zatrzymanie dalszej eksploatacji pokładu 510 ścianami 537a i 538/1a względnie tylko ścianą 537a.

Do zaopiniowania kopalnia przedstawiła wariant I.

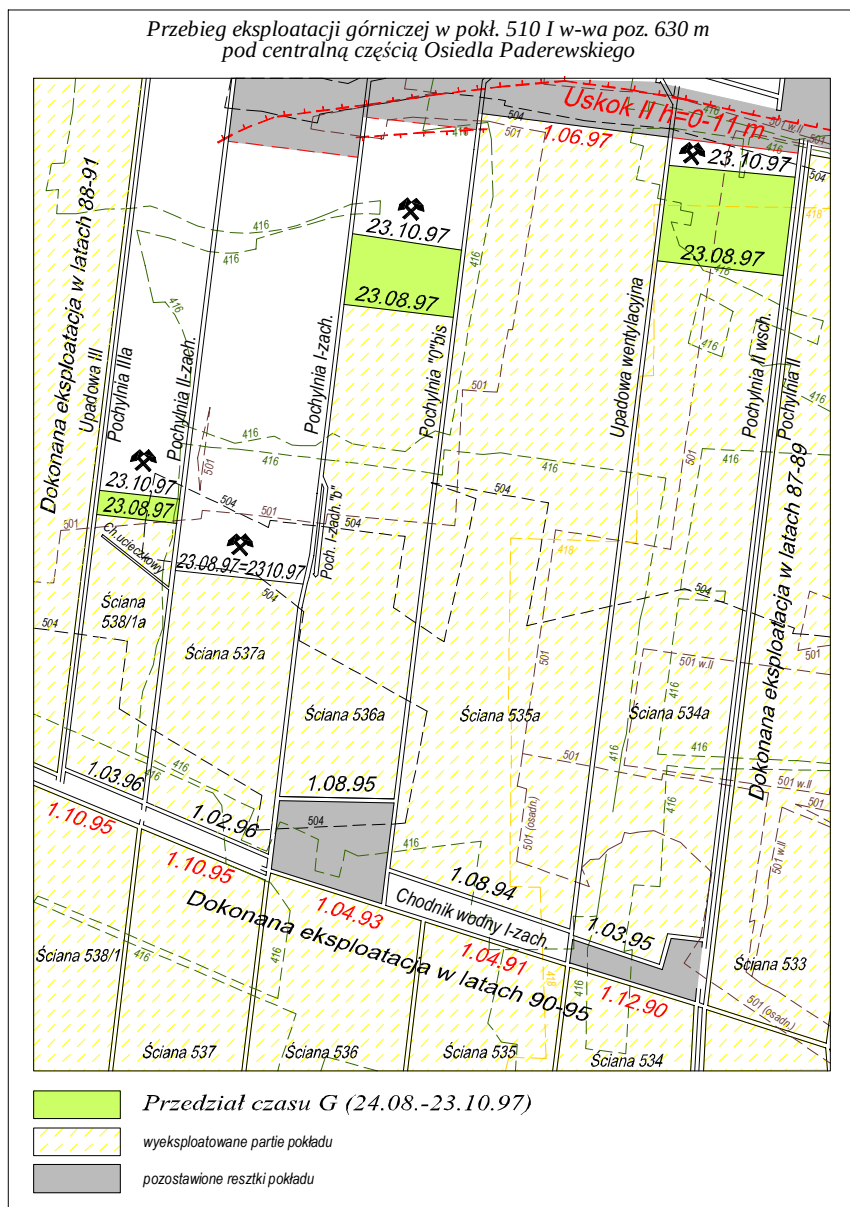
Posiedzenie Komisji ds. Tapań z udziałem Zespołu Roboczego Komisji ds. Ochrony Powierzchni odbyło się 1.10.1997 r. Protokółem nr 9/97 oraz uchwałą



Rys. 4.42. Procentowy udział charakterystycznych danych w przedziale czasu G

nr 29/97 Komisje pozytywnie zaopiniowały wniosek kopalni dotyczący dalszego prowadzenia frontu eksploatacji pod centralną częścią Osiedla Paderewskiego. (*Po raz drugi w krótkiej historii - pierwszy raz po wstrząsie 25.02.1996 r. - powstał problem jego zatrzymania, co oznaczałoby koniec kopalni*).

Zatwierdzenie wariantu I kończy przedział czasu G. Charakterystyczne dane dotyczące sejsmiczności, wielkości wydobywania oraz profilaktyki tapaniowej są przedstawione na rysunku 4.42. Zakres eksploatacji poszczególnych ścian analizowanego modelu w przedziale czasu G przedstawia rysunek 4.43.



Rys. 4.43. Zakres eksploatacji w przedziale czasu G

Realizację przyjętego wariantu I dalszej eksploatacji przewidziano w czterech etapach (etapów tych nie należy kojarzyć z nazwami okresów eksploatacji scharakteryzowanymi na stronach 35 i 36).

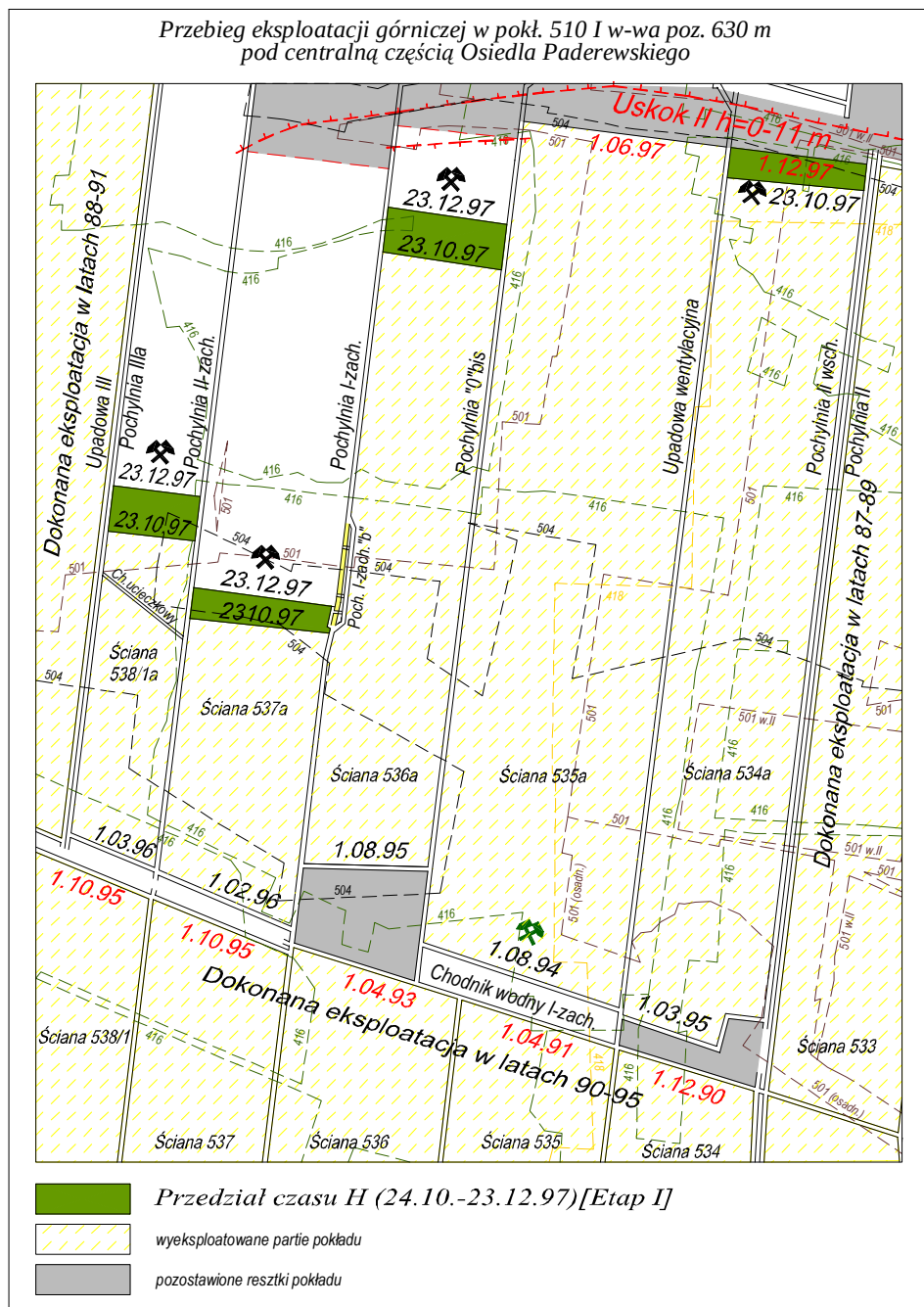
Etap I – obejmował okres prowadzenia ściany 538/1a do czasu jej wyjścia na odległość 15 m poza krawędź resztki pokładu 504. Parametry i rygory prowadzenia całego frontu pod centralną częścią Osiedla Paderewskiego w przedziale czasu H (odpowiadającym etapowi I) przedstawiały się następująco:

- ściana 534a:
 - maksymalna wysokość wybierania 2,3 m,
 - maksymalny krok podsadzki 2,4 m,
 - maksymalny dobowy postęp 2,4 m/dobę,
 - maksymalny miesięczny postęp 50,0 m/miesiąc,
 (1.12.1997 r. ściana zakończyła swój bieg);
- ściana 536a:
 - maksymalna wysokość wybierania 2,3 m,
 - maksymalny krok podsadzki 2,4 m,
 - maksymalny dobowy postęp 2,4 m/dobę,
 - maksymalny miesięczny postęp 30,0 m/miesiąc;
- ściana 538/1a:
 - maksymalna wysokość wybierania 2,3 m,
 - maksymalny krok podsadzki 1,8 m,
 - maksymalny dobowy postęp 1,8 m/dobę,
 - maksymalny miesięczny postęp 30,0 m/miesiąc,
 - jednorazowe USS zgodnie z projektem;
- ściana 537a – zatrzymana, realizacja prac związanych z jej uruchomieniem:
 - prowadzenie pochylni I zachodniej „b” (drugie wyjście),
 - wiercenia dla USS na pochylni II zachodniej i za postępem na pochylni I zachodniej „b”.

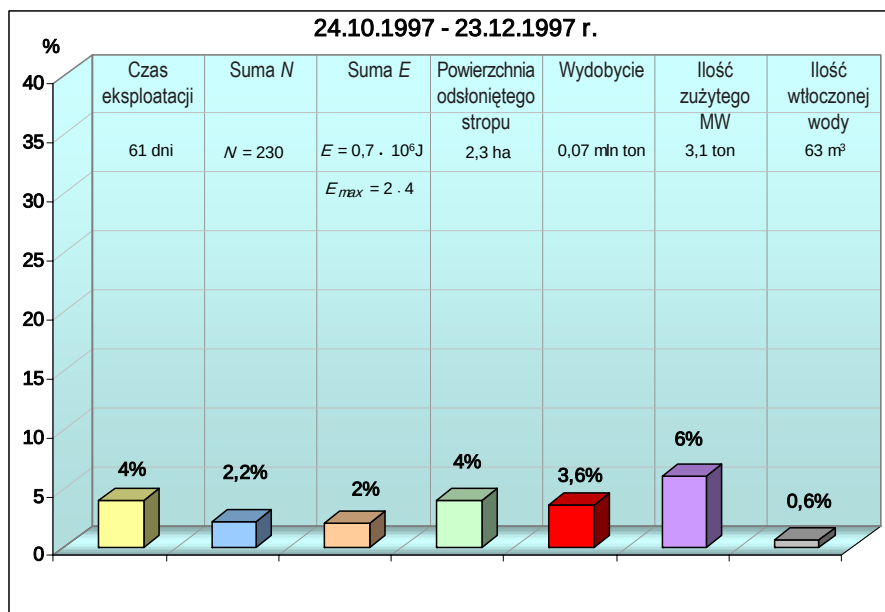
Po przebicciu (5.11.1997 r.) pochylni I zachodniej „b” (w początkowej fazie drążenia zwanej chodnikiem technologicznym), czyli wykonaniu drugiego wyjścia ze ściany 537a, przeprowadzono pierwsze strzelanie, co umożliwiło jej ruch po 75 dniach postoju.

Warunkiem realizacji prac w rejonie ścian 538/1a, 537a, tzn. wykonywania chodników oraz robót związanych z profilaktyką, było wykluczenie ich równoległego prowadzenia. Konieczna koordynacja opóźniła jednak ich postęp. W dniu 23.12.1997 r. front ściany 538/1a znajdował się ponad 15 m poza krawędzią pokładu 504. Zakończył się tym samym etap I, a równocześnie z nim przedział czasu H. Wykonano do tego czasu chodnik ucieczkowy i pochylnię I zachodnią „b” oraz zrealizowano USS (oprócz części ściany 538/1a) w pochylni II zachodniej, w pochylni I zachodniej „b” oraz dwa razy na ścianie 537a.

Zakres eksploatacji analizowanego modelu w przedziale czasu H pokazano na rysunku 4.44, natomiast charakterystyczne dane dotyczące sejsmiczności, wielkości wydobywania oraz profilaktyki tąpniowej są przedstawione na rysunku 4.45.



Rys. 4.44. Zakres eksploatacji w przedziale czasu H



Rys. 4.45. Procentowy udział charakterystycznych danych w przedziale czasu H

Przedział czasu I (Etap II)

24.12.1997–15.05.1998

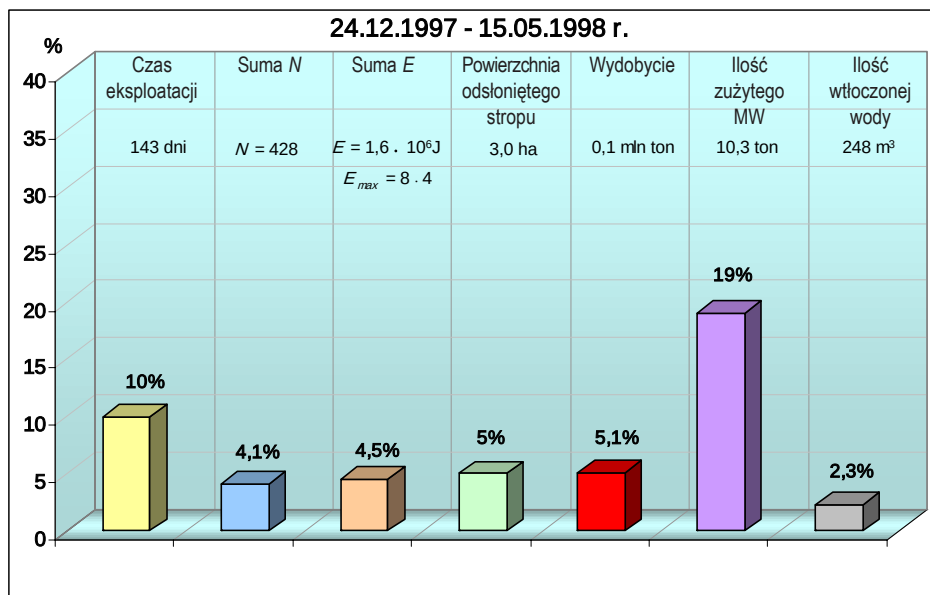
Etap II – obejmował okres prowadzenia ścian 537a i 538/1a do czasu przejścia frontem 537a zespołu krawędzi pokładu 501 i 504 oraz krawędzi resztki pokładu 504 na odległość 15 m. Kolejne działania profilaktyczne z wykorzystaniem techniki USS realizowano co około 20 m postępu ściany 537a (ostatnie wykonano 9.03.1998 r). Po każdym USS wykonywano pomiary sejsmiczne połączone z geotomograficzną interpretacją pola prędkości rozchodzenia się fal sejsmicznych. Rygory prowadzenia frontu w przedziale czasu I (pokrywającym się z etapem II) były następujące:

- ściana 536a, 537a, 538/1a:
 - maksymalna wysokość wybierania 2,3 m,
 - maksymalny krok podsadzki 1,8 m,
 - maksymalny dobowy postęp 1,8 m/dobę,
 - maksymalny miesięczny postęp 30,0 m/miesiąc,
- na jednej zmianie do wydobycia mogła być tylko obłożona jedna ze ścian: 537a lub 538/1a,
- postęp miesięczny ściany 538/1a nie większy niż ściany 537a,
- obowiązywał kompleks ustaleń w zakresie stref szczególnego zagrożenia tąpniętami i organizacji ruchu załogi,
- na ścianie 537a każdy kolejny cykl podsadzkowy poprzedzony był strzelaniem odprężająco-urabiającym. Kombajn sterowany radiem służył tylko do ładowania. Pomiedzy sekcjami (co 1,8 m) budowano i pozostawiano, oprócz wymaganego budynku drewnianego, jeden stojak ciemny (SV).

Pochylnia I zachodnia „b” poprzez kolejne przecinki do ściany 537a zabezpieczała transport, wentylację, ruch załogi i późniejszy spływ wody. Dążenie do maksymalizacji podporności spowodowało opracowanie i zastosowanie oryginalnego rozwiązania wspomnianej już obudowy chodnikowej tzw. prostokątno-lukowej (rys. 1.5). Badania wykonane w GIG potwierdziły jej skuteczność.

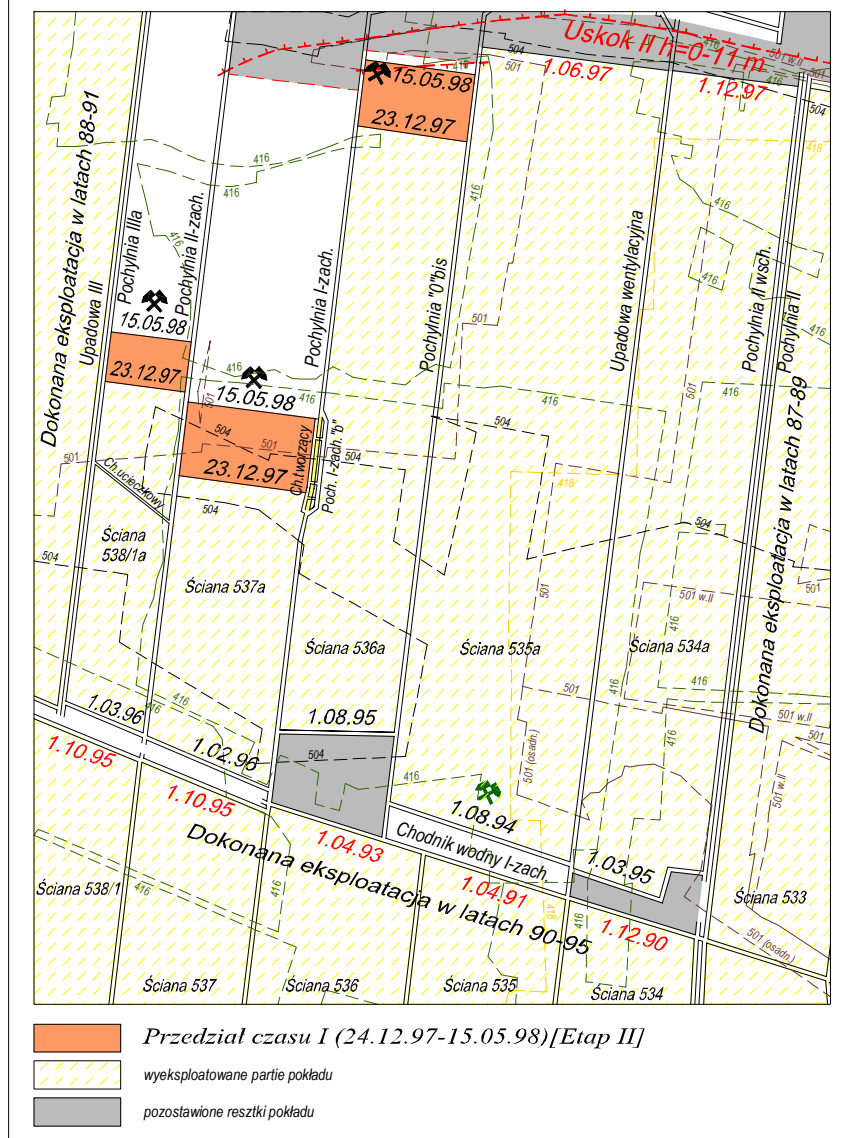
Prowadzenie prac w przedziale czasu I (etap II), to bardzo trudny okres eksploatacji, tym nie mniej zrealizowanie jej potwierdziło możliwość prowadzenia frontu wydobywczego i stanowiło podstawową argumentację za kontynuacją działalności górniczej w tym obszarze. Przejście ścianą 537a w dniu 15.05.1998 r. zespołu krawędzi pokładu 501 i 504 oraz krawędzi resztki pokładu 504 na odległość 15 m kończy etap II i równocześnie z nim przedział czasu I.

Charakterystyczne dane dotyczące sejsmiczności, wielkości wydobywania oraz profilaktyki tapaniowej przedstawione są na rysunku 4.46, a na rysunku 4.47 został pokazany zakres eksploatacji poszczególnych ścian modelu w przedziale czasu I.



Rys. 4.46. Procentowy udział charakterystycznych danych w przedziale czasu I

Przebieg eksploatacji górniczej w pokł. 510 I w-wa poz. 630 m
pod centralną częścią Osiedla Paderewskiego



Rys. 4.47. Zakres eksploatacji w przedziale czasu I

Przedział czasu J (Etap III)

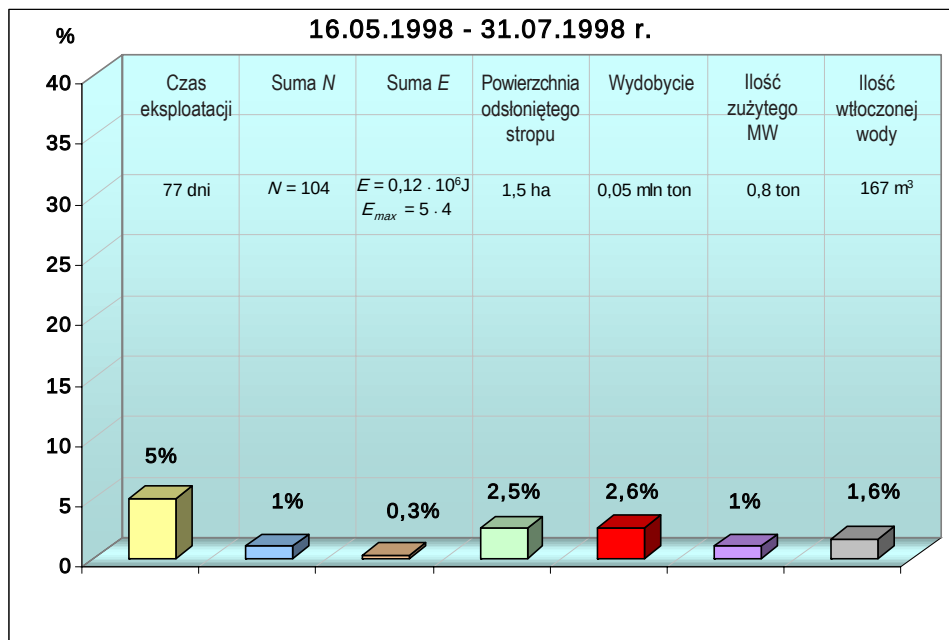
16.05– 31.07.1998

Po wejściu frontu ściany 537a pod wybrane już pole pokładu 504, które w zasadzie neutralizowało resztki i krawędzie pokładów 416 i 501, rozpoczęto realizację III etapu projektu eksploatacji, przyjętego po wstrząsie z dnia 23.08.1997 r. Warunki górnicze, zgodnie z przewidywaniami, zdecydowanie poprawiły się. W związku z tym kopalnia wystąpiła do Komisji ds. Tapań w Zakładach Górniczych Wydobywających Węgiel Kamienny oraz Komisji ds. Ochrony

Powierzchni przed Szkodami Górniczymi (Aneks nr 5 do „Programu Skoordynowanej Eksploatacji Górniczej (...) na lata 1996–2000”) o korektę niektórych rygorów.

W tym czasie, w dniu 26.05.1998 r. w rejonie ściany 536a, podczas przechodzenia przez uskok o zrzućcie około 1,5 m towarzyszący uskokowi II i zbliżaniu się do linii zatrzymania, wystąpiło tąpnięcie o energii sejsmicznej $E = 5 \cdot 10^4$ J. Okręgowy Urząd Górniczy wstrzymał jej ruch, warunkując ponowne uruchomienie pozytywną opinią Komisji ds. Tapań w Zakładach Górniczych Wydobywających Węgiel Kamienny i Komisji ds. Ochrony Powierzchni przed Szkodami Górniczymi (do aneksu nr 5 kopalnia przygotowała dodatek dotyczący ściany 536a). Wydając ją, połączone Komisje potwierdziły zasadność wniosku kopalni o nieznaczną korektę dotychczasowych rygorów. Do czasu uzyskania zezwolenia OUG, tj. do 31.07.1998 r., ściany 537a i 538/1a były prowadzone jak w etapie II (przedział czasu I), tj.:

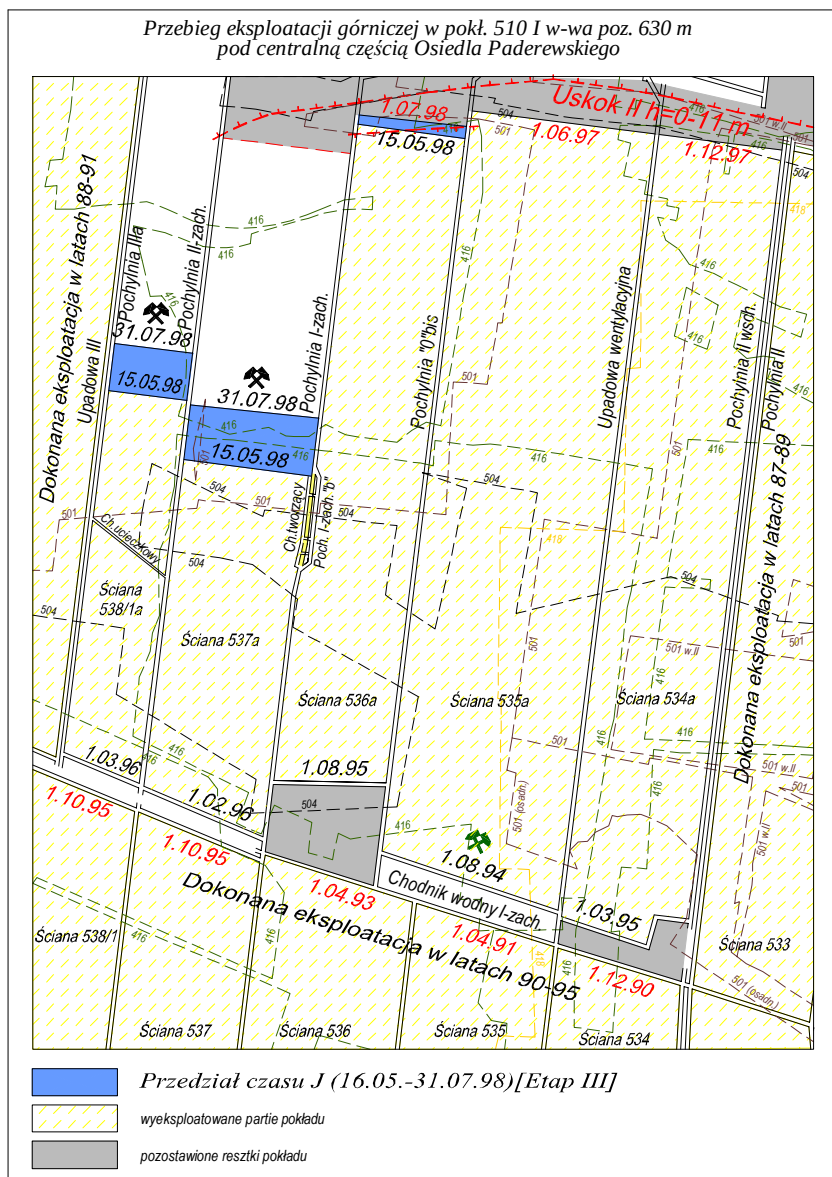
- ściany 537a i 538/1a:
 - maksymalna wysokość wybierania 2,3 m,
 - maksymalny krok podsadzki 1,8 m,
 - maksymalny dobowy postęp 1,8 m/dobę,
 - maksymalny miesięczny postęp 30,0 m/miesiąc,
- na jednej zmianie do wydobywania mogła być tylko obłożona jedna ze ścian: 537a lub 538/1a,
- po tąpnięciu natomiast ściana 536a została zatrzymana, a z uwagi na zagrożenie pożarowe obkładana była tylko w celu „odświeżenia” frontu; w sumie w ten sposób wykonano nią około 12 m postępu, osiągając nowo wyznaczoną linię zatrzymania.



Rys. 4.48. Procentowy udział charakterystycznych danych w przedziale czasu J

Dla przypomnienia, przedział czasu J (etap III) zakończył się z chwilą przejścia frontu ściany 537a ponad 15 m poza północną krawędź resztki pokładu 416, co nastąpiło 31.07.1998 r. Oznaczało to równocześnie koniec obejmującej cztery lata analizy eksploatacji w wybranym modelu pod centralną częścią Osiedla Paderewskiego.

Charakterystyczne dane dotyczące sejsmiczności, wielkości wydobywania oraz profilaktyki tąpniowej dla przedziału czasu J przedstawione są na rysunku 4.48, a na rysunku 4.49 pokazano zakres eksploatacji w tym przedziale czasu.



Rys. 4.49. Zakres eksploatacji w przedziale czasu J

Po decyzji OUG, podjętej na podstawie pozytywnych opinii połączonych Komisji ds. Tapań... i ds. Ochrony Powierzchni... , od dnia 1.08.1998 r., eksploatacja mogła być prowadzona na niżej wymienionych warunkach, ustalonych dla etapu IV, który obejmował odcinek eksploatacji ścian 538/1a i 537a między resztką w pokładzie 416 a linią zatrzymania ściany 537a (przed uskokiem II):

- ściany 537a i 538/1a:
 - maksymalna wysokość wybierania 2,5 m,
 - maksymalny krok podszkzi 2,4 m,
 - maksymalny dobowy postęp 2,4 m/dobę,
 - maksymalny miesięczny postęp 36,0 m/miesiąc,
 - przesunięcie linii zatrzymania biegu ścian 536a i 537a w kierunku na południe przed krawędź pokładu 501; w przypadku ściany 536a oznaczało to jej zatrzymanie i likwidację.

W etapach I, II, III utrzymywano między frontami ścian 538/1a – 537a odległość powyżej 60 m.

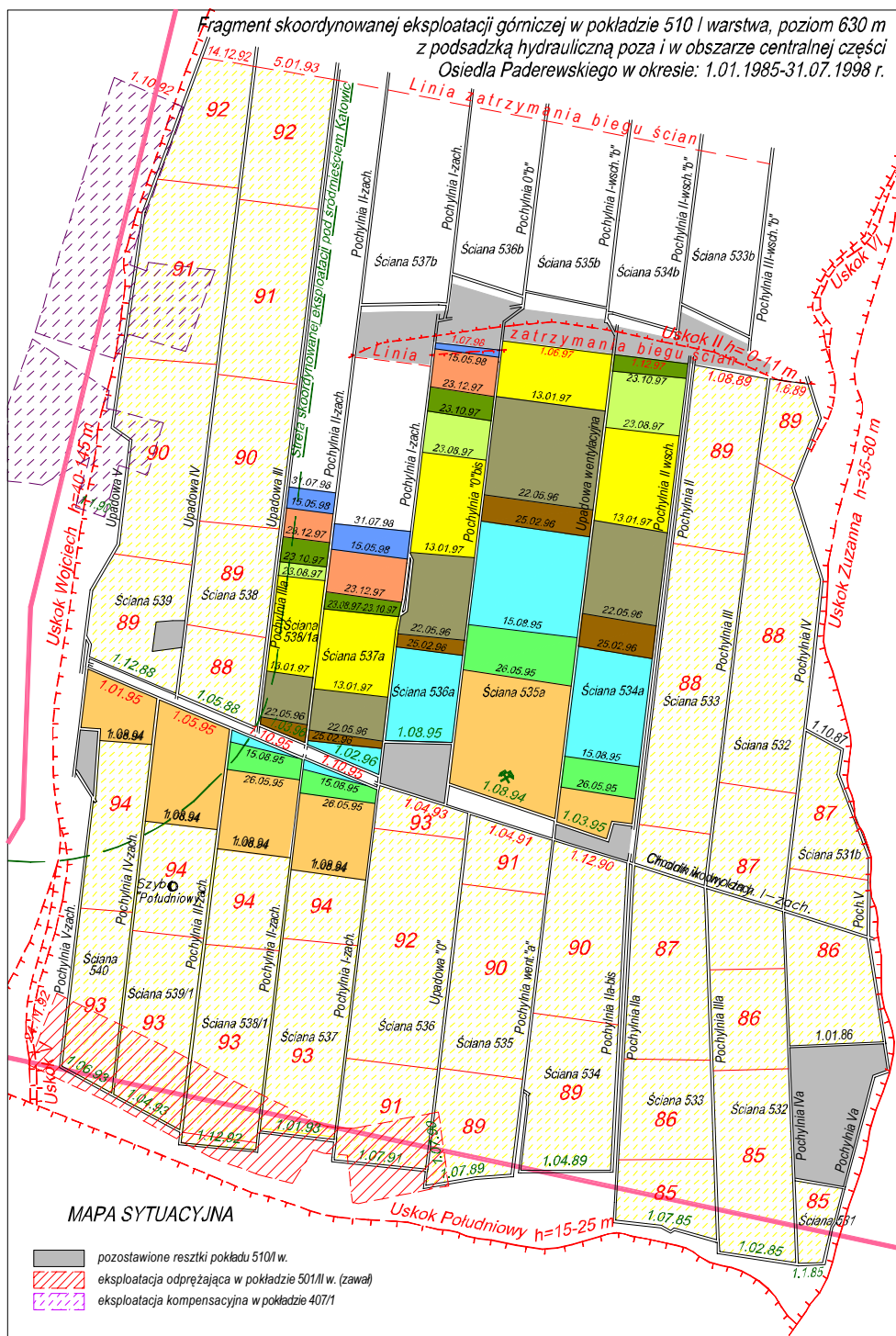
W etapie IV – nieobjętym już analizą – założono uzyskanie wyprzedzenia frontu ściany 538/1a przez ścianę 537a o minimum 15 m, przed wyłączonym z ruchu, a znajdującym się pod pokładem 510 przekopem.

Na rysunku 4.50 przedstawiono całość eksploatacji w I warstwie pokładu 510 poza obszarem, jak i w obszarze przyjętego do analizy modelu eksploatacji, przy czym eksploatację w modelu pokazano z podziałem na charakterystyczne przedziały czasu.

Kopalnię „Katowice-Kleofas” Ruch II „Katowice” postawiono w stan likwidacji. Z dniem 31.10.1998 r. zaprzestano robót przygotowawczych, zakończenie eksploatacji natomiast zaplanowano na 30.06.1999 r. Uwzględniając zagrożenia dołowe i powierzchniowe jako ostatnie swój bieg w lipcu 1999 r. zakończyły ściany 537a i 538/1a.

Z analizy przebiegu eksploatacji górniczej w obszarze badań wynika, że:

1. Przebieg eksploatacji górniczej w przyjętym modelu został podzielony na 10 charakterystycznych przedziałów czasu A - J. Krańcowe punkty tych przedziałów to daty zdarzeń, które wystąpiły podczas prowadzenia frontu wybierania i powodowały konieczność jego modyfikacji. Takie „poziome” spojrzenie umożliwiło bardziej szczegółowe dostrzeżenie współzależności i wzajemnych oddziaływań między poszczególnymi elementami tworzącymi model, a jednocześnie ukazuje mechanizm postępowania legislacyjnego warunkującego prowadzenie ruchu.



Rys. 4.50. Analizowany model eksploatacji – przedziały czasu A–J – stan na 31.07.1998 r.

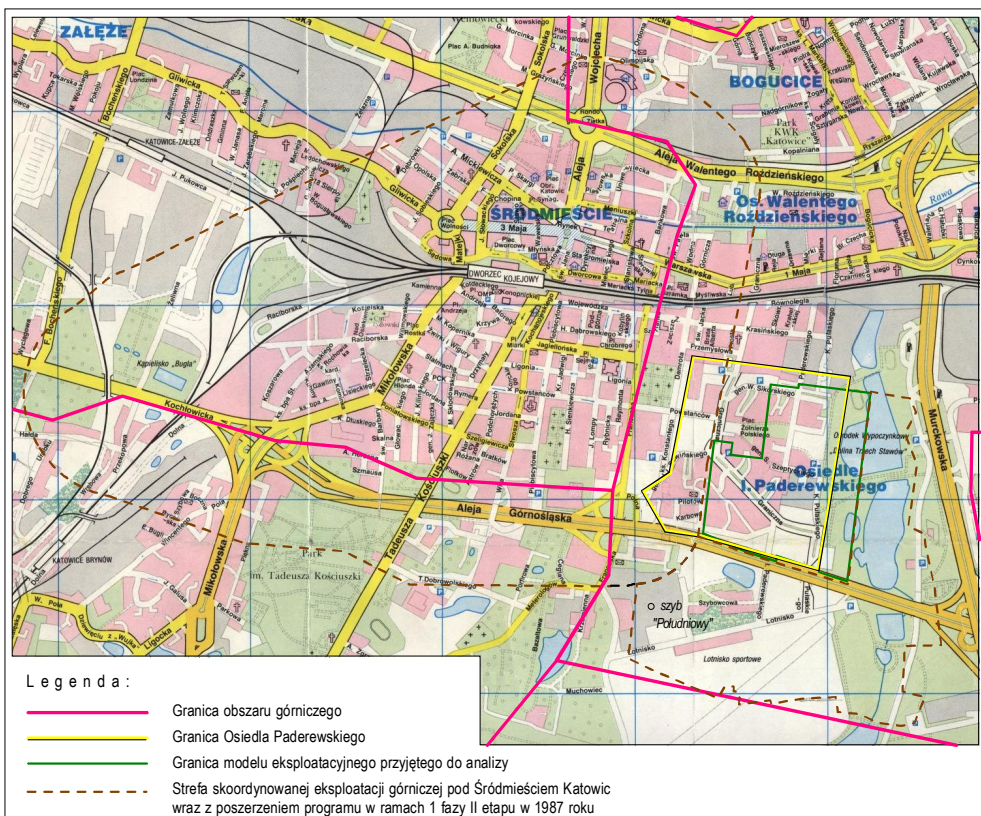
2. Każda nieznaczna modyfikacja prowadzenia frontu nie odbiegała od podstawowych założeń profilaktyki długofalowej. W każdym przypadku rzeczywiste wskaźniki dotyczące ochrony powierzchni i energii wstrząsów były w granicach tolerancji lub poniżej wielkości dopuszczalnych, co potwierdzało trafność podstawowych założeń realizowanej eksploatacji, spełniającej wymagania w zakresie bezpieczeństwa powszechnego.
3. Minimalizacja skutków działalności górniczej na powierzchni stanowiła jeden z głównych celów tej eksploatacji. Zaangażowanie ośrodków naukowych (AGH, GIG, Politechnika Śląska i innych), opiniodawczych (Komisja ds. Tępań dla Kopalń Węgla Kamiennego, Komisja ds. Ochrony Powierzchni przed Szkodami Górniczymi) czy Państwowego Nadzoru Górniczego i Katowickiego Holdingu Węglowego S.A. sprzyjały obiektywnej ocenie zagrożeń, tworząc wspólnie z kierownictwem kopalni instytucjonalną kompatybilność w wypracowywaniu optymalnych w czasie i na poszczególnych odcinkach eksploatacyjnych rygorów.
4. Minimalizacja oddziaływania przemieszczającego się frontu na stan wyrobisk górniczych i powierzchni to proces dynamiczny, w dużej części zależny również od sprawnego zarządzania. Tylko skuteczne dotrzymywanie rygorów prowadzenia eksploatacji w praktyce mogło przynieść zamierzone efekty. Obserwacja modelu w przyjętych przedziałach czasu pozwoliła precyzyjniej poznać występujące zależności.

4.5. Analiza stanu powierzchni

4.5.1. Charakterystyka wpływów na powierzchnię skoordynowanej eksploatacji górniczej prowadzonej poza obszarem badań – stan przed 1.08.1994 roku

W 1970 roku, zgodnie z Uchwałą Prezydium Rządu 6/70, pod Śródmieściem Katowic została podjęta eksploatacja zwana skoordynowaną. Ostateczne jej zakończenie nastąpiło w obszarze KWK Katowice-Kleofas Ruch I w grudniu 1998 roku.

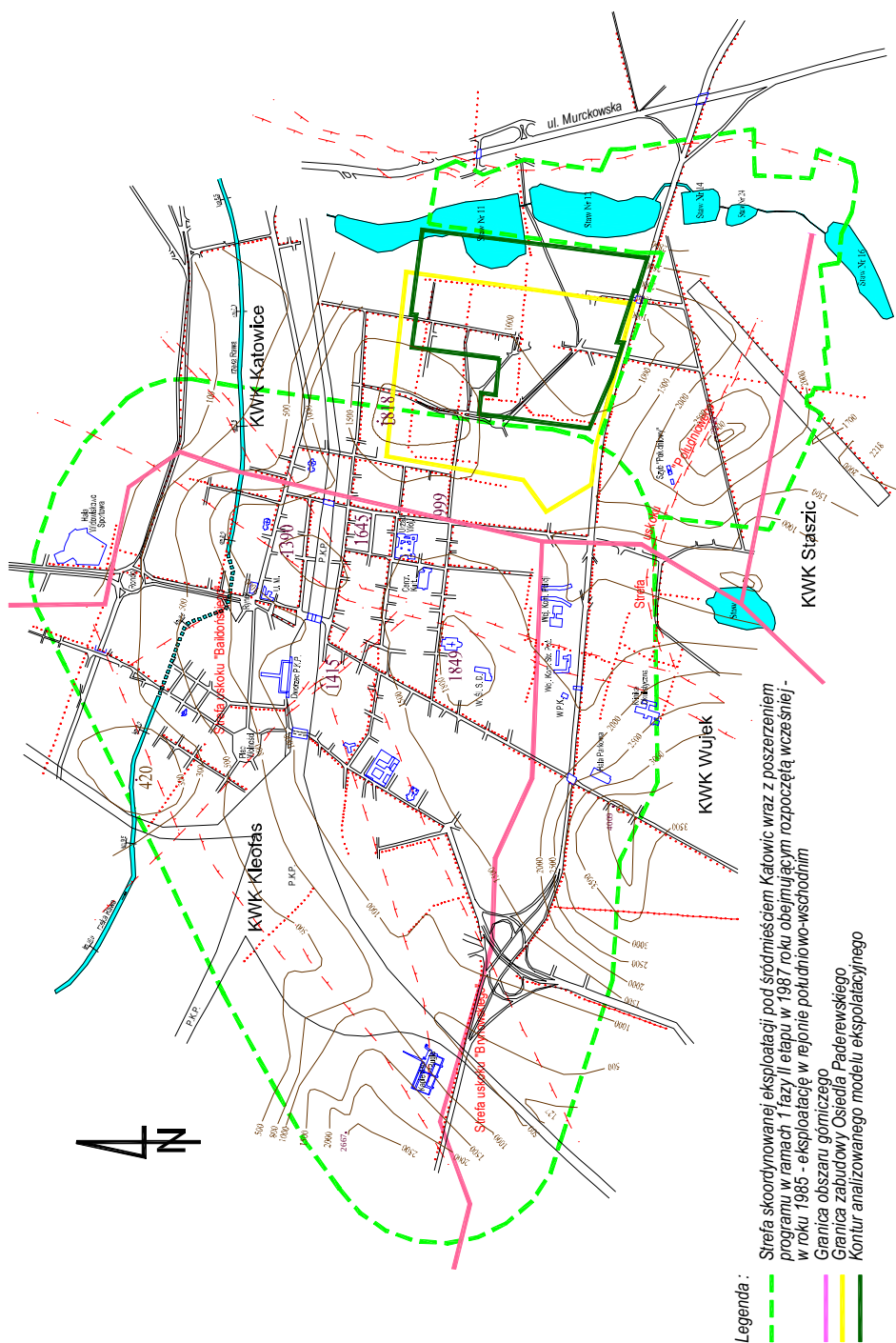
W 1987 roku obszar tej eksploatacji poszerzono o zachodnią część Osiedla Paderewskiego, rejon Doliny Trzech Stawów i o rejon szybu „Południowego”. Na rysunku 4.51, na tle wycinka planu miasta Katowice, przedstawiono położenie granic skoordynowanej eksploatacji wraz z poszerzeniem, a także granice wyznaczające położenie całego Osiedla i analizowanego modelu eksploatacji I warstwy pokładu 510.



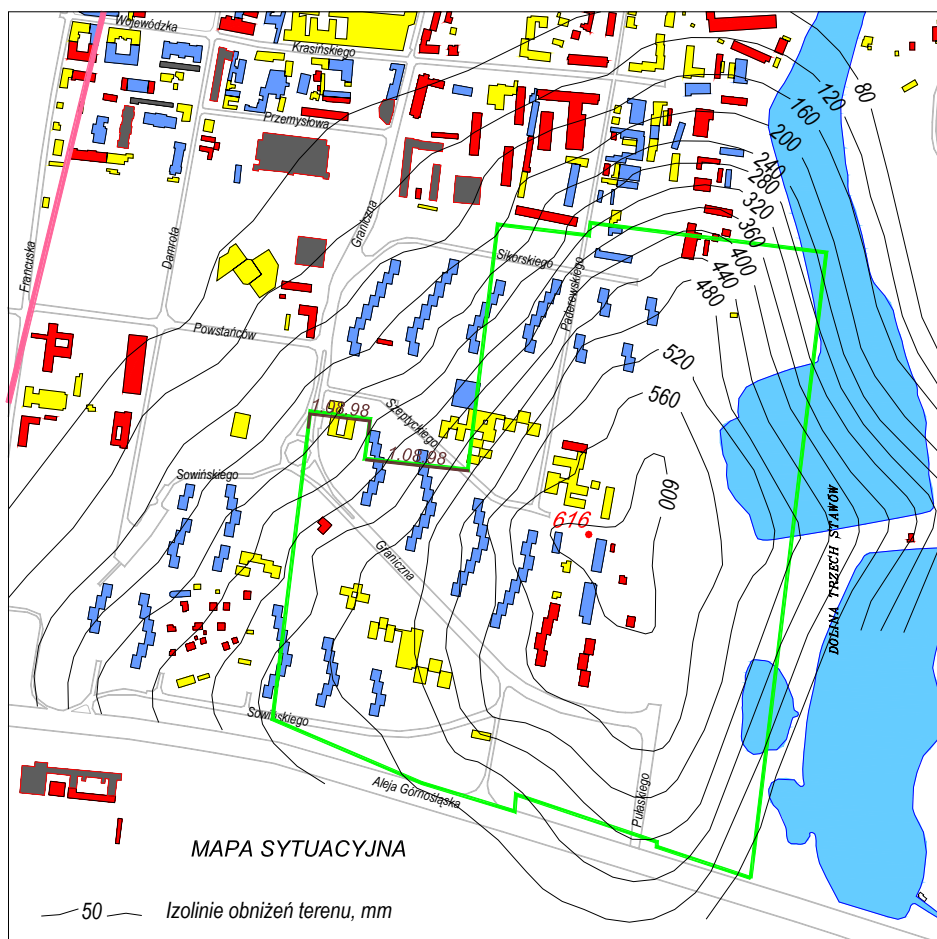
Rys. 4.51. Strefa skoordynowanej eksploatacji górniczej pod Śródmieściem Katowic wraz z jej poszerzeniem

W okresie od rozpoczęcia eksploatacji w październiku 1970 roku teren poddany wpływom skoordynowanej eksploatacji górniczej pod Śródmieściem Katowic uległ obniżeniu. Rozkład izolinii tych obniżeń przedstawiony jest na rysunku 4.52, natomiast ich rozkład w odniesieniu do badanego fragmentu powierzchni (obszar Osiedla Paderewskiego) przedstawia rysunek 4.53.

W części centralnej największe obniżenie wynoszące 1849 mm (rys. 4.52) wystąpiło nad polem wybierania KWK Kleofas w sąsiedztwie Katedry p.w. Chrystusa Króla. Od tego miejsca, w kierunku wschodnim, wystąpiło lokalne obniżenie pod ulicą Francuską – spowodowane niewybraniem pokładu 504 (strefa bezzasobowa) w czasie 1 fazy I etapu w sąsiedztwie uskoku „Wojciech”. W kierunku na wschód od ulicy Francuskiej (obszar górniczy KWK Katowice) teren osiągnął największe obniżenie wynoszące 1818 mm w północno-zachodniej części Osiedla Paderewskiego. Od tego miejsca, dalej w kierunku wschodnim obniżenia zmniejszały się do około 1200 mm. Gradient zmniejszania się obniżeń w kierunku południowo-wschodnim był łagodniejszy. W części południowej – poza Osiedlem – wzdłuż Alei Górnośląskiej obniżenia wynosiły 2818 mm na wschodzie do 1300 mm na zachodzie. W części środkowej Osiedla obniżenie wynosiło 800–200 mm.

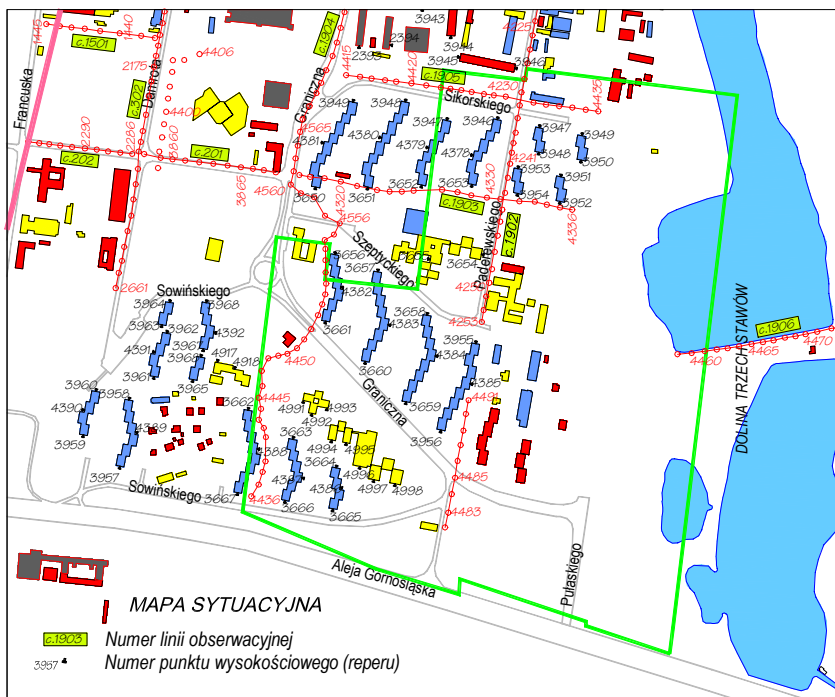


Rys. 4.52. Izolinie obniżenia terenu w okresie 10.1970–04.1994 r. (sumaryczne)

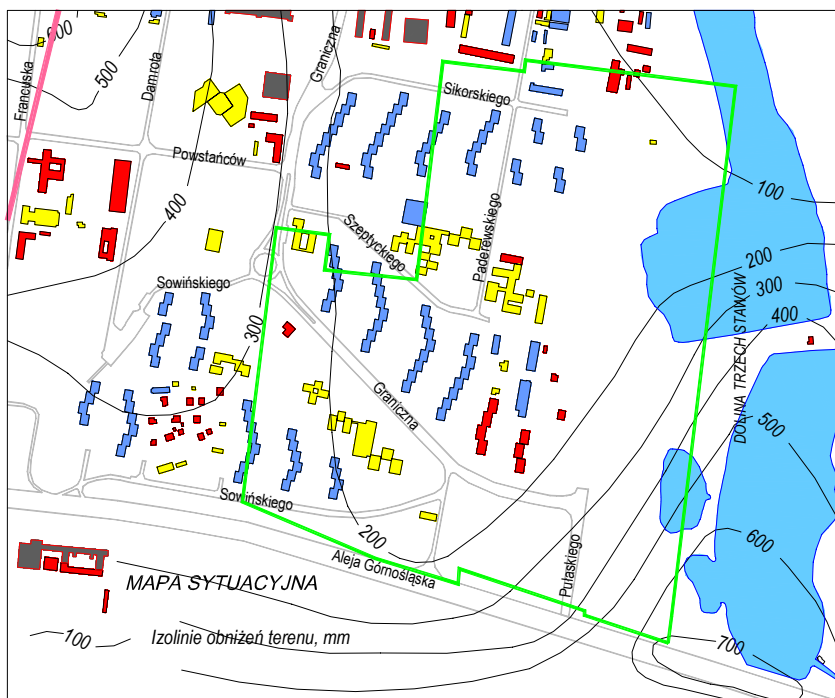


Rys. 4.53. Izolinie obniżenia terenu w okresie 10.1970–04.1994 r. (sumaryczne)

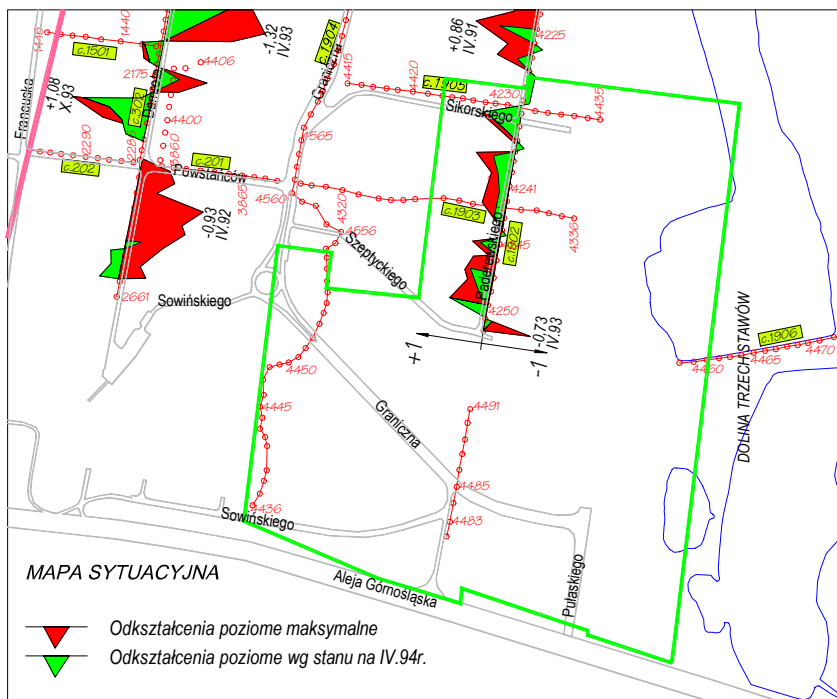
Na rysunkach 4.54–4.57 przedstawiono informacje dotyczące deformacji powierzchni objętej wpływami eksploatacji związanej z analizowanym modelem eksploatacji (pod Osiedlem Paderewskiego): rysunek 4.54 – położenie linii obserwacyjnych, rysunek 4.55 – rozkład izolinii obniżenia terenu w okresie 10.1988–04.1994, rysunek 4.56 – odkształcenia poziome w kierunku N-S w okresie 10.1988-04.1994, rysunek 4.57 – odkształcenia poziome w kierunku W-E w okresie 10.1988-04.1994.



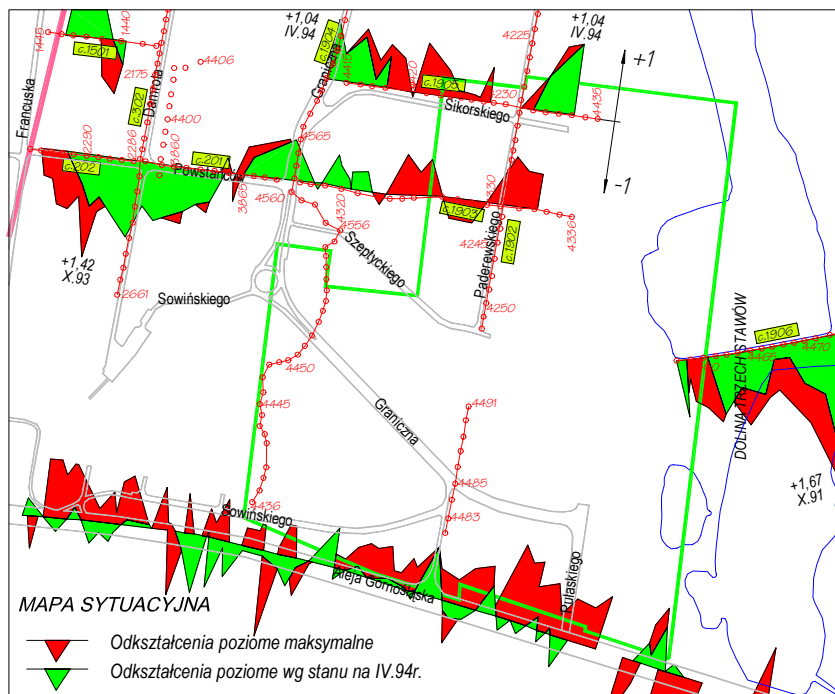
Rys. 4.54. Sieć linii obserwacyjnych w obszarze i w rejonie analizowanego modelu wg stanu na 08.1994 r.



Rys. 4.55. Izolinie obniżen terenu w obszarze i w rejonie analizowanego modelu w okresie 10.1988–04.1994 r.



Rys. 4.56. Odształcenia poziome N-S w obszarze i w rejonie analizowanego modelu w okresie 10.1988–04.1994 r.

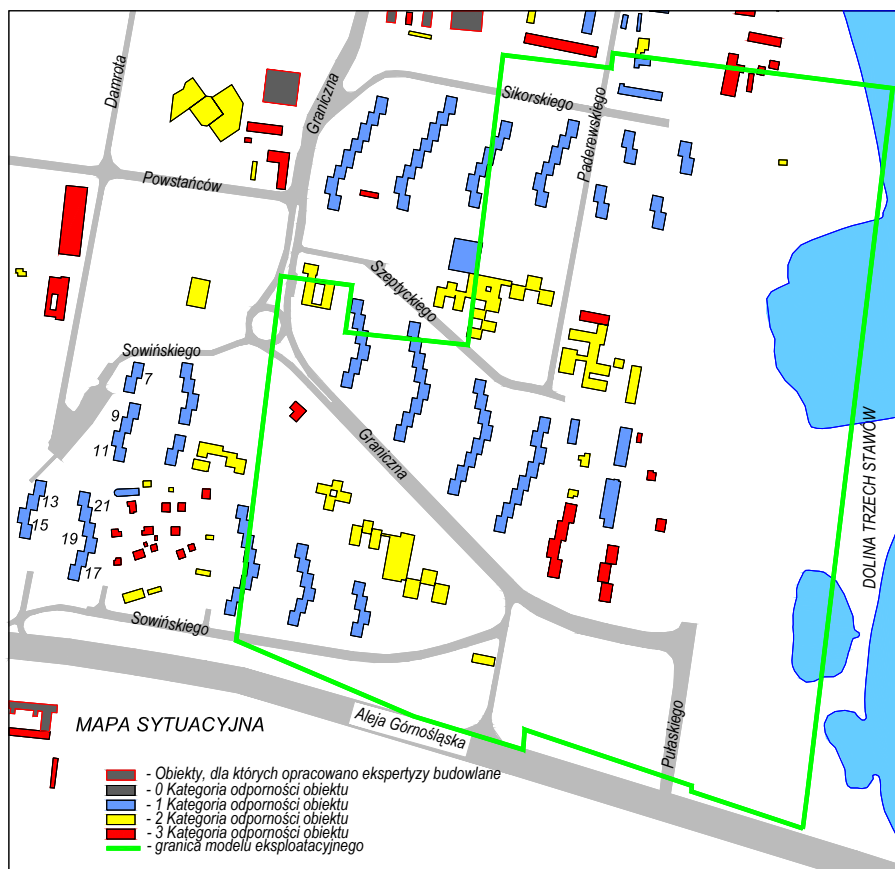


Rys. 4.57. Odształcenia poziome W-E w obszarze i w rejonie analizowanego modelu w okresie 10.1988–04.1994 r.

4.5.2. Charakterystyka zabudowy terenu w obszarze badań

Obszar na powierzchni odpowiadający modelowi eksploatacji miał powierzchnię około 0,6 km² (rys. 4.58). Obejmował on centralną część Osiedla Paderewskiego i był usytuowany w południowo-wschodniej części Katowic, w przybliżeniu między ulicami:

- od południa Aleją Górnośląską,
- od północy ulicą Sikorskiego,
- od zachodu ulicą Graniczną,
- od wschodu strefą rekreacyjną – Dolina Trzech Stawów.

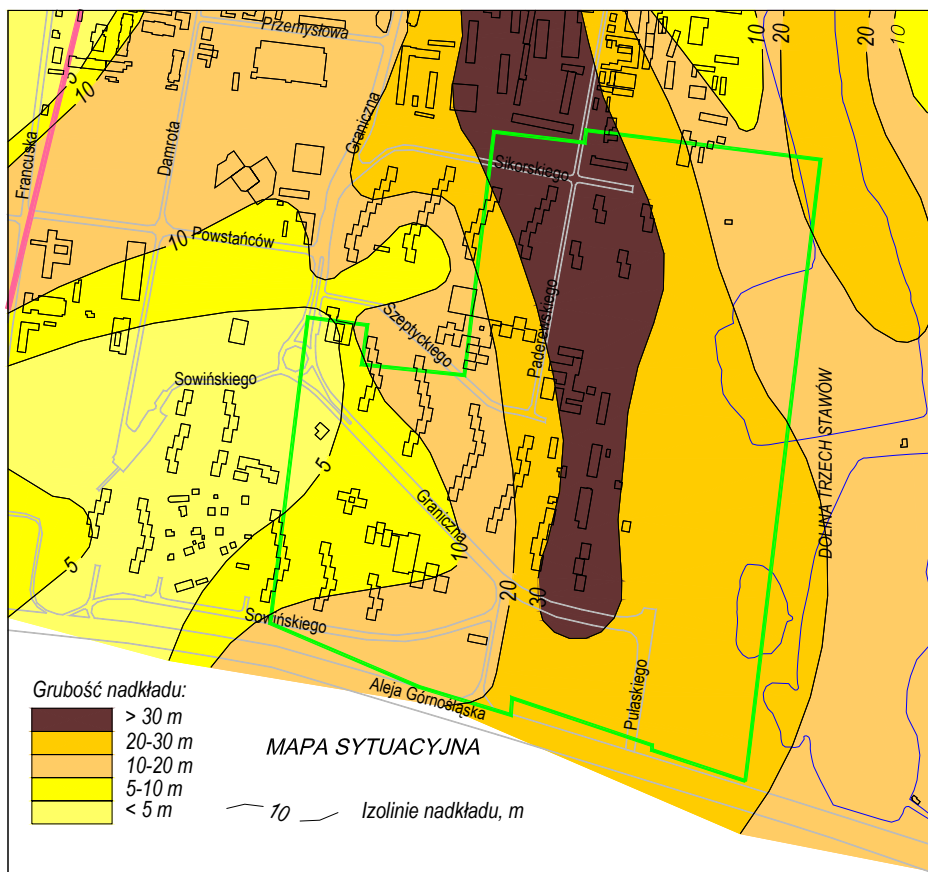


Rys. 4.58. Centralna część Osiedla Paderewskiego

Powierzchnia terenu pod względem morfologicznym jest mało zróżnicowana, przy czym jego najwyższa część (+286 m n.p.m.) znajduje się w części południowo-zachodniej, najniższa zaś w części północno-wschodniej (+264 m n.p.m.). Łagodne obniżenie terenu zaznacza się w kierunku północno-zachodnim, a największe w kierunku wschodnim w rejonie Doliny Trzech Stawów. Teren ten, w porównaniu ze Śródmieściem Katowic, nie był przedmiotem intensywnej zabudowy wielkomiejskiej do początku lat 70. XX wieku. Możliwa więc była eksploatacja pokładów węgla bez szczególnej ochrony powierzchni.

Charakterystyczną cechą podłoża było zróżnicowanie parametrów techniczno-budowlanych. Lokalnie bowiem w warstwach czwartorzędowych znajdowały się glinianki (po wydobyciu gliny dla budownictwa), najczęściej później likwidowane (przez zasypanie odpadami komunalnymi, żużlem, gruzem).

Generalnie podłoże Osiedla Paderewskiego charakteryzuje się zmienną grubością czwartorzędowych, przypowierzchniowych warstw nadkładu, co przedstawia rysunek 4.59. W części południowo-zachodniej Osiedla (pod budynkami przy ul. Sowińskiego nr 7, 9, 11, 13, 15, 17, 19, 21) warstwa ta prawie zanika.



Rys. 4.59. Izolinie nadkładu

Szczegółowe przekroje geologiczne warstw w obrębie tych budynków można opisać następująco:

- warstwa gleby i nasypów o miąższości 30–60 cm,
- grunty mineralne rodzime sypkie, będące zwietrzeliną piasków karbońskich, zbudowane z kamieni i drobnego rumoszu oraz piasków średnioziarnistych w ilości około 50%, o średniej miąższości 1,5–3,5 m,
- skała lita zbudowana z łupków i piaskowców oraz miękka, mało spękana, zbudowana na przemian z warstw piaskowców średnioziarnistych i łupków ilastych z przerostami węgla.

Większość budynków jest posadowiona w partii stropowej warstwy skalnej, na poduszkach piaszczystych o grubości minimum 60 cm. Poziom wody gruntowej w niektórych budynkach sięga powyżej poziomu posadowienia płyt fundamentowych. Występują lokalne anomalie w podłożu gruntowym w postaci grubych warstw nasypów o różnorodnej strukturze.

Budynki posadowiono, zgodnie z ekspertyzą i projektem, na odpowiednio zagęszczonych gruntach nasypowych. W późniejszym okresie, w związku z nierównomiernymi osiadaniem segmentów, pod skrzyniami fundamentowymi budynków nr 1, 3, 5 przy ulicy Sowińskiego zabudowano pale żelbetowe. W centralnej części Osiedla, gdzie grubość warstw czwartorzędowych jest większa (ul. Graniczna i Szeptyckiego), w poziomie posadowienia segmentów występują plastyczne gliny piaszczyste o zróżnicowanej nośności. Poziom wody gruntowej w tej części Osiedla utrzymuje się poniżej poziomów posadowienia obiektów.

W północnej części Osiedla (ul. Sikorskiego nr budynków 10–36) w poziomach posadowienia budynków znajdują się piaski grube i średnie oraz pospółki i żwiry. Lokalnie stwierdzono wyklinowujące się warstwy i soczewki glin morenowych (piaszczystych i pylastych). Soczewki te mają miąższość 1–4 m. Wszystkie budynki w tej części Osiedla posadowiono powyżej zasadniczego poziomu wody gruntowej. Ogólnie stwierdza się, że dzięki posadowieniu wszystkich obiektów mieszkalnych na terenie Osiedla Paderewskiego na skrzyniach fundamentowych, mimo zróżnicowanej nośności uniknięto problemów związanych z nierównomiernym ich osiadaniem. Wyjątek stanowiły wspomniane budynki nr 1, 3, 5 posadowione na nasypach.

Osiedle Paderewskiego w Katowicach zostało wybudowane w latach 1974–1984. Zabudowę mieszkalną Osiedla tworzą wielosegmentowe i wielokondygnacyjne budynki o prefabrykowanej konstrukcji ścianej w układzie poprzecznym. Budynki wykonano z elementów wielkopłytowych systemu W-70, wszystkie są podpiwniczone. Kondygnacja piwniczna jest skonstruowana w postaci monolitycznej skrzyni żelbetowej składającej się z płyty fundamentowej o grubości 60 cm, ścian o grubości 40 cm i monolitycznych płyt stropowych o grubości 16 cm. Ściany parteru i strop nad parterem wykonano również w konstrukcji monolitycznej. Elementy prefabrykowane systemu W-70 zastosowano w ścianach wyższych kondygnacji. Stropy wyższych kondygnacji są wykonane z prefabrykowanych płyt kanałowych o grubości 22 cm. Obiekty infrastruktury osiedlowej, których wysokość nie przekracza trzech kondygnacji wykonano w prefabrykowanej konstrukcji szkieletowej. Są to: szkoła, przedszkole, przychodnia lekarska i pawilony usługowo-handlowe.

Pozostałe obiekty znajdujące się na terenie Osiedla Paderewskiego to: stacja Wojewódzkiego Pogotowia Ratunkowego, budynek PAN, pawilon handlowy „U Belga”, kościół p.w. Wniebowzięcia NMP, budynek Biura Projektów, budynek stołówki akademickiej i budynki domów akademickich, budynek Urzędu Skarbowego, Biblioteka Śląska, bank. Uzbrojenie terenu to sieci: wodociągowa, kanalizacyjna, sanitarna, deszczowa, gazowa, energetyczna, teletechniczna, ciepłownicza oraz przepompownia ścieków i rozdzielnia elektryczna.

Okręgowy Urząd Górniczy w Katowicach w zezwoleniu na budowę Osiedla określił pola, dla których istniał wymóg zabezpieczenia zabudowy przed wpływami górnictwami II lub III kategorii. Teren III kategorii w zezwoleniu na eksploatację górnictwami określono w areale południowo-wschodnim, dla pozostałej części zaś istniał wymóg dotrzymywania w projektowaniu i wykonawstwie parametrów II kategorii terenu górnictwa. Spełnienie wymagań OUG znalazło uzasadnienie w ocenie skutków eksploatacji dokonanej i projektowanej w strefie wpływów na teren. Jednocześnie dawało kopalni względnie optymalne warunki prowadzenia działalności produkcyjnej zgodnie z techniką górnictwami i ekonomiką [44, 45, 53, 69, 72].

Sporządzono opinię i dokumentację stanu technicznego obiektów i infrastruktury [39]. Studium oceny rzeczywistej odporności całej zabudowy Osiedla na wpływy eksploatacji okazało się w części odmienne od wymagań:

- stan techniczny konstrukcji budynków oceniono jako dobry,
- źle lub całkowicie niezabezpieczone były segmenty budynków poniżej przyległego terenu,
- szerokość szczelin dylatacyjnych wynosiła od 20 do 280 mm (dopuszczalne minimum ≥ 100 mm),
- omawiane szczeliny dylatacyjne, częstokroć zanieczyszczone, nie mogły spełniać wymaganych kryteriów; stwierdzono przypadki połączenia elementów konstrukcyjnych sąsiednich segmentów z zabetonowanymi wkładkami zbrojenia,
- w piwnicach między segmentami były prowadzone przewody centralnego ogrzewania, przewody wodociągowe, kable energetyczne i teletechniczne w wielu przypadkach „na sztywno”,
- wychylenia segmentów od pionu były zróżnicowane i wynosiły około 1‰ w części południowo-zachodniej, do nawet 5 i 9‰; w tej części, gdzie na skutek posadowienia na zróżnicowanym podłożu (ul. Sowińskiego 3/5) następowało „samoczynne” wychylenie się bloku, zlikwidowane przez specjalne zakotwienie,
- najbardziej newralgicznym elementem nowej zabudowy okazała się sieć kanalizacyjna; jest to sieć rozdzielona na sanitarną i deszczową o średnicy rur 200–800 mm z połączeniem do kolektora; wstępne użytkowanie rury betonowej w złączach kielichowych, przy zróżnicowanej głębokości posadowienia (średnio ok. 7,0 m), wykazało jej zły stan, na który składały się:
 - liczne załamania,
 - przesunięcia rur względem siebie,
 - pęknięcia kanałów,
 - zamulenia,
 - wypadanie szczeliwa na złączach,
 - odcinkami zerowe spadki.

Symptomatycznym jest, że po ponad 20 latach od wybudowania i użytkowania kanalizacji nie było protokołu jej pozytywnego odbioru, a co za tym idzie – nie było protokołu zdawczo-odbiorczego (stan na 1999 rok). Do budowlanej

„fuszerki” nikt nie chciał się przyznać. Sam ten fakt wystarcza już na potwierdzenie wymienionych usterek.

W konkluzji studiów i ekspertyz [8, 36, 37, 69] oceniających stan techniczny zabudowy i uzbrojenia terenu ustalono, że na przedmiotowym terenie możliwa jest eksploatacja górnicza o wpływach w granicach I kategorii terenu górniczego, lecz wymaga to wcześniejszego, profilaktycznego wykonania programu zabezpieczeń lub częściowego przystosowania zabudowy celem „zniesienia” wpływów działalności górnicznej. W związku z powyższym:

- na przyłączach lub przejściach przez szczeliny dylatacyjne w rurociągach (wodnych, centralnego ogrzewania, kanalizacji oraz w przewodach energetycznych i teletechnicznych) wykonano odpowiednie kompensacje,
- przeniesiono wszystkie główne zawory gazowe na zewnątrz budynków,
- uzgodniono sposób postępowania w sytuacjach spornych, polegający głównie na ugodach stron,
- wysokie budynki mieszkalne wykonane na terenach górnich II i III kategorii, z uwagi na niewystarczające szerokości szczelin dylatacyjnych i ich zanieczyszczenie, zakwalifikowano do I kategorii odporności,
- przeczyszczono wszystkie szczeliny dylatacyjne, dlatego budynki wysokie, pod którymi miała przebiegać eksploatacja mogły przejąć wpływy II kategorii terenu górniczego,
- założono odpowiednią sieć punktów linii pomiarowych do rejestracji wpływów eksploatacji na powierzchni (rys. 4.54).

Ponadto, odporność sieci gazowej odpowiadała kategorii II, ciepłowniczej I i II, energetycznej I, II i III oraz wodociągowej I.

Problemem hydrogeologicznym w obszarze Osiedla Paderewskiego są zbiorniki wód powierzchniowych rozciągające się po wschodniej jego stronie. Są one usytuowane w dolinie stanowiącej obniżenie morfologiczne w kierunku południowym. Oś doliny obniża się generalnie w kierunku rzeki Rawy. W obszarze omawianej doliny jest siedem stawów, z których jeden (nr 16), wysunięty najbardziej na południe, leży w OG KWK Staszic. Wymienione zbiorniki stanowią podstawę drenażu wód podziemnych i powierzchniowych w południowej części OG KWK Katowice-Kleofas Ruch II. Spływ wód odbywa się w kierunku północnym systemem przepustów wykonanych pod groblami oddzielającymi poszczególne stawy. Warunki hydrogeologiczne w obszarze Osiedla Paderewskiego i Doliny Trzech Stawów są określane przez charakter litologiczny utworów czwartorzędu i karbonu.

W czwartorzędzie występują warstwy wodonośne zbudowane głównie z piaszczowców i żwirów o nieregularnym zaleganiu, przełożone glinami i ilami. Poziom wód gruntowych występuje na głębokości 2,0–6,4 m. Generalnie sytuacja hydrogeologiczna w analizowanej części złoża była ustabilizowana, a przeprowadzona eksploatacja górnicza (również w modelu) nie wpłynęła w istotny sposób na zmianę istniejących warunków.

Na Osiedlu Paderewskiego znajdują się budynki, które w klasyfikacji oddziaływania drgań na obiekty zaliczone zostały do grupy C (wysoka trwałość), czyli w analizowanym modelu pierwsze poważniejsze uszkodzenia mogły wystąpić dopiero w przypadku przyspieszenia drgań gruntu na powierzchni o wartościach przekraczających 500 mm/s^2 [38].

4.5.3. Analiza stanu powierzchni w czasie i po eksploatacji pod centralną częścią Osiedla Paderewskiego (obszar badań – 1.08.1994–31.07.1998)

Monitoring prowadzony w celu oceny wpływów eksploatacji górniczej na powierzchnię obejmował:

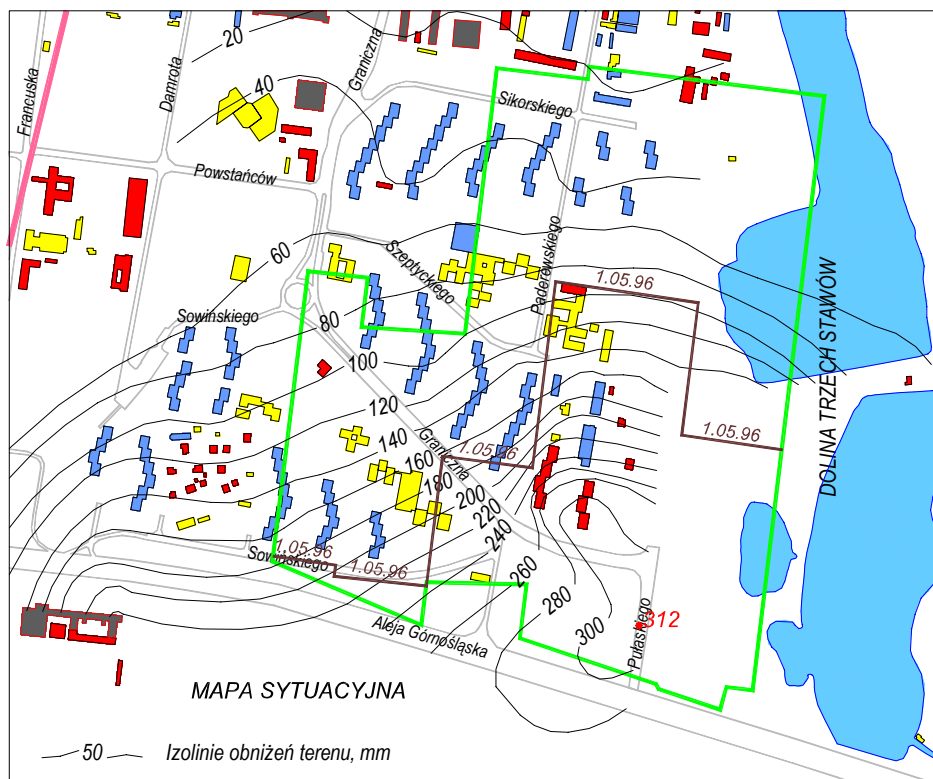
- pomiary deformacji powierzchni,
- określenie wielkości deformacji rzeczywistych,
- porównanie deformacji rzeczywistych z prognozowanymi dla ustalenia przedziału zgodności.

Dla okresu obserwacji deformacji powierzchni, to jest od kwietnia 1994 do lipca 1998 roku wykonano szesnaście kompleksowych dokumentacji obrazujących stan zmian na powierzchni inicjowanych eksploatacją górniczą, które są odniesione do konkretnej daty realizacji pomiaru. Stanowią one materiał do ustalenia okoliczności zaistnienia dynamicznych zmian deformacji, jakie wystąpiły w czasie ich rozwoju. Każdej dacie pomiaru deformacji odpowiada pewien układ frontów wybierania – niepowtarzalny w przeszłości. Dla celów informacyjnych, adekwatnych do analizowanego problemu, przyjęto dane dynamiczne deformacji terenu z kwietnia 1996, maja 1997 i końca lipca 1998 roku. Wyniki pomiarów wykonanych do 1996 roku stanowiły wartości obniżeń rzędu 100–150 mm i zawierały wartości końcowe obniżeń z eksploatacji I warstwy pokładu 510 w rejonie poza modelem na południe od Alei Górnośląskiej.

Reprezentatywny obraz zjawisk na podstawie pomiaru z kwietnia 1996 roku przedstawia rysunek 4.60. W tym okresie kontynuowano eksploatację ścianami: 535a (od sierpnia 1994 r.) z wybiegiem 590 m, 534a (od marca 1995 r.) z wybiegiem 400 m i ścianą 536a (od sierpnia 1995 r.) z wybiegiem 220 m. Największe obniżenie wynoszące 312 mm było zlokalizowane w południowo-wschodniej części pola wybieranego modelu eksploatacji i bliżej krawędzi rozruchu ścian – średnio około 100 m na północ. Warstwiec zmniejszających się obniżeń rozprzestrzeniały się w kierunku północnym i zachodnim terenu Osiedla. Na wysokości połowy obszaru zabudowy Osiedla osiągnęły wartość 60 mm, a przy jego granicach północnych około 20 mm. Po wybraniu prawie 25% pola górniczego analizowanego modelu największe obniżenia osiągnęły wartość rzędu 50% prognozowanych, a w strefie wpływów znalazł się obszar całego Osiedla.

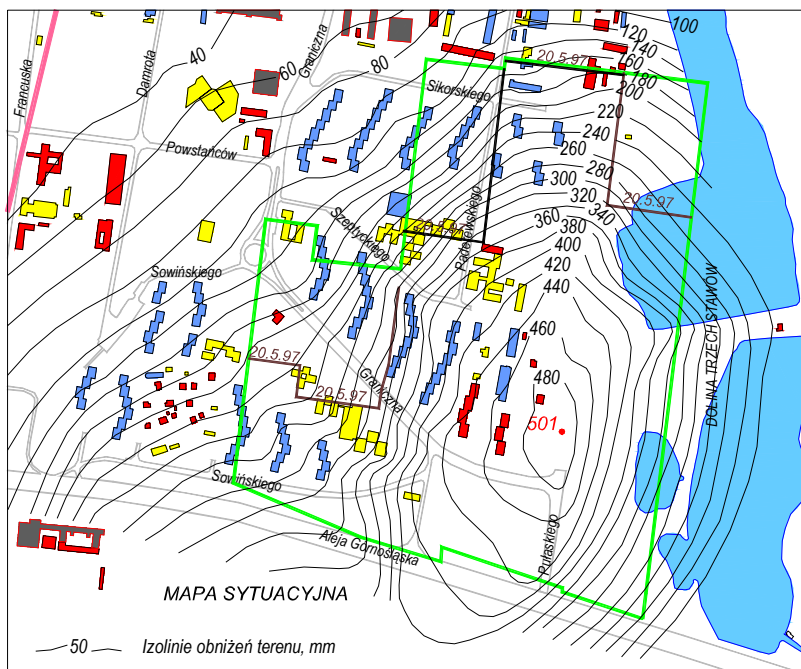
Po upływie roku od wyżej scharakteryzowanych okresów, eksploatacja I warstwy pokładu 510 znacznie się rozwinęła. Według stanu z początku maja 1997 roku była ona kontynuowana wszystkimi pięcioma ścianami. W tym czasie pogłębiła

się niecka obniżeniowa w części południowo-wschodniej, uzyskując największą wartość obniżeń wynoszącą 501 mm (rys. 4.61). Denna część niecki znacznie rozszerzyła się (szczególnie na północ) i była zlokalizowana nad zrobami ściany 535a. Cały teren Osiedla znalazł się pod wpływami eksploatacji, a najmniejsze obniżenia wynoszące 80 mm były zlokalizowane w części północno-zachodniej.

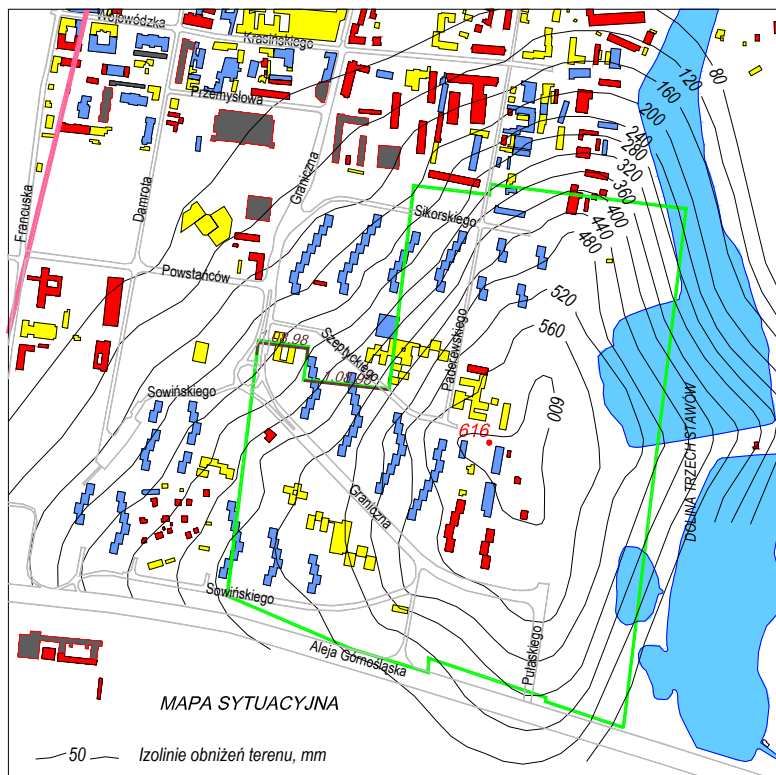


Rys. 4.60. Izoliny obniżeń terenu w okresie 04.1994–04.1996 r.

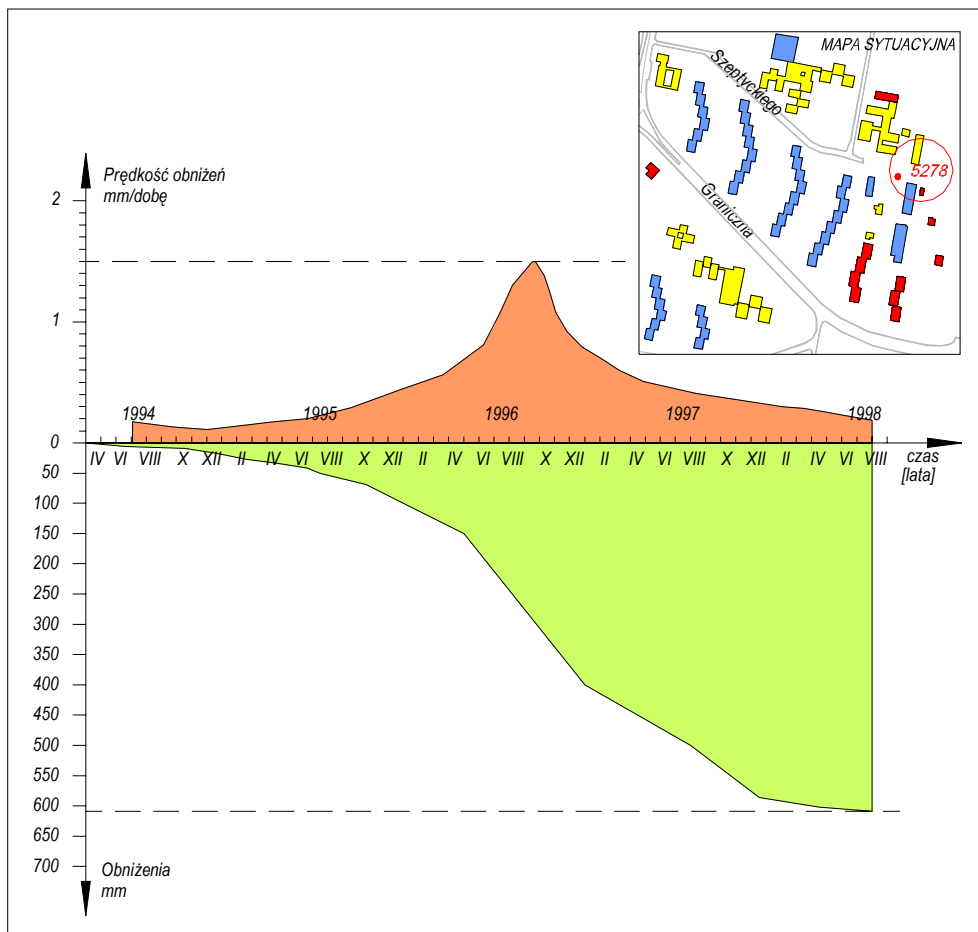
Adekwatny dla modelu był rozkład obniżeń terenu wyznaczony pomiarami na koniec lipca 1998 roku (koniec analizy). W tym czasie dobiegła końca eksploatacja ściany 536a, a ściany 535a i 534a były już zlikwidowane. Największe naruszenie górotworu wywoływała wtedy eksploatacja ścian 537a i 538/1a. Największe obniżenia wynoszące 616 mm były nadal zlokalizowane nad zrobami ściany 535a, lecz przesunięte w kierunku środkowej części jej wybiegu (rys. 4.62). Analiza procesu obniżeń powierzchni wykazała, że w południowo-wschodniej części Osiedla dobiega on końca, zaś cała powierzchnia i obiekty na niej zlokalizowane przyjmują stan wtórnej równowagi statycznej. Potwierdzeniem tego jest pokazany na rysunku 4.63 rozkład obniżenia i prędkości obniżenia punktu nr 5278 charakteryzującego się największym osiadaniem. Najbardziej dynamiczne ruchy terenu trwały w pasie środkowym Osiedla w kierunku od S–W do N–E. W żadnym z pomiarów nie stwierdzono przekroczenia deformacji dopuszczalnych dla I kategorii terenu górniczego [10, 20, 23, 40, 70, 76].



Rys. 4.61. Izolinie obniżen terenu w okresie 04.1994–05.1997 r.



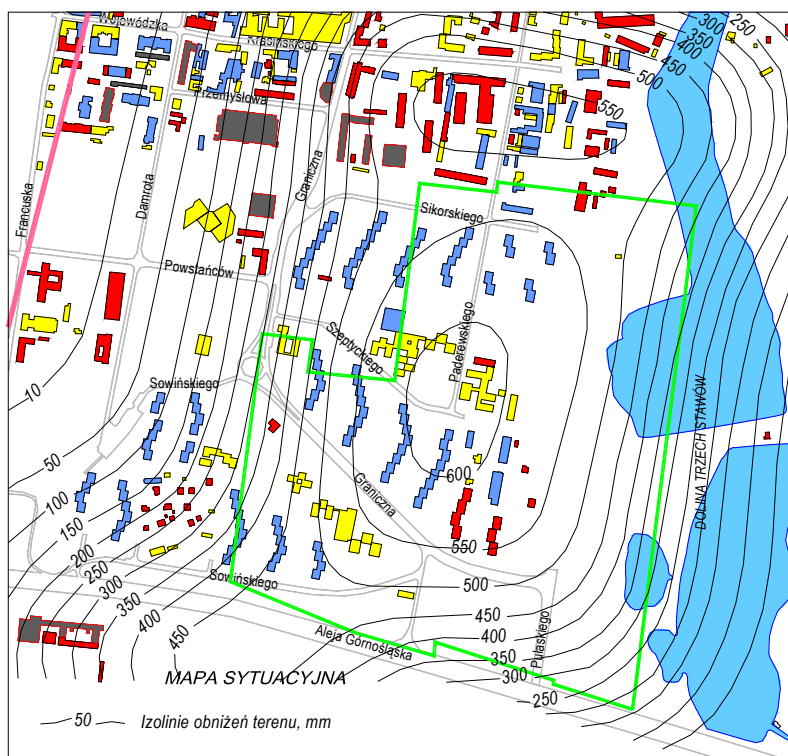
Rys. 4.62. Izolinie obniżen terenu w okresie 04.1994–07.1998 r.



Rys. 4.63. Obniżenia punktu nr 5278 w czasie (Osiedle im. Paderewskiego)

Jednym z podstawowych elementów wykorzystania wyników pomiarów obniżeń powierzchni terenu jest porównywanie ich ekstremalnych wartości z wartościami prognozowanymi. Za reprezentatywne prognozowane wskaźniki deformacji przyjęto te, które określił Zespół pod kierunkiem B. Drzęzli i J. Kwiatka w styczniu 1995 roku [9]. Na rysunku 4.64 przedstawiono prognozowane izolinie obniżeń terenu dla projektowanej eksploatacji ścian analizowanych w przyjętym modelu.

W tablicy 4.3 zestawiono wartości prognozowane i rzeczywiste opisujące deformacje powierzchni.



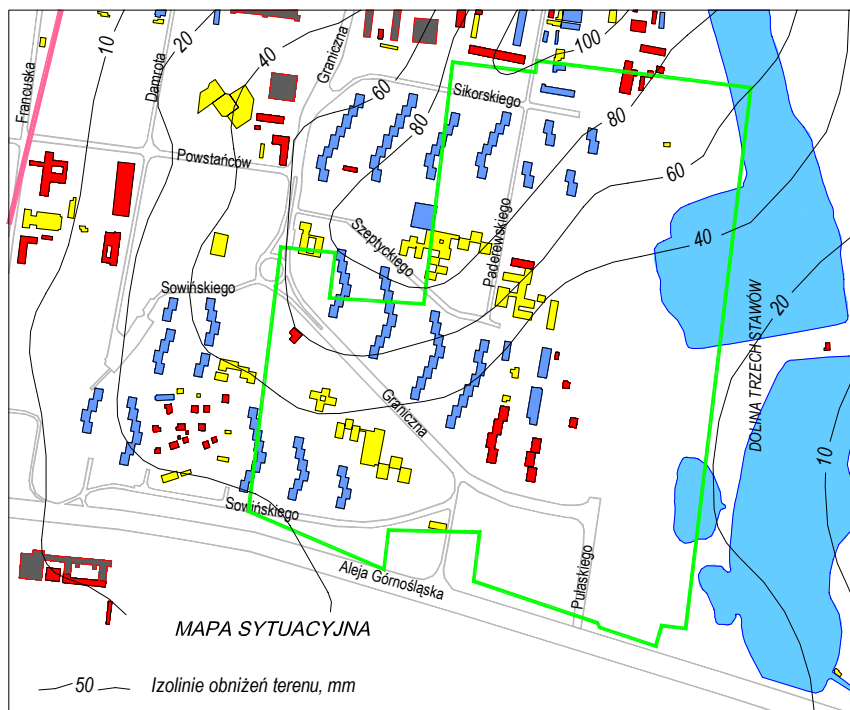
Rys. 4.64. Dane z pracy wykonanej w styczniu 1995 r. przez Zespół pod kierunkiem prof. B. Drzęźli i prof. J. Kwiatka

Tablica 4.3. Prognozowane i rzeczywiste wskaźniki deformacji powierzchni

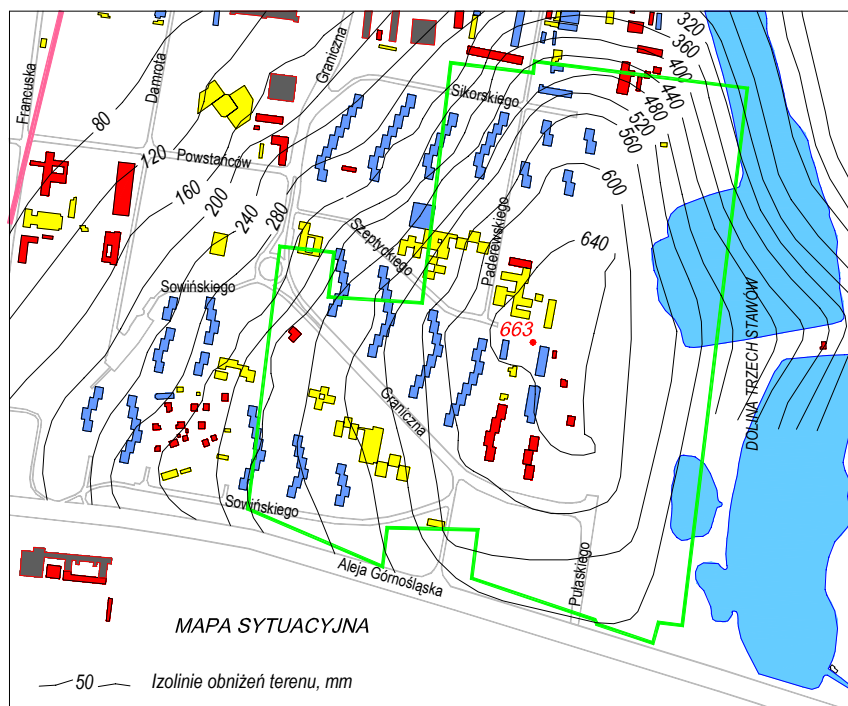
Wyszczególnienie	Deformacje (04.1994–07.1998)	
	prognozowane	rzeczywiste
największe obniżenie, mm	610	616
największe nachylenie, ‰	1,5	1,5
największe odkształcenie rozciągające, mm/m	+0,8	+0,57
największe odkształcenie ściskające, mm/m	–1,5	–1,17
największa prędkość obniżenia, mm/dobę	do 1,5	do 1,12

Należy stwierdzić, że ruchy powierzchni terenu trwały nadal po zakończeniu eksploatacji w I warstwie pokładu 510, to jest po 31.07.1998 r., chociaż już z wyraźnie mniejszym natężeniem, co dla dwóch okresów czasu przedstawiają rysunki 4.65 i 4.66 (ruchy całkowicie ustały, co wykazały pomiary jesienią 2002 roku).

Podstawowym problemem w czasie prowadzenia eksploatacji w wybranym do analizy modelu nie były deformacje powierzchni, lecz wstrząsy pochodzenia górniczego, które wywoływały drgania odczuwane przez mieszkańców [7, 38, 49].



Rys. 4.65. Izolinie obniżenia terenu w okresie 10.1998–04.1999 r.



Rys. 4.66. Izolinie obniżenia terenu w okresie 04.1994–04.1999 r.

Należy jednak podkreślić, że w żadnym przypadku ich energia sejsmiczna nie przekroczyła prognozowanej wartości maksymalnej około 10^7 J, jak również nie było przekroczeń prognozowanych przyspieszeń poziomej składowej wypadkowej drgań gruntu $a_{1,2} \leq 120 \text{ mm/s}^2$. Zatem eksploatacja pod centralną częścią Osiedla Paderewskiego nie stworzyła zagrożenia dla bezpieczeństwa mieszkańców [22, 38, 42, 51, 55].

Przeprowadzoną analizę zmian występujących pod wpływem działalności górniczej zarówno w górotworze, jak i na powierzchni terenu można podsumować następująco:

1. Przyjęty model eksploatacji obejmował teren w południowo-wschodniej części Katowic o powierzchni około $0,6 \text{ km}^2$. Od zakończenia budowy Osiedla w 1984 roku, obszar stanowi nowoczesne zurbanizowane Osiedle wielokondygnacyjne (do 12 pięter) i wielosegmentowe (do 8 pięter) bloków mieszkalnych, obiektów użyteczności publicznej wraz z uzbrojeniem terenu, zamieszkałe przez około 11 tysięcy mieszkańców. Zabudowa i infrastruktura jej towarzysząca miały być zabezpieczone przed wpływami górniczymi II lub III kategorii. Inwentaryzacja przeprowadzona w latach 1984–1988 wykazała, że odporność obiektów odpowiada I kategorii terenów górniczych.
2. W obszarze analizowanego modelu i na jego obrzeżach od 1916 do 1978 roku prowadzono eksploatację pokładów warstw rudzkich: 401, 402, 403, 404/5, 405, 407/1, 407/4, 408, 416, 418, a od 1965 do 1986 roku pokładów siodłowych: 501 i 504 (w 1982 r. rozpoczęto roboty przygotowawcze w pokładzie 510), wybierając sumarycznie 26 metrów warstw węgla w części środkowo-wschodniej i 2,4 metra w jego części środkowo-południowej – w pasie wokół przekopów głównych w sąsiedztwie otworu „Boże Narodzenie”.
3. Eksploatacja pokładów górnorudzkich (401–408) była prowadzona w latach 1916–1960 systemem ścianowym i filarowo-zabierkowym z zawalem stropu. Pokłady dolnorudzkie (416–418) wybierano systemem ścianowym z zawalem i podsadzką hydrauliczną w latach 1929–1978. Pokłady z grupy siodłowej (501 i 504) eksploatowano wyłącznie systemem ścianowym z podsadzką hydrauliczną z wyjątkiem jednej ściany prowadzonej po rozciągłości z zawalem, w części południowo-wschodniej analizowanego modelu.
4. Dokonana wielokrotna eksploatacja spowodowała powstanie systemów osłabień struktury i spękań górotworu, w tym również grubych kompleksów piaskowców dolnorudzkich i siodłowych. Sprzyjały temu pozostawione w różnych pokładach i w różnym zakresie resztki oraz utworzone przez nie krawędzie.
5. Z pokładów eksploatowanych w obszarze analizowanego modelu przed 1.08.1994 r. (czyli bez pokładu 510) wydobyto łącznie 8,02 mln ton węgla.

6. Wpływy skoordynowanej eksploatacji górniczej oddziaływały na powierzchnię obszaru stanowiącego model eksploatacji (centralna część Osiedla Paderewskiego). Zaistniałe obniżenia powierzchni terenu sumarycznie wynosiły 1,8 m przy północno-zachodniej granicy Osiedla Paderewskiego, do około 1,2 m w części wschodniej. Najmniejsze obniżenia rzędu 0,7 m wystąpiły przy południowo-wschodniej granicy Osiedla (Al. Górnośląska). W części południowo-zachodniej Osiedla osiągnęły natomiast wartość równą 1,1 m. Część środkową Osiedla charakteryzowały obniżenia wynoszące 0,9–1,3 m.
7. Wpływy 1 fazy II etapu (lata 1988–1994) to obniżenia 0,4 m od strony południowo-wschodniej do 0,7 m w części południowej. Ekstremalne odkształcenia poziome powierzchni dla 1 fazy II etapu wynosiły w zachodniej części Osiedla od $-1,32$ do $+0,86$ mm/m. Inne wartości deformacji terenu górniczego dla każdej fazy wybierania generalnie nie przekraczały I kategorii.
8. Z uwagi na zaniżoną odporność rzeczywistą obiektów budowlanych w stosunku do projektowanej, przed podjęciem (1.08.1994 r.) eksploatacji pod centralną częścią Osiedla Paderewskiego (analizowany model) wykonano roboty profilaktyczne. Ponadto kopalnia została zobowiązana do bieżącego usuwania szkód górniczych jako następstwa negatywnych wpływów działalności górniczej na powierzchnię. W tym celu założono odpowiednią sieć punktów linii pomiarowych oraz zainstalowano stanowiska pomiarowe do ciągłej rejestracji przyspieszeń wywołanych wstrząsami górniczymi.
9. Deformacje rzeczywiste na powierzchni Osiedla Paderewskiego generalnie nie przekroczyły wartości prognozowanych. W miarę powiększania się przestrzeni wybieranej wpływy eksploatacji rozprzestrzeniły się na coraz większy obszar analizowanego modelu. W efekcie tego nie następowała ich koncentracja i zminimalizowano zagrożenie przekroczenia wartości prognozowanych (dopuszczalnych). Fakt ten potwierdza słuszność zasady eksploatacji pod terenami zabudowanymi szerokim frontem wybierania. Wyjątek stanowią obniżenia zarejestrowane w środkowej części powierzchni modelu (rys. 4.66), gdzie odnotowano wartość rzeczywistą wynoszącą 663 mm, czyli przekraczającą o około 9% wartość prognozowaną [9]. Według obowiązującej klasyfikacji deformacje te mieściły się nadal w I kategorii terenu górniczego. Przekroczenie obniżeń rzeczywistych względem prognozowanych tłumaczyć należy wpływem wstrząsów górniczych na przyspieszenie reaktywacji zrobów po zaszczościach eksploatacyjnych.
10. Nie wystąpiły deformacje nieciągłe. Niewątpliwie wpływ na to miały: duża głębokość eksploatacji, mała prędkość przesuwanego się frontu oraz wybieranie z podsadzką hydrauliczną.
11. Istotnym problemem ruchowym w czasie eksploatacji w wybranym do analizy modelu nie były deformacje powierzchni, lecz wstrząsy pochodzenia górniczego,

które powodowały określony dyskomfort mieszkańców. Jednak w żadnym przypadku wstrząsy te nie stwarzały zagrożenia dla bezpieczeństwa budynków Osiedla, które w zakresie oddziaływania drgań gruntu na obiekty zostały zaliczone do grupy C (wysoka trwałość), co oznaczało, że pierwsze uszkodzenia mogły wystąpić przy przyspieszeniach drgań gruntu większych od 500 mm/s^2 (rzeczywiście nie przekroczyły 120 mm/s^2). Tak więc, eksploatacja górnicza pod centralną częścią Osiedla Paderewskiego nie stworzyła zagrożenia bezpieczeństwa powszechnego.

5. ANALIZA ZAGROŻEŃ GÓRNICZYCH WYSTĘPUJĄCYCH W OBSZARZE MODELU EKSPLOATACJI

5.1. Systemy pomiarowe stosowane do oceny zagrożenia wstrząsami górotworu i tąpnięciami

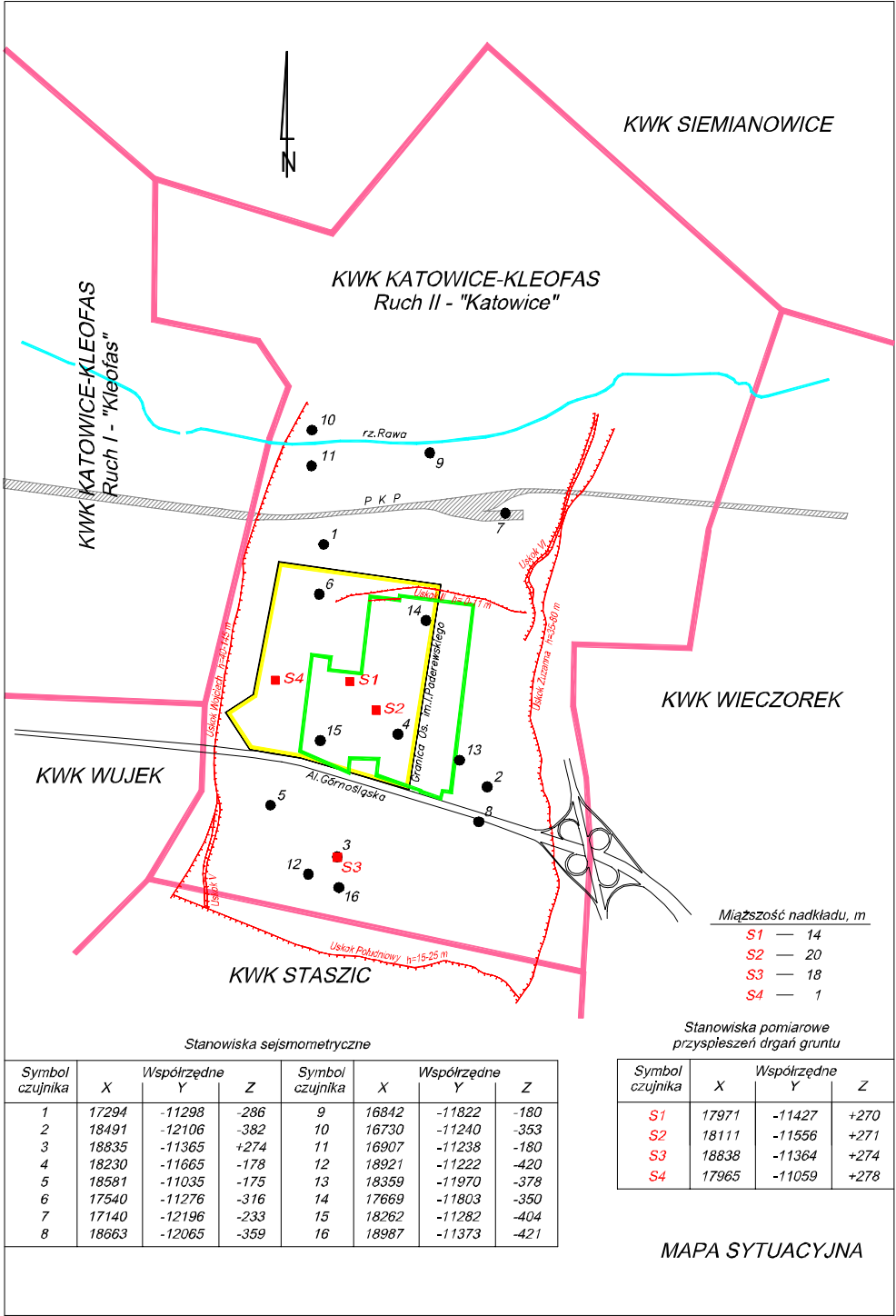
Wieloletnie doświadczenia wykazały, że eksploatacji pokładów siódłowych w warunkach górotworu nieodprężonego towarzyszy silne zagrożenie wstrząsami górotworu i tąpnięciami. Szczególnym przypadkiem było wybieranie I warstwy pokładu 510 z podsadzką hydrauliczną poza i w obszarze centralnej części Osiedla Paderewskiego, w niekorzystnych warunkach złożowych i górniczych. Występujący zespół czynników geologiczno-górniczych stwarzał duże potencjalne zagrożenie sejsmiczne dla wyrobisk dołowych. Z racji zagrożenia sejsmicznego zaistniała również potrzeba zapewnienia odpowiedniej ochrony i zabezpieczeń obiektów powierzchniowych.

Wybieranie złoża w istniejących uwarunkowaniach wymagało doboru odpowiedniego zespołu metod i środków umożliwiających dokładną ocenę występującego zagrożenia wstrząsami i tąpnięciami, a następnie na jej podstawie podejmowanie racjonalnych działań profilaktycznych w celu ograniczenia względnie wyeliminowania tych zagrożeń [2, 8, 12, 13, 14, 25, 36, 59, 68, 77, 80, 81].

5.1.1. Zakres prowadzonych obserwacji

Rozmieszczenie stanowisk kopalnianej sieci sejsmologicznej (podziemnych) oraz powierzchniowych stanowisk rejestrujących przyspieszenia drgań gruntu pokazano schematycznie na rysunku 5.1. Obserwacjami był objęty cały obszar górniczy kopalni z możliwością określenia lokalizacji przestrzennej wszystkich wstrząsów górotworu o energii sejsmicznej $\geq 10^2$ J [21, 24, 61].

Parametry lokalizacyjne, energetyczne i ilościowe wstrząsów górotworu były określane na podstawie danych z sieci 16 stanowisk sejsmicznych rozmieszczonych na różnych poziomach od 0 do 750 m oraz sejsmoakustycznych czujników pomiarowych zainstalowanych w lokalnych sieciach, w rejonie najbardziej zagrożonych przodków. Ponadto, czujniki tensometryczne były zabudowane w pochylniach przed frontami ścian, względnie w wyrobiskach ścianowych. Stacjonarne obserwacje sejsmologiczne i sejsmoakustyczne były prowadzone w sposób ciągły z wykorzystaniem komputerowych systemów rejestrujących: SYLOK, ARAMIS, SOZT, ARES, natomiast wykonywane okresowo pomiary tensometryczne (np. dla ściany 535a) oparte były na systemie PCS. Obserwacje sejsmometryczne na stanowiskach powierzchniowych prowadzono z zastosowaniem trójkanałowej aparatury typu WORS i ARP. Wyniki rejestracji przyspieszeń drgań gruntu były korelowane z parametrami lokalizacyjnymi i energetycznymi rejestrowanych zjawisk. Stanowiska powierzchniowej sieci sejsmometrycznej umożliwiły obserwację oddziaływania wstrząsów na środowisko powierzchniowe dla zjawisk sejsmicznych o wartości energii $\geq 1 \cdot 10^4$ J.



Rys. 5.1. Rozmieszczenie stanowisk sejsmometrycznych i stanowisk pomiarowych przyspieszeń drgań gruntu

Przeprowadzona jednak seria pomiarów sejsmometrycznych z zastosowaniem zwiększonej czułości wykazała, że już niskoenergetyczne zjawiska sejsmiczne o energii rzędu 10^3 J wywołują na powierzchni drgania o wartościach przyspieszeń powyżej 5 mm/s^2 . Potwierdziła również, że wpływ wstrząsów górotworu na obiekty powierzchniowe jest uzależniony głównie od dwóch podstawowych czynników, a mianowicie:

- budowy geologicznej warstwy przypowierzchniowej,
- parametrów dynamicznych drgań wywołanych wstrząsami górotworu.

Czynnikiem istotnym jest także konstrukcja obiektu i jej parametry, takie jak okres drgań własnych i współczynnik tłumienia drgań, decydujące o transmisji drgań w obiekcie [1, 5, 38].

5.1.2. Metody obserwacji zagrożenia wstrząsami górotworu i tąpnięciami

W celu rozpoznania i określenia występującego w rejonie wyrobisk eksploatacyjnych i przygotowawczych stanu zagrożenia wstrząsami górotworu i tąpnięciami, a także zagrożenia sejsmicznego na powierzchni zastosowano następujące geofizyczne metody obserwacyjne i pomiarowe:

A. METODY POMIAROWE STACJONARNE DOŁOWE:

- sejsmologia górnicza,
- sejsmoakustyka w pokładzie węgla i skałach stropowych,
- tensometria.

B. METODY POMIAROWE DORAŻNE DOŁOWE:

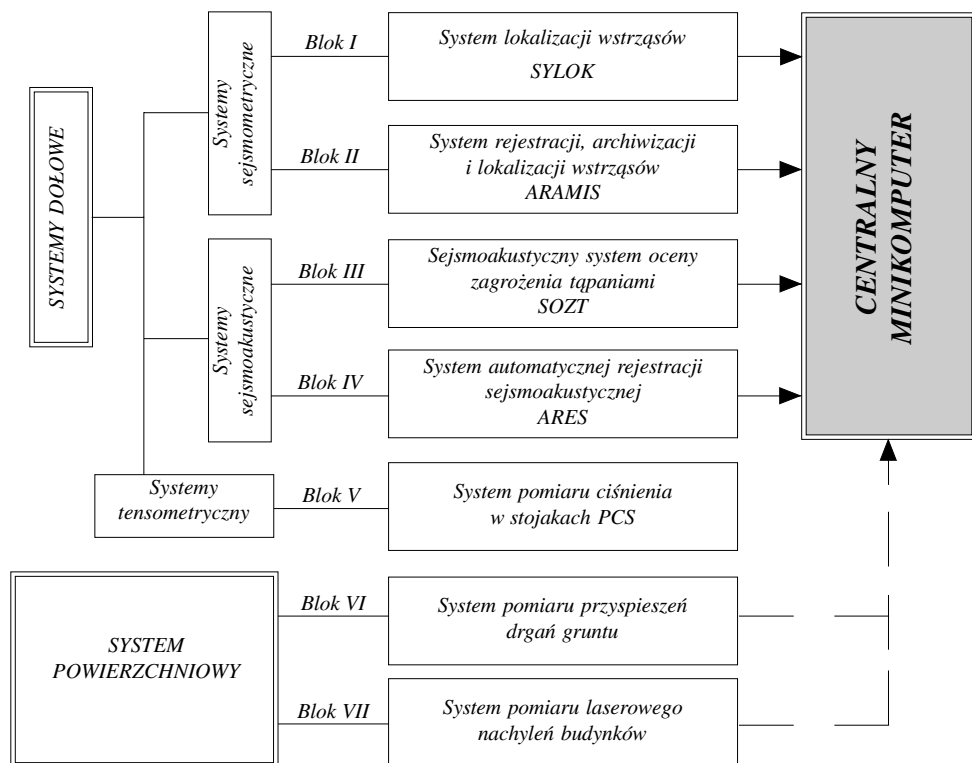
- prześwietlania sejsmiczne z zastosowaniem geotomograficznej interpretacji danych pomiarowych,
- profilowania sejsmiczne,
- metoda wzbudzonej aktywności sejsmoakustycznej,
- metoda mikrograwimetryczna.

Metody geofizyczne [12, 13] znajdowały szerokie zastosowanie od momentu udostępnienia i rozpoczęcia rozcinania pokładu. Największą przydatność w zakresie wyznaczania stref zagrożonych i ich zasięgu wykazała – oprócz metody sejsmologicznej – metoda sejsmiczna stosowana w wariantach prześwietlania i profilowań sejsmicznych [6].

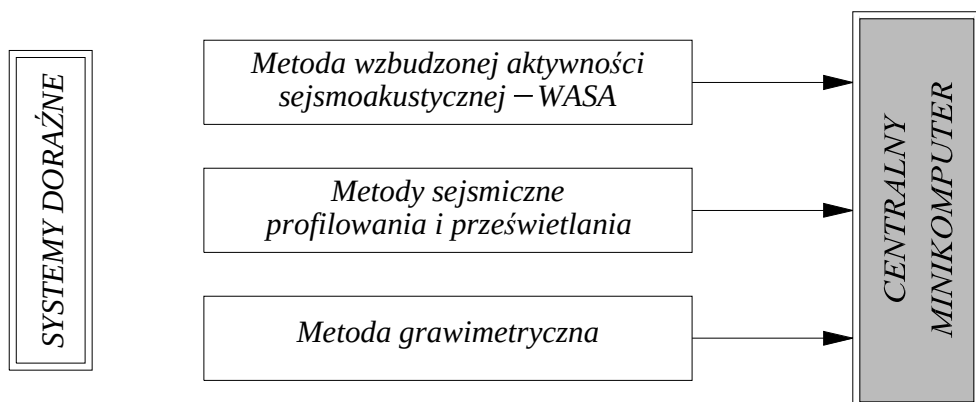
C. METODY POMIAROWE STACJONARNE POWIERZCHNIOWE:

- rejestracja przyspieszeń drgań gruntu na powierzchni,
- pomiary laserowe wychyleń obiektów budowlanych.

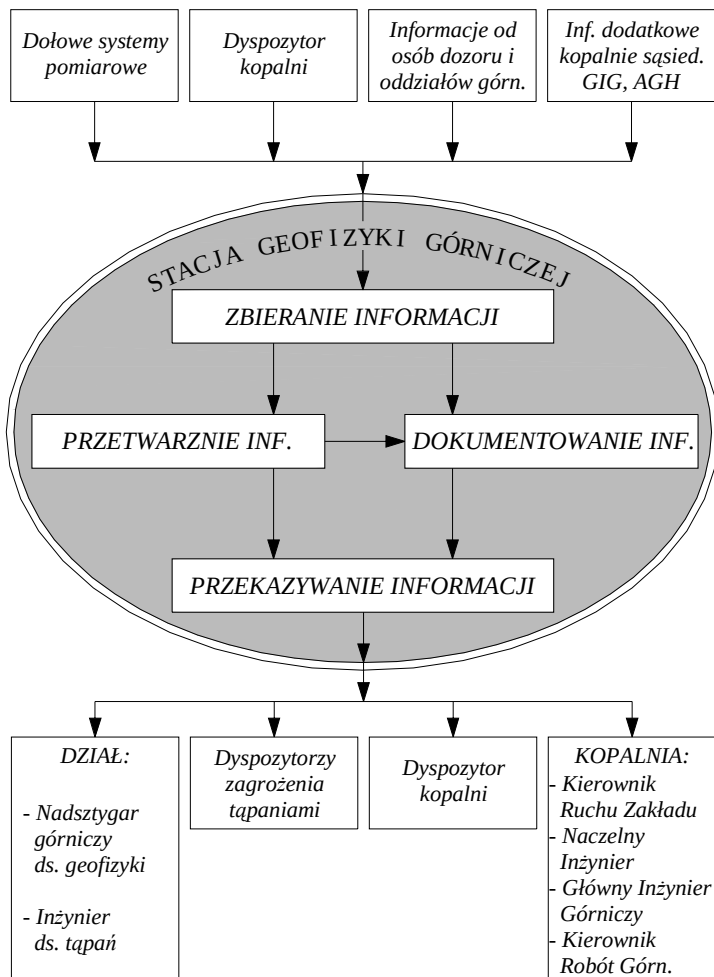
Schemat procedur gromadzenia i przetwarzania danych w podstawowych systemach pomiarowych oraz przekazywania informacji wynikowych przez Kopalnianą Stację Geofizyki Górniczej przedstawiono na rysunkach 5.2–5.4 [61].



Rys. 5.2. Schemat blokowy stacjonarnych dołowych i powierzchniowych systemów obserwacji Kopalnianej Stacji Geofizyki Górniczej



Rys. 5.3. Schemat blokowy doraźnych dołowych systemów pomiarowych



Rys. 5.4. Schemat zbierania, przetwarzania i przekazywania informacji przez Kopalnianą Stację Geofizyki Górniczej

5.2. Prognozowane zagrożenie wstrząsami górotworu i tąpnięciami

Istotą prognozy zagrożenia wstrząsami górotworu i tąpnięciami jest określenie maksymalnej energii wstrząsów, jaka może być wygenerowana na różnych odcinkach parceli ścianowej przeznaczonej do eksploatacji. Różne jej odcinki odpowiadają obszarowi pola wybiegu ścianowego o różnych, lecz ustabilizowanych warunkach geologiczno-górnictwowych, które wywołują zróżnicowany stan naprężeniowo-deformacyjny w górotworze. W celu opracowania prognozy zagrożenia wstrząsami górotworu i tąpnięciami w związku z projektowaną eksploatacją I warstwy pokładu 510 pod centralną częścią Osiedla Paderewskiego systemem ścianowym z podszadką hydrauliczną zastosowano metodę analityczną autorstwa A. Bilińskiego. Identyfikację stref potencjalnego zagrożenia tąpnięciami przeprowadzono na podstawie korelacji

z rozkładem stref koncentracji naprężeń wyznaczonym według metody B. Drzęźli oraz na podstawie wyników metody rozeznania górniczego i geofizycznego. Określona maksymalna energia sejsmiczna pojedynczych wstrząsów została przypisana zjawiskom dynamicznego pęknięcia lub przemieszczenia się mocnych i grubych warstw stropowych w strefie oddziaływania eksploatacji ścianowej. Obliczenia prognozowanych energii wstrząsów, które mogły zaistnieć w projektowanych ścianach w I warstwie pokładu 510 wykonano dla odcinków różniących się wartościami ciśnienia górotworu. Obliczenia te dotyczyły wszystkich projektowanych ścian w I warstwie pokładu 510 pod centralną częścią Osiedla Paderewskiego (model eksploatacji).

Do obliczeń przyjęto następujące założenia:

- ściany są prowadzone w odmianie poprzecznej po wzniosie systemem z podszadką hydrauliczną,
- w stropie ścian zalega węgiel warstwy II pokładu, a w spągu występuje łupek,
- nachylenie pokładu wynosi 8° ,
- wstrząsy górotworu generują dwie warstwy piaskowca: I – o grubości około 25 m, zalegająca w stropie pokładu 501, II – o grubości ponad 80 m, zalegająca powyżej pokładu 416,
- laboratoryjna wytrzymałość na ściskanie (R_c) węgla wynosi 29 MPa, łupku – 35 MPa, piaskowca – 40 MPa,
- w przypadku nieosłabiania calizny węglowej przed frontem eksploatacji współczynnik $a_{w2} = 1,0$, natomiast w przypadku osłabiania przez strzelanie wstrząsowe, nawadnianie itp., $a_{w2} = 0,8$,
- prędkość postępu ścian jest prędkością średnią, liczoną w okresie miesięcznym (30 dni).

Prawdopodobną wartość maksymalnej energii sejsmicznej wstrząsu E_t obliczono według wzoru [3]

$$E_t = k_E \frac{R_t h_p^3}{H_d^2 + 1} \cdot 10^6, \text{ J} \quad (5.1.)$$

gdzie:

R_t – zastępcza wytrzymałość warstwy tąpnięcej, MPa;

h_p – średnia grubość rozłożonej warstwy z tąpnięcej warstwy skalnej, m;

H_d – odległość spągu tąpnięcej warstwy skalnej od pułapu ściany, m;

$k_E = k_g k_n k_F k_h k_t$, przy czym:

k_g – współczynnik stanu równowagi górotworu,

k_n – współczynnik wpływu warunków naturalnych,

k_F – współczynnik wpływu szerokości filara,

k_h – współczynnik wpływu wysokości ściany,

k_t – współczynnik wpływu spągu ściany.

Przeprowadzone prognostyczne obliczenia wykazały, że w czasie eksploatacji ścian 535a, 534a, 536a, 537a, 538/1a mogą wystąpić wstrząsy górotworu o maksymalnej energii sejsmicznej $E_t = 1,72 \cdot 10^7 \text{ J}$. Na podstawie analizy wyników

tych obliczeń stwierdzono, że wartość energii sejsmicznej wstrząsu górotworu była uzależniona od rozpatrywanego odcinka wybiegu ściany (zwłaszcza istniejących w nim zaszczości eksploatacyjnych), wysokości i prędkości postępu dobowego ściany, współczynnika osłabienia calizny węglowej oraz parametrów geometrycznych warstwy piaskowca powodującego wstrząs górotworu.

I tak, I warstwa piaskowca, zalegająca w stropie pokładu 501, według obliczeń mogła spowodować wstrząsy górotworu o energii sejsmicznej rzędu 10^4 – 10^5 J, natomiast II warstwa, zalegająca powyżej pokładu 416, mogła generować wstrząsy górotworu o energii sejsmicznej rzędu 10^6 – 10^7 J. Obliczenia dla II warstwy przeprowadzono przy założeniu, że warstwa jest strukturalnie jednorodna.

Stosując odpowiednią profilaktykę aktywną i uwzględniając parametry prowadzenia frontu oszacowano, że prognozowana maksymalna energia sejsmiczna wstrząsu w obszarze modelu eksploatacji może wynosić $6,3 \cdot 10^6$ J, czyli nie powinna przekroczyć wartości energii sejsmicznej rzędu 10^7 J.

Potwierdzeniem trafności prognozy maksymalnej energii sejsmicznej wstrząsów dla projektowanego obszaru eksploatacji I warstwy pokładu 510 pod Osiedlem Paderewskiego były następujące wyniki:

- według obliczeń metodą prof. A. Bilińskiego [2]:
 - maksymalna energia wstrząsu nie powinna być większa niż $6,7 \cdot 10^6$ J,
- według opinii prof. Z. Kłeczka [25]:
 - maksymalna energia wstrząsów nie powinna być większa niż rzędu 10^7 J, przy czym wstrząsy o energii większej niż 10^6 J, będą występować sporadycznie,
- według opinii prof. J. Kwiatka [36]:
 - maksymalna energia wstrząsu nie powinna być większa niż $1 \cdot 10^7$ J,
 - maksymalna wartość przyspieszenia nie powinna przekroczyć 120 mm/s^2 ,
- według opinii prof. B. Drzęzli [8] oszacowano, że:
 - maksymalna energia sejsmiczna wstrząsu, której prawie na pewno nie przekroczy najsilniejszy wstrząs w ciągu roku obserwacji może być rzędu 10^7 J,
 - dla wstrząsów indukowanych robotami górniczymi prowadzonymi w pokładzie 510 określono średnie czasy powtarzalności silnych zjawisk sejsmicznych; dla wstrząsu o energii sejsmicznej powyżej 10^6 J około 29 tygodni, a dla 10^7 J około 154 tygodni,
 - wstrząs o maksymalnej prognozowanej energii sejsmicznej rzędu 10^7 J może wywołać w strefie epicentralnej drgania o maksymalnej amplitudzie przyspieszenia wynoszącej około 120 mm/s^2 .

Obliczenia wykazały, że na podstawie zaliczenia pokładu 510, względnie jego części, do odpowiedniego stopnia zagrożenia łąpaniami, nie można wnioskować o możliwości wystąpienia wstrząsów wysokoenergetycznych, przeciwnie jak na podstawie zaszczości eksploatacyjnych oraz wytrzymałości, jednorodności i odległości nadległych w stosunku do pokładu 510 warstw piaskowców wstrząsogennych, decydujących o zdolności warstw łąpiących do kumulowania energii sprężystej.

Wyniki prognozowania zagrożenia wykazały, że stosowanie metod profilaktyki aktywnej nie w każdych warunkach musi być pozytywne. Dlatego też każdorazowo należy przeanalizować całokształt działalności górniczej w danym rejonie i na podstawie istniejących warunków geologicznych i górniczych określić stan zagrożenia tąpniętami danego wyrobiska górniczego i w stosunku do niego zastosować lub nie odpowiednią profilaktykę.

Oceniając efektywność prognozy stanu zagrożenia wstrząsami górotworu i tąpniętami należy stwierdzić, że rzeczywiste wartości maksymalnych energii sejsmicznych wstrząsów oraz przyspieszeń drgań na powierzchni potwierdziły trafność prognozy (za wyjątkiem lokalizacji drgań o maksymalnej amplitudzie przyspieszenia).

5.3. Rzeczywiste zagrożenie wstrząsami górotworu i tąpniętami

Dane dotyczące liczby zjawisk sejsmicznych (aktywności) i ich energii (intensywności) zarejestrowanych w pokładzie 510 w obszarze modelu w analizowanym okresie przedstawia tablica 5.1. Z kolei w tablicy 5.2 zestawiono wstrząsy o $E \geq 5 \cdot 10^4$ J i związane z nimi wartości przyspieszenia drgań na powierzchni.

Tablica 5.1. Aktywność i intensywność sejsmiczna w obszarze analizowanego modelu

Ściana	Liczba wstrząsów w klasach energetycznych, J						ΣN	ΣE 10^6 J	E/N 10^6 J	$E_{\max}$ J
	10^2	10^3	10^4	10^5	10^6	10^7				
535a	1851	2252	185	6	1	–	4295	17,267	0,004	$3 \cdot 10^6$
534a	710	1070	97	2	–	–	1879	5,454	0,003	$1 \cdot 10^5$
536a	888	945	62	–	1	–	1896	6,293	0,003	$2 \cdot 10^6$
537a	507	747	57	1	–	–	1312	4,219	0,003	$2 \cdot 10^5$
538/1a	441	501	18	–	–	–	960	2,080	0,002	$9 \cdot 10^4$
Σ	4397	5515	419	9	2	–	10342	35,313	0,0034	$3 \cdot 10^6$

Tablica 5.2. Zestawienie wstrząsów o $E \geq 5 \cdot 10^4$ J i związanych z nimi przyspieszeń drgań na powierzchni w obszarze analizowanego modelu

Lp.	DATA			CZAS		WSPÓŁRZĘDNE			E J	Obszar ściana	$a_{1,2}$ mm/s ²
	Rok	Miesiąc	Dzień	h	min	x	y	z			
1	1994	9	9	13	34	18476	-11595	-422	$6 \cdot 4$	ściana 535a	20,65
2	1994	9	21	18	02	18440	-11630	-385	$6 \cdot 4$	ściana 535a	
3	1994	9	24	11	17	18379	-11581	-423	$5 \cdot 4$	ściana 535a	10,92
4	1994	10	17	6	53	18373	-11641	-337	$9 \cdot 4$	ściana 535a	39,88
5	1994	11	16	4	17	18368	-11581	-335	$8 \cdot 4$	ściana 535a	18,78
6	1995	1	2	7	36	18404	-11452	-454	$7 \cdot 4$	ściana 537a	
7	1995	1	10	2	18	18399	-11661	-369	$6 \cdot 4$	ściana 535a	24,15

8	1995	1	28	3	27	18196	-11549	-200	3 · 6	ściana 535a	56,34
9	1995	2	13	17	26	18376	-11195	-400	5 · 4	ściana 538/1a	
10	1995	3	17	18	16	18393	-11549	-452	4 · 5	ściana 535a	62,56
11	1995	5	27	15	27	18173	-11655	-316	7 · 5	ściana 535a	65,34
12	1995	7	15	20	10	18391	-11924	-375	9 · 4	ściana 534a	28,40
13	1995	8	5	1	23	18135	-11749	-274	6 · 4	ściana 535a	37,95
14	1995	9	13	2	21	18304	-11961	-384	1 · 5	ściana 534a	37,41
15	1995	9	23	1	26	18344	-11976	-409	1 · 5	ściana 534a	27,50
16	1995	11	29	20	24	17962	-11777	-408	5 · 4	ściana 535a	12,51
17	1995	12	15	9	55	18191	-11545	-393	7 · 4	ściana 536a	45,49
18	1996	1	8	11	9	17935	-11799	-355	7 · 5	ściana 535a	71,80
19	1996	1	10	9	55	17975	-11795	-332	8 · 4	ściana 535a	24,25
20	1996	1	12	15	45	17916	-11817	-290	2 · 5	ściana 535a	38,92
21	1996	1	18	7	22	17956	-11742	-290	1 · 5	ściana 535a	20,97
22	1996	1	24	6	33	17925	-11714	-360	7 · 5	ściana 535a	57,22
23	1996	2	3	5	31	17960	-11851	-369	5 · 4	ściana 535a	19,95
24	1996	2	10	1	27	18322	-11367	-401	5 · 4	ściana 537a	55,50
25	1996	2	12	19	37	18160	-11642	-306	8 · 4	ściana 536a	30,80
26	1996	2	25	15	00	18103	-11469	-196	2 · 6	ściana 536a	111,94
27	1996	3	1	17	33	18150	-11537	-350	8 · 4	ściana 536a	109,86
28	1996	3	6	14	00	18350	-11384	-410	7 · 4	ściana 537a	34,84
29	1996	5	15	23	36	18075	-11479	-279	6 · 4	ściana 536a	44,25
30	1996	6	23	17	34	17984	-11830	-257	6 · 4	ściana 535a	28,01
31	1996	8	27	19	54	18043	-11583	-353	5 · 4	ściana 536a	18,41
32	1996	8	30	5	55	18258	-11229	-437	9 · 4	ściana 538/1a	40,79
33	1996	9	5	7	37	18261	-11194	-443	6 · 4	ściana 538/1a	20,82
34	1996	9	5	12	41	18045	-11909	-444	5 · 4	ściana 534a	21,90
35	1996	9	9	20	24	18009	-11850	-458	7 · 4	ściana 534a	11,40
36	1996	9	13	15	56	18077	-11404	-287	5 · 4	ściana 537a	38,07
37	1996	9	16	5	37	17967	-11889	-337	8 · 4	ściana 534a	22,20
38	1996	9	23	18	14	18008	-11862	-426	8 · 4	ściana 534a	26,60
39	1996	9	25	11	51	17736	-11682	-455	5 · 4	ściana 535a	15,09
40	1996	9	30	11	29	17988	-11880	-374	8 · 4	ściana 534a	30,40
41	1996	10	9	20	53	17987	-11886	-430	5 · 4	ściana 534a	15,40
42	1996	10	18	15	34	17990	-11882	-425	5 · 4	ściana 534a	43,10
43	1996	10	23	12	6	18054	-11473	-290	5 · 4	ściana 536a	21,94
44	1996	10	24	2	33	17982	-11880	-414	5 · 4	ściana 534a	24,20
45	1996	11	21	13	9	17698	-11921	-167	8 · 4	ściana 535a	24,45
46	1997	1	8	20	48	17854	-11876	-269	6 · 4	ściana 534a	21,04
47	1997	1	27	18	35	17605	-11702	-357	7 · 4	ściana 535a	35,11
48	1997	6	24	11	49	18047	-11300	-399	6 · 4	ściana 538/1a	31,06
49	1997	7	29	22	5	18027	-11475	-390	5 · 4	ściana 537a	47,51

50	1997	8	23	8	2	18056	-11417	-290	2 · 5	ściana 537a	98,56
51	1998	1	2	4	46	18040	-11342	-416	5 · 4	ściana 537a	36,84
52	1998	1	6	7	23	18043	-11360	-434	6 · 4	ściana 537a	45,59
53	1998	1	15	7	5	18032	-11345	-398	8 · 4	ściana 537a	32,10
54	1998	1	16	6	8	18045	-11377	-373	6 · 4	ściana 537a	22,09
55	1998	1	19	18	8	18076	-11379	-406	7 · 4	ściana 537a	47,67
56	1998	1	23	6	33	18041	-11352	-401	5 · 4	ściana 537a	
57	1998	2	4	21	52	18053	-11412	-327	5 · 4	ściana 537a	29,01
58	1998	5	26	3	43	17534	-11473	-260	5 · 4	ściana 536a	28,81

Na rysunku 5.5 przedstawiono lokalizację ognisk silniejszych wstrząsów górotworu o energii sejsmicznej $\geq 1 \cdot 10^5$ J, które wystąpiły w okresie badań w analizowanym modelu eksploatacji.

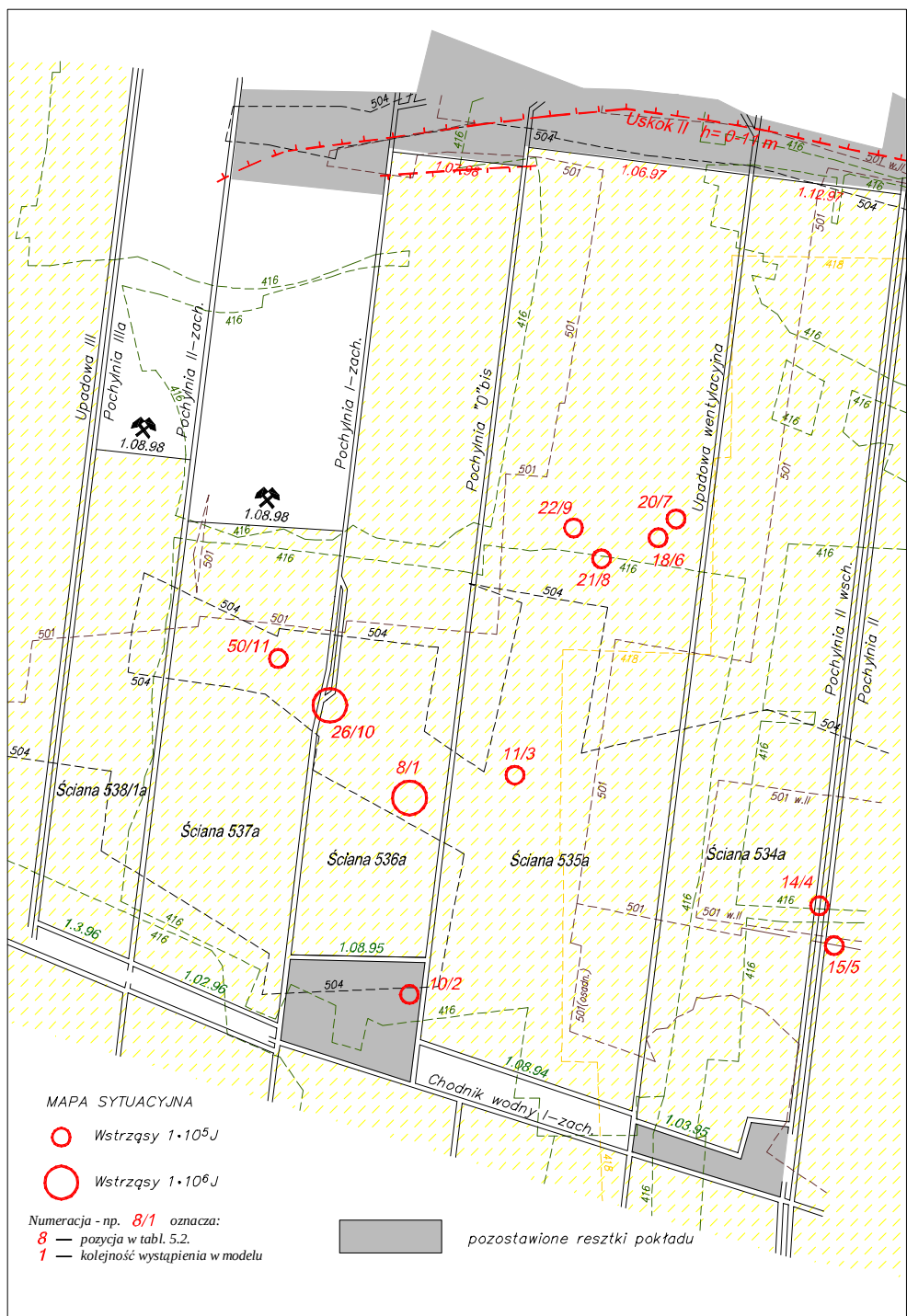
5.4. Zagrożenie metanowe

Pokład 510 został zaliczony do I i III kategorii zagrożenia metanowego. I kategoria zagrożenia metanowego obejmowała obszar na północ od uskoku II i linii jego przedłużenia na zachód oraz na wschód od linii równoległej do pochylni „0”bis, z wyłączeniem części złoża ograniczonej izoliną metanowości $2,5 \text{ m}^3 \text{ CH}_4/\text{Mg c.s.w.}$. Do III kategorii zagrożenia metanowego należał obszar położony na południe od uskoku II i zachód od pochylni „0”bis. Rozkład stref zagrożenia metanowego przedstawia rysunek 5.6. Biorąc powyższe pod uwagę, eksploatacja partii centralnej była prowadzona w polu zaliczonym do I i III kategorii zagrożenia metanowego, a mianowicie:

- ściany 534a i 535a były objęte I kategorią,
- ściany 536a, 537a i 538/1a - III kategorią.

Metanonośność pokładu 510 oraz rzeczywiste zagrożenie metanowe na całym obszarze kopalni były dobrze rozeznane. Systematyczne badania metanonośności prowadzone od momentu rozpoczęcia robót przygotowawczych w południowej i centralnej partii pokładu 510 umożliwiły opracowanie odpowiednio gęstej sieci izoliny rozkładu metanonośności i dokładne rozpoznanie zagrożenia. Największą metanonośnością charakteryzowała się południowa partia pokładu 510. I tak w części południowo-wschodniej wynosiła $5,903 \text{ m}^3 \text{ CH}_4/\text{Mg c.s.w.}$, a w części południowo-zachodniej rejonu wartość największa wynosiła $4,434 \text{ m}^3 \text{ CH}_4/\text{Mg c.s.w.}$ Wyraźnie uwidaczniała się podwyższona metanonośność w partiach przyuskokowych uskoku Zuzanna i Wojciech.

Od uskoku Południowego na północ, w porównaniu z wartościami najwyższymi, metanonośność systematycznie malała. W normalnych warunkach przewietrzania zagrożenie metanowe należało uznać za średnie, z tendencją spadkową. Należy jednak podkreślić, że rzeczywiste zagrożenie metanowe w warunkach silnego zagrożenia tapaniami było wyższe. Zawsze istniała możliwość wypchnięcia metanu uwięzionego w zrobach, jak również wystąpienie zakłóceń wentylacyjnych w przypadku



Rys. 5.5. Zarejestrowane wstrząsy o $E \geq 1 \cdot 10^5 J$ w okresie 1994–1998 (31.07.98) w analizowanym modelu

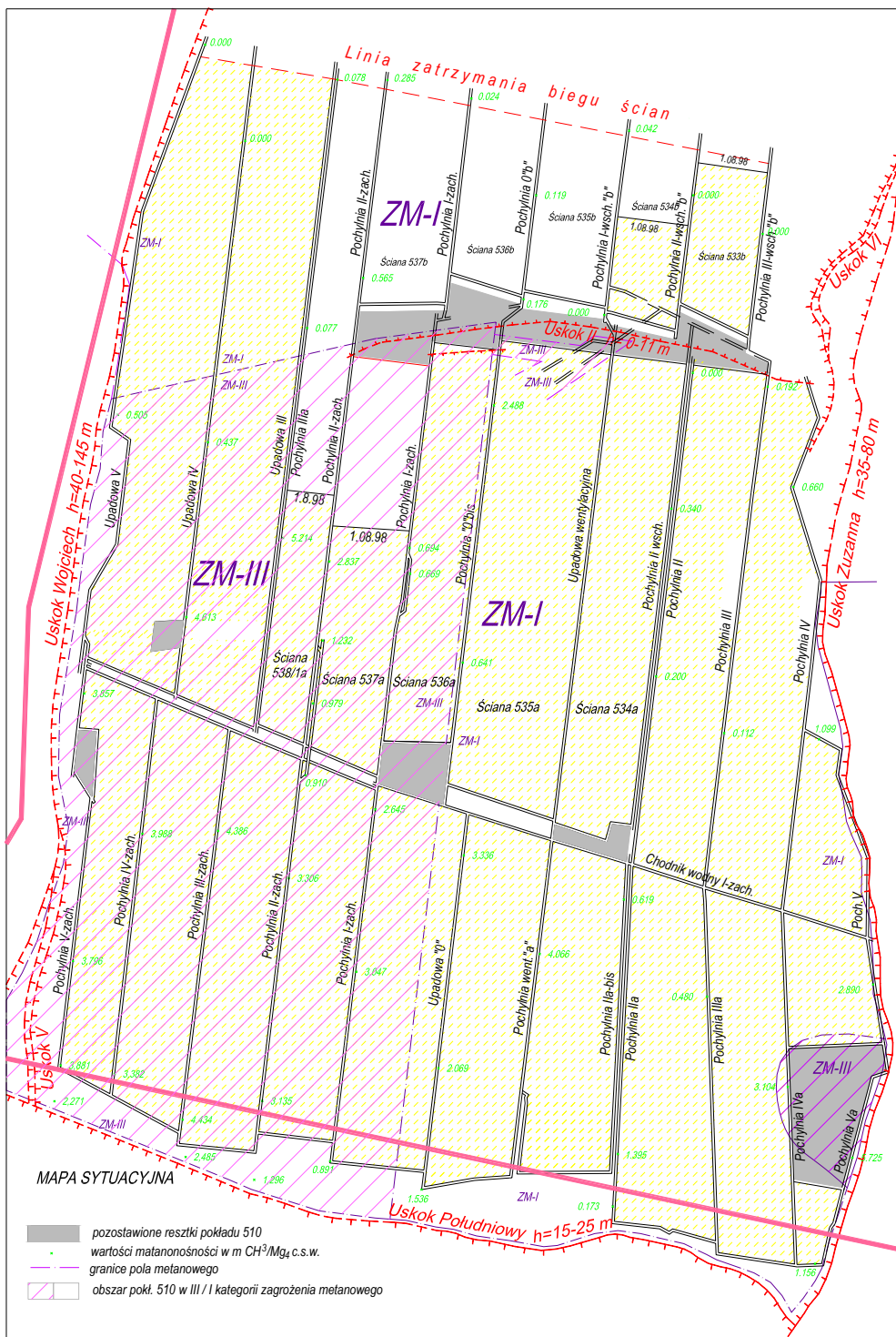
znaczących skutków wstrząsów górotworu w wyrobiskach górniczych. Maksymalne wydzielanie się metanu w partii centralnej pokładu 510 wystąpiło w 1996 roku przy pełnym rozwinięciu frontu. Partia ta została objęta metanometrią automatyczną o ciągłym pomiarze (centrala metanometryczna cyfrowa typu CMC-3).

Biorąc pod uwagę całość problematyki związanej z zagrożeniem metanowym w modelu można stwierdzić, że w analizowanym okresie zagrożenie metanowe nie powodowało zakłóceń prowadzenia frontu ścian. Bieżące, dokładne informacje dotyczące zagrożeń metanowo-pożarowych i tapaniowych stanowiły podstawę oceny wypadkowej w odniesieniu do zagrożeń skojarzonych i skutecznego im zapobiegania [32].

5.5. Zagrożenie pożarowe

Eksploatacja I warstwy pokładu 510 od początku była prowadzona w warunkach zagrożenia pożarami endogenicznymi. Wyniki badań wykazały, że węgle pokładu 510 w partii południowej oraz centralnej charakteryzują się wskaźnikiem samozapalności $Sz^a_{(273)}$ w przedziale 81–87°C/min, a energia aktywacji wynosi od 37 do 45 kJ/mol, co kwalifikowało je do IV i sporadycznie III grupy samozapalności oraz dużej skłonności do samozapalenia (czasem do średniej).

Uzyskane wyniki potwierdziły konieczność prowadzenia ciągłej profilaktyki pożarowej, tym bardziej, że rzeczywisty stan zagrożenia pożarowego był spotęgowany silnym zagrożeniem tapaniami. Wynikało to stąd, że tworzące się strefy spękań w warstwach nadległych (po odprężeniach) sprzyjały migracji powietrza i rozwojowi pożarów endogenicznych. Obliczone okresy inkubacyjne dla pokładu 510 w centralnej jego części były stosunkowo krótkie i wynosiły średnio 40–47 dni, maksymalnie do 50 dni. Takie wartości okresów były brane pod uwagę, w szczególności, w czasie likwidacji ścian. Prowadzono wyprzedzająco prace profilaktyczne w wyrobiskach czynnych, a wyrobiska zbędne likwidowano przez szczelne ich wypełnianie przede wszystkim zawiesiną popiołów lotnych lub iniekcje gipsu czy też cementu. Niekorzystny wpływ na możliwość powstania pożaru endogenicznego miały postoje ścian oraz ich mały postęp. Postoje te były związane z zagrożeniem tapaniami i ich wpływem na wyrobiska górnicze oraz na powierzchnię. Pozytywny wpływ na ograniczenie zagrożenia pożarowego miała jakość i szczelność podsadzki hydraulicznej. W przypadku „wymuszonych” postojów ścian (z uwagi na zagrożenie tapaniami) odświeżano front postępowaniem miesięcznym rzędu 10 m. Ten minimalny postęp nieznacznie przekraczał rozpiętość ścian (odległość tamy podsadzkowej czołowej od ociosu), co z uwagi na zagrożenia pożarowe i utrzymanie stropu było niezbędne. W szczególnym przypadku, kiedy konieczny postój ściany 537a przekroczył dwa miesiące (usuwanie skutków tąpnięcia, wykonanie chodnika, wykonanie strzelania USS, opracowanie dodatkowych założeń i uzyskanie opinii Komisji ds. Tapań i Komisji ds. Ochrony Powierzchni), czyli był dłuższy niż okres inkubacji, zastosowano z dużym natężeniem nawadnianie calizny węglowej z dodatkiem antypirogenu w postaci 20% roztworu wodnego fosforanu



jednoamonowego. Prowadzono również ciągły monitoring za pomocą czujników na CO. Należy podkreślić, że powyższe działania okazały się skuteczne.

5.6. Zagrożenie wodne

Pokład 510 w analizowanej partii złoża został zaliczony do I stopnia zagrożenia wodnego. Horyzonty wodne warstw orzeskich, rudzkich i częściowo siodłowych zostały wcześniej zdrenowane i były bezwodne (np. główny poziom wodonośny karbonu związany z kompleksem piaskowcowym o grubości 80–130 m, zalegającym między pokładami 409 i 416) lub też zawierały jedynie wody dynamiczne, infiltrujące w kierunku starych zrobów.

Wody statyczne występowały jedynie w piaskowcach warstw brzeźnych. Były to przeważnie średnio zmineralizowane solanki. W każdym przypadku w bilansie wodnym analizowano i uwzględniano wody podsadzkowe. Średnia dobową ich ilość była ściśle związana z dobowym wydobyciem.

5.7. Rola podsadzki hydraulicznej

W analizowanym obszarze proporcja wody podsadzkowej do piasku wynosiła średnio 1:1, co wynikało z rozwiązania technicznego stosowanej instalacji podsadzkowej oraz rodzaju, jakości i ilości innych mediów dodawanych do piasku (np. kamienia o średnicy mniejszej od 40 mm, żużla wielkopiecowego).

Z uwagi na konieczność utrzymania ściśliwości podsadzki nieprzekraczającej 9% przy ciśnieniu 15 MPa, ilość dodatków do piasku nie mogła przekroczyć 35%. Przy wydobywaniu ze ścian analizowanego modelu 1000–4200 ton/dobę (tj. 700–3100 m³) i przy proporcji medium podsadzkowego do wody 1:1, średnia ilość wód podsadzkowych kształtowała się w przedziale 800–3300 m³ (dochodziło tzw. płukanie rurociągu). Tak więc łączna ilość wody pompowanej z dołu kopalni wynosiła około 12000 m³/dobę. W KWK Katowice-Kleofas Ruch II wydajność dostarczania mieszaniny podsadzkowej wynosiła około 1600 m³/godz. (z możliwością regulacji), czyli podsadzanie jednej ściany zajmowało od 0,5 do 1,5 godz.

Czas podsadzania stanowił bardzo ważny czynnik w technologii prowadzenia frontu ścianowego. Praktyką eksploatacji prowadzonej pod Osiedlem Paderewskiego było tzw. zamykanie ściany podsadzaniem w ciągu doby. Ściana musiała być „otwarta” (na otwarcie dopuszczalne 1,2, 1,8 lub 2,4 m) i podsadzona w ciągu 24 godzin. Tylko w uzasadnionych przypadkach zezwalano na niepodsadzenie w czasie dłuższym (np. awaria). Szybkie zamknięcie cyklu, w decydującej części możliwe dzięki zabudowie rurociągu podsadzkowego z przodu sekcji (rys. 7.1), szczelną podsadzką hydrauliczną ograniczało osiadanie stropu, wpływy na powierzchnię i możliwość występowania wstrząsów górotworu.

Z uzyskanych doświadczeń wynika, że dobra, o odpowiednich parametrach jakościowych podsadzka hydrauliczna, wykonana maksymalnie szybko, przy minimalizacji czasu (w dobie z tendencją krócej niż w dobie) podsadzenia tzw.

dopuszczalnego otwarcia, nie tylko w skuteczny sposób ogranicza zagrożenie wstrząsami górotworu i tąpnięciami, ale stanowi podstawowy czynnik minimalizacji wpływu eksploatacji na powierzchnię [41, 45, 47, 48, 54, 56, 60, 65, 71].

Z przeprowadzonej analizy zagrożeń występujących w obszarze złoża obejmującego model eksploatacji wynika, że:

1. Eksploatacji pokładów siódłowych w warunkach górotworu nieodprężonego towarzyszy silne zagrożenie wstrząsami górotworu i tąpnięciami. Wybranie przed 1994 rokiem I warstwy pokładu 510 z podszatką hydrauliczną poza obszarem analizowanego modelu, również w niekorzystnych warunkach złożowych i górniczych, pozwoliło na uzyskanie szeregu ważnych doświadczeń.
2. Powyższe doświadczenia zostały wykorzystane do zaprojektowania i prowadzenia eksploatacji górniczej w I warstwie pokładu 510 w obszarze analizowanego modelu, pod centralną częścią Osiedla Paderewskiego. Występujący zespół czynników górniczych i geologicznych, oprócz tego, że stwarzał duże potencjalne zagrożenie sejsmiczne dla wyrobisk dołowych, wskazywał równocześnie na niezwykle ważną potrzebę zapewnienia odpowiedniej ochrony i zabezpieczenia obiektów powierzchniowych.
3. W celu rozpoznania i określenia występującego w środowisku dołowym i na powierzchni stanu zagrożenia wstrząsami górotworu i tąpnięciami zastosowano zespół specjalistycznych, geofizycznych metod obserwacji pomiarowych. Zainstalowano sieć 16 stanowisk sejsmometrycznych rozmieszczonych na różnych poziomach od powierzchni do głębokości 750 m oraz sejsmoakustycznych czujników pomiarowych (geofony) zabudowanych w lokalnych sieciach w rejonach najbardziej zagrożonych przodków. Do rejestrowania przyspieszenia drgań gruntu na powierzchni zainstalowano cztery stanowiska. Do oszacowania wpływu miąższości warstw nadkładu na amplifikacje drgań gruntu, pomiarowe stanowiska sejsmometryczne zostały zabudowane w miejscach o znanej miąższości utworów czwartorzędowych, odpowiednio 14 m dla stanowiska S1, 20 m dla stanowiska S2, 18 m dla stanowiska S3 i 1 m dla stanowiska S4.
4. Zastosowanie, podczas eksploatacji, odpowiednio dobranego zespołu metod i systemów pomiarowych, pozwalało na odpowiednio wczesne rozpoznawanie zagrożenia wstrząsami górotworu i tąpnięciami oraz identyfikację stref zagrożonych, a na tej podstawie podejmowanie odpowiednio dobranych środków profilaktycznych w celu jego ograniczenia lub wyeliminowania.
5. Wykonane obliczenia prognostyczne zagrożenia wstrząsami górotworu i tąpnięciami w obszarze przyjętego modelu wykazały, że w czasie eksploatacji ścian 535a, 534a, 536a, 537a i 538/1a mogła być wyemitowana energia sejsmiczna o maksymalnej wartości $1,72 \cdot 10^7$ J, przy czym uwzględniając współczynnik skuteczności stosowanej profilaktyki, maksymalną prognozowaną energię sejsmiczną wstrząsów określono na $6,3 \cdot 10^6$ J.

6. Z obliczeń prognostycznych wynikało, że wartość maksymalnej energii sejsmicznej wstrząsu górotworu w przyjętym do analizy modelu uzależniona była głównie od:
 - dużej głębokości zalegania pokładu 510,
 - istniejących zaszczości eksploatacyjnych,
 - wysokości i prędkości postępu dobowego ścian,
 - współczynnika osłabienia calizny węglowej,
 - występowania warstw piaskowca generującego wstrząsy górotworu, przy czym: pierwsza warstwa piaskowca zalegająca w stropie pokładu 501 (grubość ok. 25 m) mogła wywoływać wstrząsy o energii sejsmicznej rzędu 10^4 – 10^5 J, natomiast druga warstwa wstrząsogenna, zalegająca powyżej pokładu 416 (grubość 80–130 m) mogła powodować wstrząsy o energii sejsmicznej rzędu 10^6 – 10^7 J,
 - skłonności do kumulowania energii sprężystości w warstwach tąpniących i w samym pokładzie 510.
7. Osłabienie calizny węglowej przez takie działania profilaktyczne, jak: strzelania wstrząsowe, nawadnianie oraz zmniejszanie prędkości postępu dobowego miało, według prognozy, zmienny wpływ na wartość maksymalnej energii sejsmicznej wstrząsów górotworu. Wpływ ten był przede wszystkim wyraźnie uzależniony od analizowanego odcinka wybiegu ściany, a więc od istniejących zaszczości eksploatacyjnych.
8. Wyniki prognoz sejsmicznych wykazały, że wstrząs górotworu o maksymalnej energii sejsmicznej rzędu 10^7 J mógł wywołać drgania na powierzchni o maksymalnej amplitudzie przyspieszenia wynoszącej około 120 mm/s². Wstrząsy te i drgania nie powodowały jednak wpływów dynamicznych, które mogłyby być szkodliwe dla budowni Osiedla.
9. Rzeczywista sejsmiczność w analizowanym okresie eksploatacji (1.08.1994–31.07.1998) w modelu pięciu ścian spowodowała wystąpienie wstrząsów o energii sejsmicznej rzędu 10^6 J ($E_{\max} = 3 \cdot 10^6$). Należy podkreślić, że znaczna część wstrząsów o energiach sejsmicznych powyżej 10^4 J była odczuwana przez mieszkańców. W żadnym jednak przypadku nie stwierdzono zagrożenia konstrukcji budynku. Można przyjąć, że zastosowana profilaktyka powodowała skuteczne ograniczenie zagrożenia sejsmicznego.
10. Obszar górotworu zawarty w analizowanym modelu był objęty systemem metanometrii automatycznej, o ciągłym pomiarze, z wykorzystaniem centrali metanometrycznej cyfrowej typu CMC-3. W normalnych warunkach przewietrzania zagrożenie metanowe było średnie, jednak rzeczywiste, z uwagi na możliwość wystąpienia tąpnięć, było znacznie wyższe. Istniała możliwość dynamicznego wypchnięcia metanu uwięzionego w zrobach, jak również wystąpienia zakłóceń wentylacyjnych w przypadku zaistnienia istotnych skutków wstrząsów górotworu w wyrobiskach górniczych (gdy tracą swoją funkcjonalność). Maksymalna emisja metanu przypadła na 1996 rok, co miało miejsce przy pełnym rozwinięciu frontu eksploatacyjnego w modelu.

11. Eksploatacja I warstwy pokładu 510 była prowadzona również w warunkach dużego zagrożenia pożarami endogenicznymi, skąd wynikała konieczność stosowania ciągłej profilaktyki pożarowej, tym bardziej, że rzeczywisty stan zagrożenia pożarowego spotęgowany był silnym zagrożeniem tąpnięciami. Tworzące się strefy spękań w warstwach nadległych (po odprężeniach) sprzyjały migracji powietrza i rozwojowi pożarów endogenicznych. Na możliwość powstawania pożarów endogenicznych miały również wpływ postroje ścian lub ich mały postęp dobowy. Powyższe uwarunkowania, mające związek z zagrożeniem tąpnięciami i ich wpływem na wyrobiska górnicze oraz powierzchnię, minimalizowano przez wtłaczanie do pokładu wody z dodatkiem antypirogenu (obniżanie skłonności do samozapalenia węgla – podwyższanie energii aktywacji). Korzystny wpływ na obniżenie zagrożenia pożarowego miała jakość stosowanej podsadzki hydraulicznej oraz w przypadkach wymuszonych dłuższych postojów tzw. odświeżanie frontu. Istotną rolę w neutralizacji zagrożeń pożarowych odgrywało używanie pyłów dymnicowych. W żadnym przypadku nie stosowano pyłów jako dodatku do podsadzki hydraulicznej. W niezbędnym zakresie lokowano pyły w rejonach frontów czynnych (m.in. ze względu na ochronę osadników) w przypadku zapożarowań. Maksymalizowano ich stosowanie do wypełniania starych zrobów i likwidacji zbędnych wyrobisk. W okresie prowadzenia eksploatacji był prowadzony ciągły monitoring zagrożenia pożarowego z zastosowaniem czujników CO. Należy podkreślić, że kompleksowa analiza informacji dotyczących zagrożeń wstrząsami górotworu i tąpnięciami oraz metanowo-pożarowych, stanowiła podstawę do oceny intensywności i ryzyka w układzie tzw. zagrożeń skojarzonych, co w konsekwencji umożliwiało bardziej skuteczne zapobieganie ich występowaniu.
12. Ważnym elementem profilaktyki, minimalizującym możliwość rozwoju procesów występowania wstrząsów górotworu i tąpnięć – przez ograniczenie spękań i osiadania stropu w analizowanym modelu eksploatacji – było stałe dążenie do „zamykania” cyklu podsadzkowego każdej z eksploatowanych ścian w ciągu doby.

Wybrano pięć zdarzeń geodynamicznych, które zmuszały do zatrzymania robót górniczych i wymagały opinii Komisji ds. Tępań w Zakładach Górniczych Wydobywających Węgiel Kamienny oraz Komisji ds. Ochrony Powierzchni. Na podstawie tych opinii, dokonywano określonych korekt parametrów eksploatacji ścian modelu (a w przypadku chodnika – jego zatrzymanie).

Wykaz analizowanych zdarzeń obejmuje:

- tąpnięcie w pochylni I wschodniej o energii sejsmicznej $7 \cdot 10^6$ J z dnia 19.05.1993 r. *(jest to przykład z obszaru modelu, lecz wykracza poza analizowany okres)*,
- tąpnięcie w ścianie 538/1 o energii sejsmicznej $4 \cdot 10^6$ J z dnia 15.08.1995 r. *(nieznacznie poza granicą analizowanego modelu, lecz w ścisłym z nim związku)*,
- wstrząs w ścianie 536a o energii sejsmicznej $2 \cdot 10^6$ J z dnia 25.02.1996 r. *(obszar modelu)*,
- tąpnięcie w ścianie 537a o energii sejsmicznej $2 \cdot 10^5$ J z dnia 23.08.1997 r. *(obszar modelu)*,



Rys. 6.1. Analizowane charakterystyczne zdarzenia

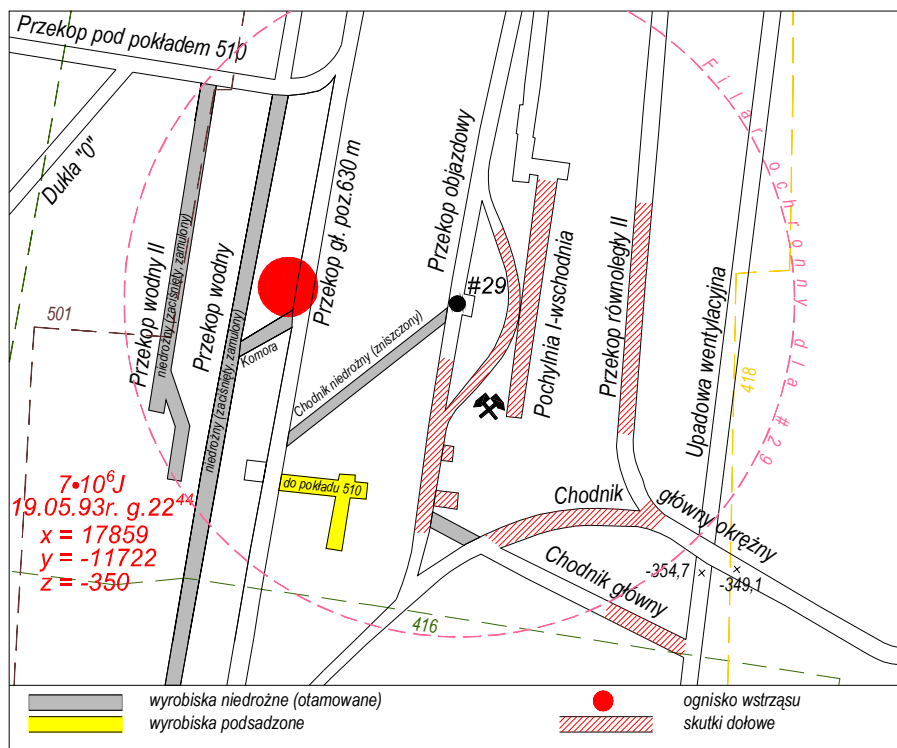
- tąpnięcie w ścianie 536a o energii sejsmicznej $5 \cdot 10^4$ J z dnia 26.05.1998 r. (*obszar modelu*).

W przypadku dwóch z analizowanych zdarzeń, a mianowicie: wstrząsu w ścianie 536a z dnia 25.02.1996 r. i tąpnięcia w ścianie 537a z dnia 23.08.1997 r., mogły one spowodować zatrzymanie prowadzonej eksploatacji – pierwszy ze względu negatywnej reakcji mieszkańców i mediów, drugi z uwagi na duże zagrożenie pracowników dołowych. Na rysunku 6.1 przedstawiono położenie ognisk wstrząsów analizowanych zjawisk sejsmicznych.

6.1. Pochylnia I wschodnia, pokład 510, warstwa przyspągowa, poziom 630 m

6.1.1. Opis tąpnięcia

Pochylnia I wschodnia była drążona po spągu pokładu 510 w kierunku południowym zgodnie z upadem pokładu wynoszącym około $6-10^\circ$. Uzyskany wybieg wynosił około 461 m. W dniu 19.05.1993 r. o godzinie 22⁴⁴ nastąpiło tąpnięcie spowodowane wstrząsem o energii sejsmicznej $7 \cdot 10^6$ J. Hipocentrum o współrzędnych: $x = 17859$, $y = -11722$, $z = -350$ zostało zlokalizowane w odległości około 80 m na zachód od czoła pochylni I wschodniej i nad pokładem 510 (rys. 6.2). Przyczyną tąpnięcia było prawdopodobnie pęknięcie i przemieszczenie się warstw nadległych nad pokładem 510, spowodowane naprężeniami uwarunkowanymi naciskami



Rys. 6.2. Tąpnięcie w rejonie pochylni I-wsch. z dnia 19.05.1993 r.

podebranych warstw piaskowca ponad pokładami 501 i 416. Czynnikiem sprzyjającym wystąpieniu tąpnięcia były:

- wysoki stan naprężeń w górotworze, związany z dużą głębokością zalegania pokładu 510, wynoszącą w rejonie tąpnięcia około 610 m,
- zwiększona koncentracja naprężeń w górotworze, spowodowana nadmiernym rozcięciem złoża w filarze ochronnym szybika 29,
- zbliżanie się frontu przodka do krawędzi pokładu 416.

W zasięgu skutków tąpnięcia znalazło się pięciu członków załogi przodka, którzy doznali lekkich obrażeń ciała. Poszkodowani samodzielnie wycofali się z zagrożonego rejonu. Skutki tąpnięcia zaznaczone na rysunku 6.2, wystąpiły w następujących wyrobiskach i polegały na:

Pochylnia I wschodnia. Obudowa łukowa typu V25/8. Odrzwia co 0,75 m. Na odcinku około 70 m od czoła przodka w kierunku na północ wystąpiły zsuwy zamków od 0,5, przez 1,2 do 0,14 m. W odległości 4 m od przodka na odcinku 8 m nastąpiło wypiętrzenie spągu do 1,2 m, co spowodowało przemieszczenie kombajnu chodnikowego typu AM-50 w kierunku ociosu wschodniego. Stwierdzono uszkodzone betonity i lokalne wyrzuty węgla.

Przekop objazdowy do szybika 29, poziom 630 m. Obudowa łukowa, podwójna ze spągownicami. W odległości około 12 m od szybika 29 w kierunku południowym na długości około 43 m wypiętrzenie spągu od strony zachodniej na wysokość około 1,5 m. Na odcinku tym 18 spągownic obudowy podwójnej zamkniętej zostało wyrwanych z uszkodzonych stóp łącznikowych.

Chodnik główny z upadowej wentylacyjnej. Obudowa łukowa typu V25/8. Odrzwia co 0,75 m. Na długości około 27 m od skrzyżowania z upadową wentylacyjną obudowa częściowo zagnieciona, do wysokości około 2,2 m i szerokości 3,0 m.

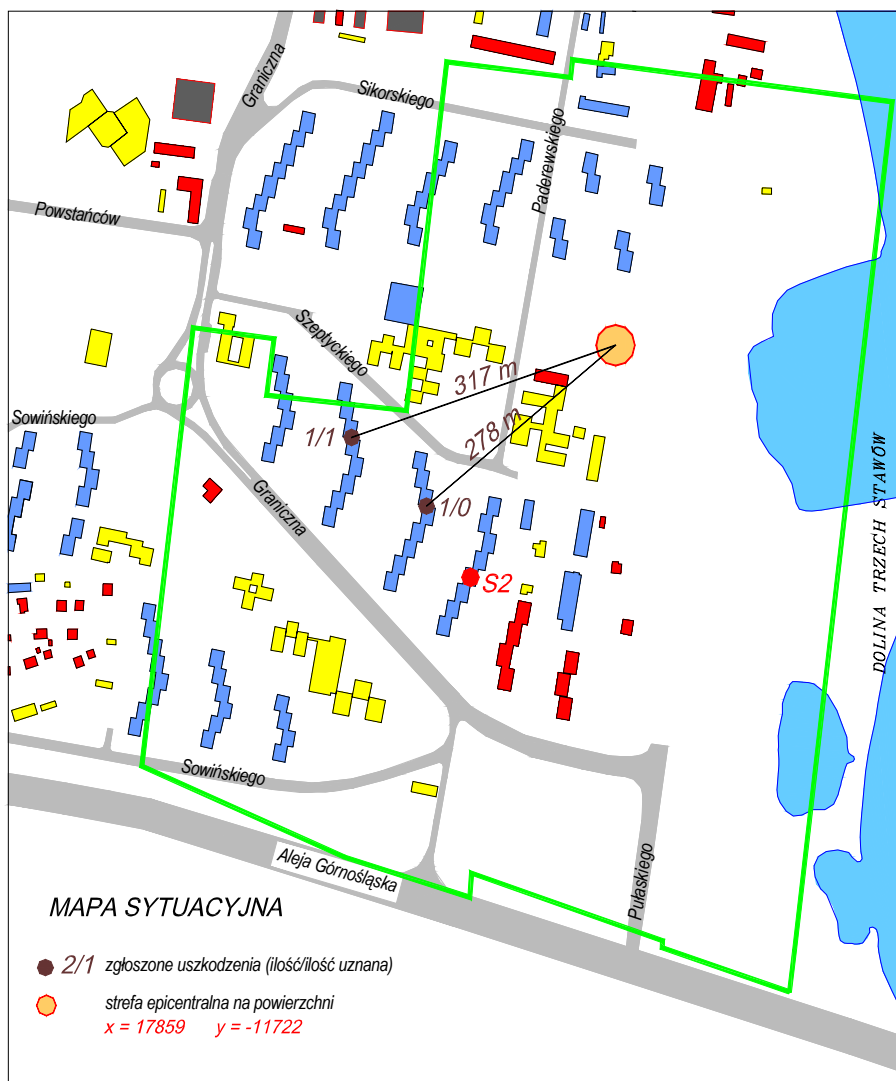
Chodnik główny okrężny. Obudowa łukowa typu V25/8. Odrzwia co 0,75 m. Na odcinku od skrzyżowania z chodnikiem głównym do skrzyżowania z przekopem równoległym II, na długości około 41 m wypiętrzenie spągu wynosiło od 0,5 do 1,5 m. Nastąpiło przechylenie toru w kierunku południowym. Została połamana wykładka i stojaki drewniane wzmocniające. Wyrobisko zagniecione do wysokości 2,0 m i szerokości 2,4 m.

Skrzyżowanie przekopu równoległego II z chodnikiem głównym okrężnym. Szyny S24 stanowiące sklepienie skrzyżowania zakładane bez odstępu w piętnastu miejscach wygięte, a w trzech złamane. Dźwigary podtrzymujące sklepienie szynowe wykonane z dwuteowników 300 mm – wygięte.

Przekop równoległy II. Obudowa V29/10. Odrzwia co 0,75 i 0,5 m. Spąg na długości około 70 m, licząc od dwudziestego metra na północ od chodnika głównego okrężnego wypiętrzony do około 0,5 m.

Chodnik obejściowy szybika 29. Obudowa V25/8 (12 m), TH-7 (25 m) i murowa (około 25 m). Całość wzmocniona kasztami z pozostawieniem około 1,0 m dla komunikacji. Odcinek 3-metrowy wykonany w obudowie murowej bardzo spękany, zaciśnięty, kaszty zagniecione – niemożliwy do przejścia.

Skutki na powierzchni. Oprócz ogólnego niepokoju części mieszkańców Osiedla Paderewskiego, wynikiem czego były interwencje telefoniczne, oficjalnie zgłoszono 2 nieznaczne uszkodzenia wewnątrz mieszkań, z których uznano jedno jako zasadne (rys. 6.2a). Kopalnia rozszerzyła i zintensyfikowała na terenie Osiedla działalność objaśniającą zasady eksploatacji i wynikające z niej pozytywne efekty ogólnospołeczne, w tym dla samego Osiedla również.



Rys. 6.2a. Tąpnięcie z dnia 19.05.1993 r. w rejonie pochylni I-wsch. – sytuacja na powierzchni

Należy nadmienić, że w rejonie tym prawie 10 lat wcześniej, to jest 19.02.1983 r. o godzinie 6¹² wystąpiło tąpnięcie o energii sejsmicznej $2 \cdot 10^6$ J i następujących współrzędnych ogniska $x = 17800$, $y = -11700$, $z = -350$ (rys. 6.3). W zasięgu skutków nie było pracowników. Skutki tąpnięcia objęły przekop główny na długości około 80 m i przekop objazdowy na długości około 70 m (przecięcie z pokładem 510). Zsuwy

6.1.2. Profilaktyka stosowana przed tąpnięciem

Profilaktyka aktywna

- do dnia tąpnięcia nie zastosowano żadnej z metod profilaktyki aktywnej.

Profilaktyka techniczno-technologiczna

- zmniejszono rozstaw odrzwi z 1,0 do 0,75 m,
- zmniejszono strefę manewrowania kombajnu chodnikowego AM-50 z 20 do 15 m.

Profilaktyka organizacyjna

- wyznaczono strefy szczególnego zagrożenia tąpnięciami,
- ustalono maksymalną dopuszczalną liczbę pracowników i drogi ich poruszania się,
- wyznaczono dyspozytorów oceny zagrożenia tąpnięciami.

6.1.3. Warunki prowadzenia pochylni I wschodniej po tąpnięciu

Pochylnia I wschodnia została zatrzymana. Usunięto sprzęt i urządzenia. Mając na uwadze przyszłą eksploatację podszadono ją miałem węglowym. Jako chodnik tworzący dla projektowanych ścian 534a i 535a wykorzystano istniejącą pochylnię wentylacyjną, którą prawie całkowicie przebudowano. Powyższa zmiana spowodowała skrócenie projektowanej ściany 534a i wydłużenie ściany 535a o około 40 m. Na tę zmianę uzyskano pozytywną opinię Komisji ds. Tapań w Zakładach Górniczych Wydobywających Węgiel Kamienny.

6.1.4. Analiza zdarzenia

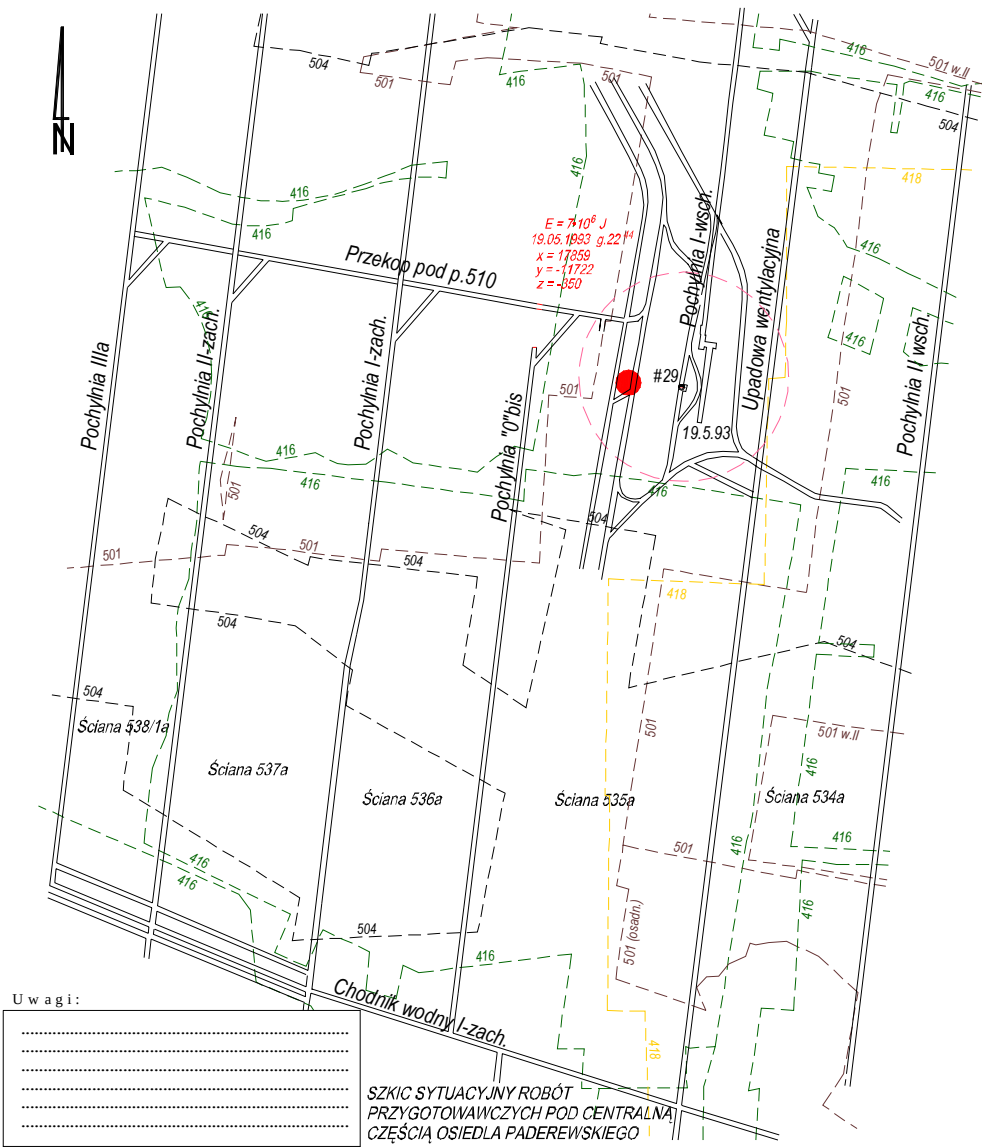
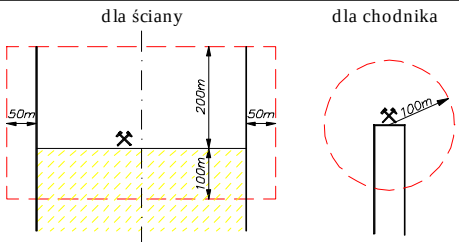
Analizując przebieg postępu chodnika (pokładogram 2.4.) stwierdzono że mimo stanu „b” oceny zagrożenia tąpnięciami według metody kompleksowej, najpóźniej z dniem 13.05.1993 r. po ważnym sygnale sejsmologicznym, jakim była po okresie „ciszy” wyemitowana energia sejsmiczna wstrząsu $7 \cdot 10^2$ J, należało przystąpić do ustalonych strzelań profilaktycznych. Z rozpoznania górniczego – pomijając ocenę sejsmologiczną, sejsmoakustyczną i ilość zwiercin – wynikało, że pomimo prowadzenia przodka pod wybranymi zrobami pokładu 504, oddziaływanie pozostawionych resztek i krawędzi pokładów 501, 418 i 416, będzie znaczne. Dlatego uwzględniając takie elementy, jak widoczny chodnik w pokładzie 418 i chodniki w pokładzie 501 oraz fakt zneutralizowanego prawie do zera działania odprężającego wybranego pokładu 504 (wybrany w latach 1965–1966), a także prowadzenie chodnika w typowym niekorzystnym z uwagi na kumulację naprężeń filarze ochronnym szybika 29, należało z początkiem maja, tj. po przesunięciu ~20 m na wschód linii pochylni I wsch. kontynuować drążenie, stosując strzelania wstrząsowo-odprężające, natomiast po pojawieniu się wstrząsu o energii sejsmicznej $7 \cdot 10^2$ J należało zastosować strzelanie odprężająco-urabiające z pozostawieniem kombajnu tylko do ładowania lub z czasowym jego wycofaniem prowadząc przodek za pomocą materiału wybuchowego.

Pomijając sytuację która doprowadziła do zatrzymania pochylni I wschód i jej likwidacji przez podszadzenie, a także konieczność przebudowy pochylni wentylacyjnej, należy z dużym prawdopodobieństwem stwierdzić, że stosując

Objaśnienia dodatkowe :

- wstrząs o maksymalnej energii zanotowany w danym dniu z obydwu pokładogramów (A i B)
- = w obydwu pokładogramach (A i B) zanotowano tego samego dnia wstrząsy o identycznej energii
- OK wystąpienie E_{max} w dobie ze strzelania MW
- OP opóźnienie w godzinach E_{max} w dobie po strzelaniu MW
- II... wystąpienie $E_{max} = E_{MW}$ w dobie po raz drugi ... (kolejny)

Kryterium lokalizacyjne kwalifikacji wstrząsów:



U w a g i :

.....

.....

.....

.....

.....

SZKIC SYTUACYJNY ROBÓT
PRZYGOTOWAWCZYCH POD CENTRALNĄ
CZĘŚCIĄ OSIEDLA PADEREWSKIEGO

profilaktykę aktywną można było uniknąć również bardzo poważnego zagrożenia dla załogi przebywającej w przodku.

Zdarzenie to jednocześnie wskazało na pewne braki w profilaktyce długofalowej, dotyczące rozcięcia złoża, w którym nie wykorzystano istniejącej starej pochylni wentylacyjnej, tworząc nowy chodnik, doprowadzając do nadmiernego rozcięcia pokładu, co w warunkach dużego zagrożenia tapaniami było niepożądane.

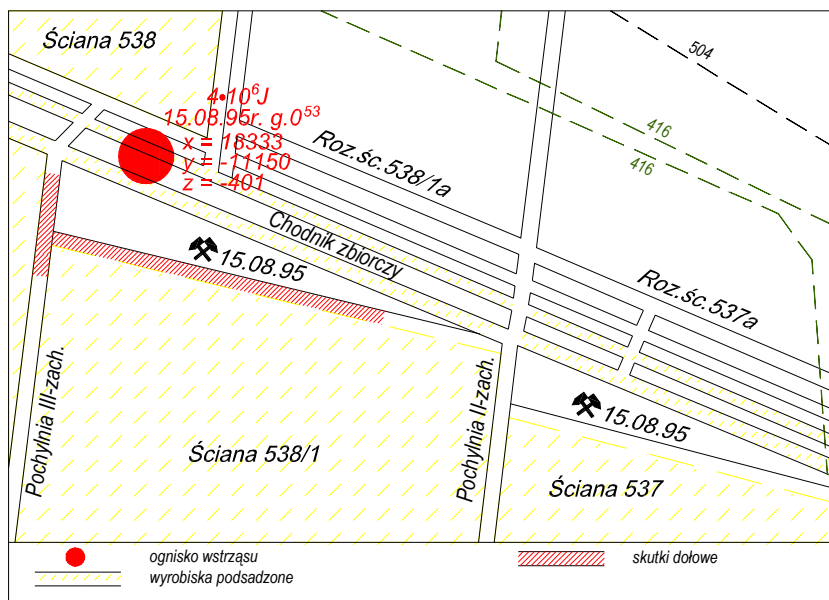
6.2. Ściana 538/1, pokład 510, warstwa przyspagowa, poziom 630 m

6.2.1. Opis tąpnięcia

W dniu 15.08.1995 r. o godzinie 0⁵³ w rejonie ściany 538/1 zarejestrowano wstrząs górotworu o energii sejsmicznej $4 \cdot 10^6$ J, który spowodował tąpnięcie w ścianie i pochylni III zachodniej. Hipocentrum o współrzędnych: $x = 18333$, $y = -11150$, $z = -401$ zostało zlokalizowane w odległości 30 m przed frontem ściany 538/1 i 30 m na wschód od pochylni III zachodniej (rys. 6.4). Wstrząs górotworu spowodowany był prawdopodobnie pęknięciem i przemieszczeniem się warstw nadległych nad pokładem 510, wywołanym naprężeniami uwarunkowanymi naciskami podebranych warstw piaskowca nad pokładem 416. Czynnikiem sprzyjającym wystąpieniu tąpnięcia były:

- wysoki stan naprężeń w górotworze, związany z dużą głębokością zalegania pokładu 510, wynoszącą w rejonie tąpnięcia około 689 m,
- koncentracja naprężeń spowodowana siecią chodników i zrobami oraz zawężeniem calizny węglowej ściany 538/1.

W zasięgu skutków tąpnięcia znalazło się szesnastu pracowników, z których siedmiu uległo wypadkom lekkim, a jeden ciężkiemu.



Rys. 6.4. Tąpnięcie w obszarze ściany 538/1 z dnia 15.08.1995 r.

Skutki tąpnięcia wystąpiły w następujących wyrobiskach i polegały między innymi na:

Ściana 538/1. W ścianie 538/1 na długości 125 m (od pochylni III zachodniej) stwierdzono wyrzucenie węgla z ociosu ściany na głębokość od 0,7 do około 1,5 m. Na długości 85 m ściany na linii konstrukcji tamy podszkowej typu „Andaluzja” wystąpił zawał warstwy podstropowej pokładu. Stwierdzono uszkodzone siłowniki podtrzymujące tylne stropnice obudowy zmechanizowanej.

Pochylnia III zachodnia. Poniżej frontu ściany 538/1 w kierunku południowym na odcinku około 10 m odrzwia obudowy V25/8 były pochylone o około 15°, a ponadto była zniszczona wykładka z okładzin żelbetowych. Przed frontem ściany 538/1 stwierdzono wystąpienie skutków tąpnięcia na odcinku około 23 m. Stojaki „Valent” zabudowane pod podciągami drewnianymi były przechylone w kierunku zachodnim o 15° (stropnice częściowo zdeformowane).

Skutki na powierzchni. Zarejestrowana maksymalna wartość przyspieszenia drgań na powierzchni wynosiła 115,8 mm/s². Zgłoszono 2 uszkodzenia, przy czym kopalnia ich nie uznała (rys. 6.4a). Zaobserwowano, że niektórzy mieszkańcy powstałymi usterkami wynikającymi z bieżącego użytkowania mieszkania obarczają kopalnię. W żadnym przypadku uszkodzenia nie dotyczyły konstrukcji nośnych budynków. Oprócz działalności informacyjnej dla mieszkańców Osiedla, kopalnia współpracując z Zarządem Spółdzielni kontynuowała finansowanie przede wszystkim remontu kanalizacji. Na rysunku 6.4b przedstawiono schematyczny rozkład emisji sejsmicznej w kierunku powierzchni.

6.2.2. Profilaktyka stosowana przed tąpnięciem

Profilaktyka aktywna

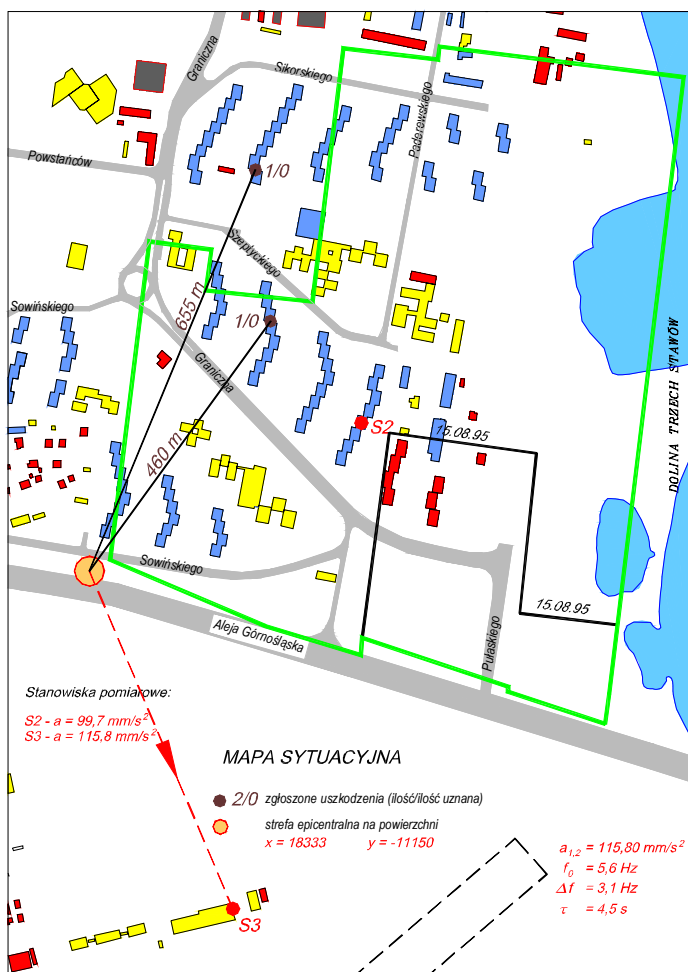
- nawadniania calizny węglowej od ponad 2 tygodni już nie prowadzono,
- w przypadku wzrostu zagrożenia tąpnięciami stwierdzonego prowadzonymi metodami założono wykonanie strzelań wstrząsowo-urabiających.

Profilaktyka techniczno-technologiczna

- w ścianie 538/1 była stosowana obudowa zmechanizowana FAZOS 19/30 Op zabudowana w podziałce 2,0 m. Między sekcjami – podciągi drewniane na styk podbudowane stojakami drewnianymi co 0,9 m. Wykładka stropu – stropnice filarowe długości 5,0 m zakładane nad stropnice obudowy zmechanizowanej co około 0,3 m. Dodatkowo w śladzie prowadzonych sekcji budowano stojaki drewniane co 1,2 m w wyznaczonej 50-metrowej strefie szczególnego zagrożenia tąpnięciami.

Profilaktyka organizacyjna

- wyznaczono strefy szczególnego zagrożenia tąpnięciami,
- ustalono dopuszczalną liczbę pracowników do jednoczesnego przebywania w strefach,
- najbardziej zagrożone wyrobiska wyłączono z ruchu załogi,
- ustalono warunki kontroli wyłączonych wyrobisk,



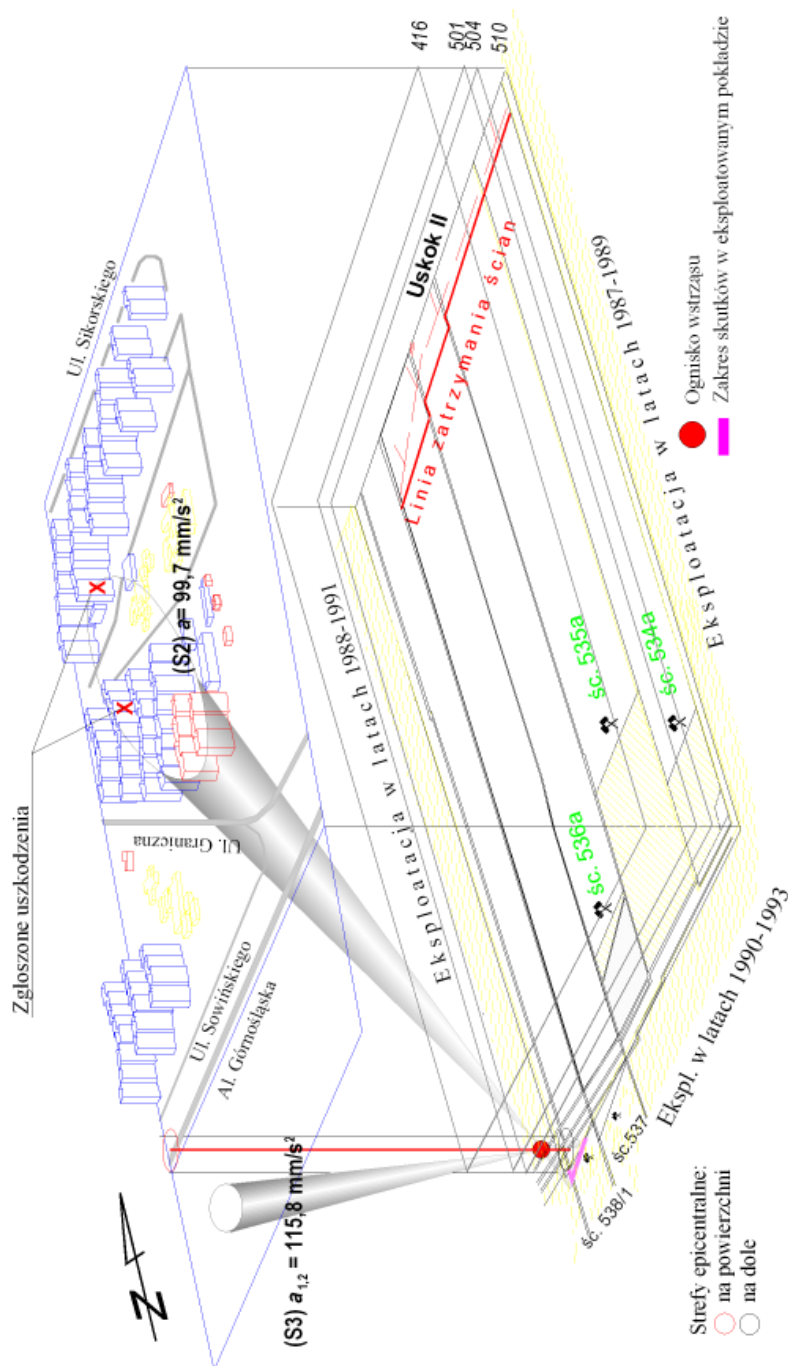
Rys. 6.4a. Tąpnięcie z dnia 15.08.1995 r. w obszarze ściany 538/1 – sytuacja na powierzchni

- jednoznacznie określono drogi dojścia i wyjścia ze ściany 538/1,
- powołano dyspozytorów oceny zagrożenia tąpnięciami.

6.2.3. Warunki prowadzenia ściany 538/1 po tąpnięciu

W projekcie dalszego prowadzenia ścian 537 i 538/1, po tąpnięciu w dniu 15.08.1995 r. o energii sejsmicznej $4 \cdot 10^6 \text{ J}$ w rejonie ściany 538/1, zostały uwzględnione warunki związane z zabezpieczeniem obiektów i urządzeń na powierzchni oraz dole kopalni, a także koordynacja z będącą wtedy na rozruchu, ścianą 536a, stanowiącą trzeci z kolei uruchomiony przodek, po 535a i 534a, w analizowanym modelu eksploatacyjnym.

Rozważano różne rozwiązania, łącznie z zatrzymaniem ścian 538/1 i 537 i pozostawieniu niewybranych resztek. Przeważała koncepcja wybrania „na czysto”, gdyż z uwagi na ochronę powierzchni było to najkorzystniejsze, mimo że ryzykowne, lecz w granicach dopuszczalnych w takim wstrząsogennym obszarze. Przyjmując



Ściana 538/1, napięcie o energii $4 \cdot 10^6$ J z dnia 15.08.1995 r. godz. 00⁵³

X = 18333 m, Y = -11150 m, Z = -401 m (H = 660 m)

$$(S3) \ a_{1,2} = 115,80 \text{ mm/s}^2, \quad f_0 = 5,6 \text{ Hz}, \quad \Delta f = 3,1 \text{ Hz}, \quad t = 4,5 \text{ s}.$$

(stanowisko pomiarowe S3 znajduje się poza modelem – na południe)

dotatkowe rygory zminimalizowano prawdopodobieństwo wystąpienia tąpnięcia o tej skali intensywności, ponadto tak silny wstrząs wskazywał na „uspokojenie” się górotworu na dłuższy czas. (Według opinii [8] około 29 tygodni. W rzeczywistości następny silny wstrząs, rzędu 10^6 J miał miejsce 25.02.1996 roku, czyli po niespełna 26 tygodniach).

Następstwem zaistniałego tąpnięcia w ścianie 538/1 było ograniczenie z 50 do 30 m postępu na miesiąc w ścianie 536a. Była to pierwsza wynikająca z zaistniałego zdarzenia zmiana w prowadzeniu frontu eksploatacyjnego pod centralną częścią Osiedla Paderewskiego, a druga w kolejności – traktując tzw. uelastycznienie frontu jako zamierzone i celowe działanie. Po zakończeniu biegu ścian 537 i 538/1 postęp miesięczny ściany 536a wynosił ponownie 50 m. Taka sytuacja trwała do dnia 25.02.1996 r.

Czasowe ograniczenie postępu miesięcznego ściany 536a miało istotny wpływ na postęp pozostałych przodków analizowanego modelu eksploatacji, tzn. ścian 535a i 534a, z uwagi na konieczność dotrzymania rygorów odległościowych. Wzajemne relacje, uwzględniające bezpieczeństwo dołowe i ochronę powierzchni, musiały być w analizowanym modelu traktowane jako nadrzędny cel eksploatacji, który umożliwiał ruch kopalni.

6.2.4. Analiza zdarzenia

Ściana 538/1 znajdowała się na końcu swojego wybiegu (pokładogram 1.33.). Stanowiła resztkę, którą na dłuższym odcinku (28 m) od pochylni III zachodniej, zbliżając się do wyłączonych z ruchu chodników w pokładzie 510, należało wybrać. Kumulacji naprężeń sprzyjały pozostawione fragmenty pokładów 504, 501 i 418, a także oddziaływanie krawędzi pokładu 416. Znaczne zdeformowanie górotworu w strefie jej prowadzenia, spotęgowane dużą głębokością zalegania wynoszącą 689 metrów oraz grubymi warstwami piaskowców, bardzo silnie oddziaływało na pole ściany 538/1. Analiza kształtowania się stanu zagrożenia tąpnięciami na podstawie obserwacji geofizycznych i górniczych w ścianie 538/1 przed tąpnięciem (od 1 do 15.08.1995 r.) potwierdziła ich zróżnicowanie, określane poszczególnymi metodami: od braku do stanu średniego.

METODA SEJSMOLOGII GÓRNICZEJ

W obszarze analizowanej ściany 538/1 występowały wstrząsy o energii rzędu 10^2 – 10^4 J. W sierpniu, do czasu wystąpienia tąpnięcia o energii sejsmicznej $4 \cdot 10^6$ J zanotowano łącznie 74 wstrząsy górotworu. Ściana 538/1 przed tąpnięciem wykazywała niższe wartości większości parametrów sejsmicznych w stosunku do ścian, które wcześniej zakończyły swój bieg, tj. 540 i 539/1.

METODA SEJSMOAKUSTYCZNA

Ogólnie należy stwierdzić, że prowadzone podstawowe obserwacje sejsmoakustyczne, jak również obserwacje dodatkowe z wykorzystaniem aparatury ARES z zabudowanymi czujnikami w caliźnie i w stropie pokładu w okresie poprzedzającym tąpnięcie nie wykazywały stanu zwiększonego zagrożenia tąpnięciami (z wyjątkiem jednego przypadku z dnia 13.08.1995 r.).

WIERCENIA MAŁOŚREDNICOWE

W żadnym przypadku wierceniami małośrednicowymi wykonywanymi z częstotliwością raz na dobę do dnia 14.08.1995 r. nie stwierdzono występowania strefy wzmożonych naprężeń. Maksymalny wychód zwiercin nie przekraczał 3 litrów/m.b. wiercenia.

METODA KOMPLEKSOWA

Ocena stanu zagrożenia tąpniętami według metody kompleksowej przed zdarzeniem, czyli od 1 do 12.08.1995 r., wskazywała na stan „b”.

W drugim dniu postoju ściany (niedziela 13.08.1995 r.) – ocena stanu zagrożenia tąpniętami według metody kompleksowej wykazała stan „c” (pokładogram 1.33. serii B). (Dwa tygodnie wcześniej zaprzestano nawadniania – tłoczona woda „wchodziła” w caliznę pod wpływem ciśnienia grawitacyjnego około 15 atm). Niewątpliwie uzasadnione zaufanie do metody nawadniania oraz względy p.pożarowe, stały się przyczyną niezastosowania strzelań profilaktycznych. W zaistniałej sytuacji należało wykonać strzelania odprężająco-urabiające i zmniejszyć maksymalne otwarcie kroku podsadzki do 1,8 m. I tutaj – nie bacząc na stan „b” oceny zagrożenia tąpniętami według metody kompleksowej – należało na około 60 m przed zakończeniem resztki stosować regularne strzelania odprężające maksymalnie możliwym ładunkiem, a na około 40 m przed jej zakończeniem strzelania odprężająco--urabiające, pozostawiając kombajn tylko do ładowania (najgroźniejsze są resztki w granicach 60–10 m).

Na pokładogramie 1.33 wyraźnie widać niekorzystny układ przestrzenny. Wprawdzie metoda sejsmologiczna w tym przypadku wykazała zagrożenie „w ostatniej chwili”, na co nie było natychmiastowej reakcji, jednakże rozpoznanie górnicze wyraźnie wskazywało na możliwość wystąpienia wysokoenergetycznego wstrząsu.

W partii południowej – w szczególności właśnie w rejonie zachodnim, do którego należała ściana 538/1 – na dużą skalę stosowano nawadnianie calizny węglowej. Duża skłonność pokładu do samozapalenia się i III kategoria zagrożenia metanowego sprzyjały takiemu wybraniu profilaktyki aktywnej.

Po zaistniałym zdarzeniu zaostrzono nadzór i egzekwowanie ustaleń w zakresie stosowania metody nawadniania, przy czym prawie w każdym przypadku stosowano ją, jako uzupełniającą do metod strzelniczych.

W ramach ogólnej oceny sytuacji naprężeniowej na końcowym odcinku wybiegu ścian 537–540, stwierdzono, że mimo utrzymywania się podwyższonych naprężeń w części pól ścianowych oraz lokalnie występujących stref ich koncentracji – potencjalnie silnie zagrożonych tąpniętami – możliwe było bezpieczne przeprowadzenie eksploatacji zgodnie z przyjętymi założeniami.

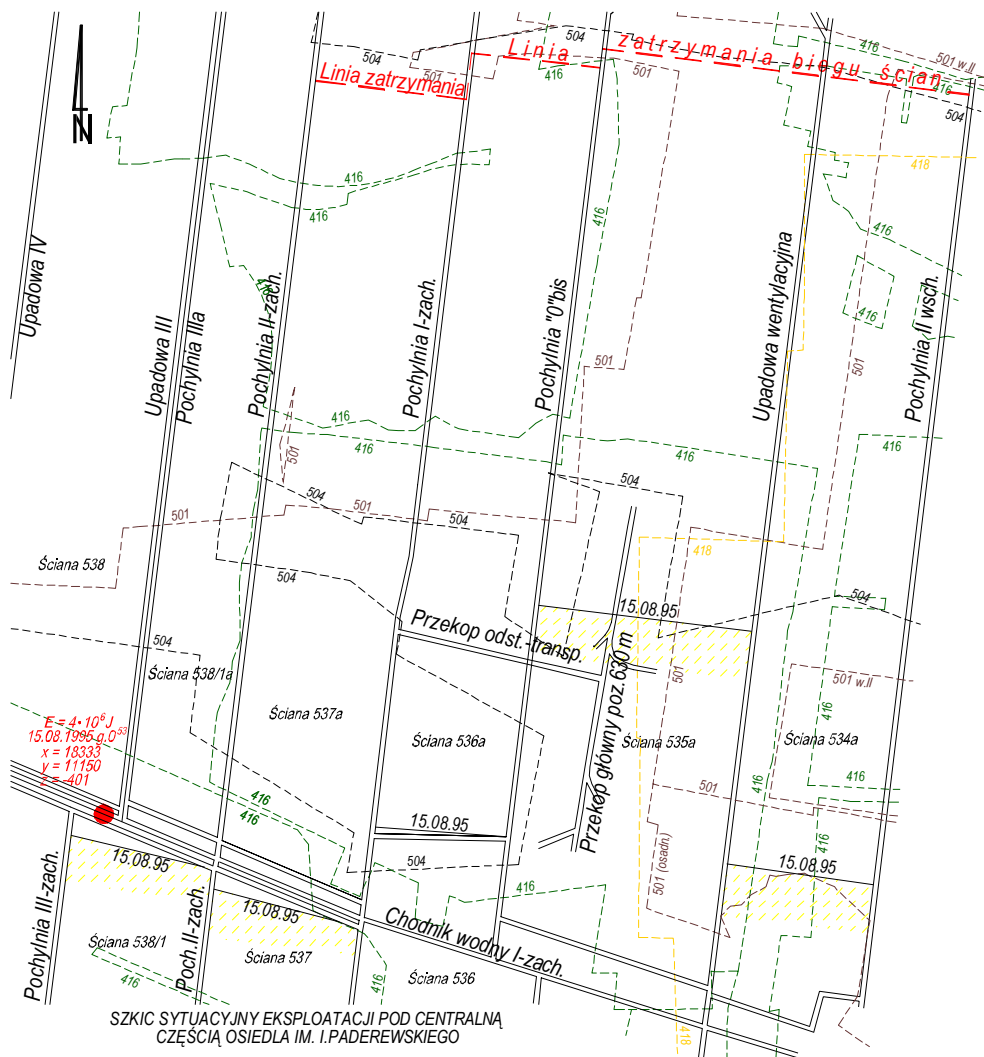
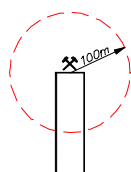
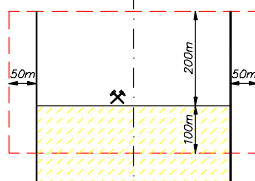
Objaśnienia dodatkowe:

- w strząs o maksymalnej energii zanotowany w danym dniu z obrydu pokladogramów (A i B)
- = w obrydu pokladogramów (A i B) zanotowano tego samego dnia w strząs o identycznej energii
- OK wystąpienie E_{max} w dobie ze strzelania MW
- OP opóźnienie w godzinach E_{max} w dobie po strzelaniu MW
- II... wystąpienie $E_{max} = E_{MW}$ w dobie po raz drugi... (kolejny)

Kryterium lokalizacyjne kwalifikacji wstrząsów:

dla ściany

dla chodnika



6.3. Ściana 536a, pokład 510, warstwa przyspągowa, poziom 630 m

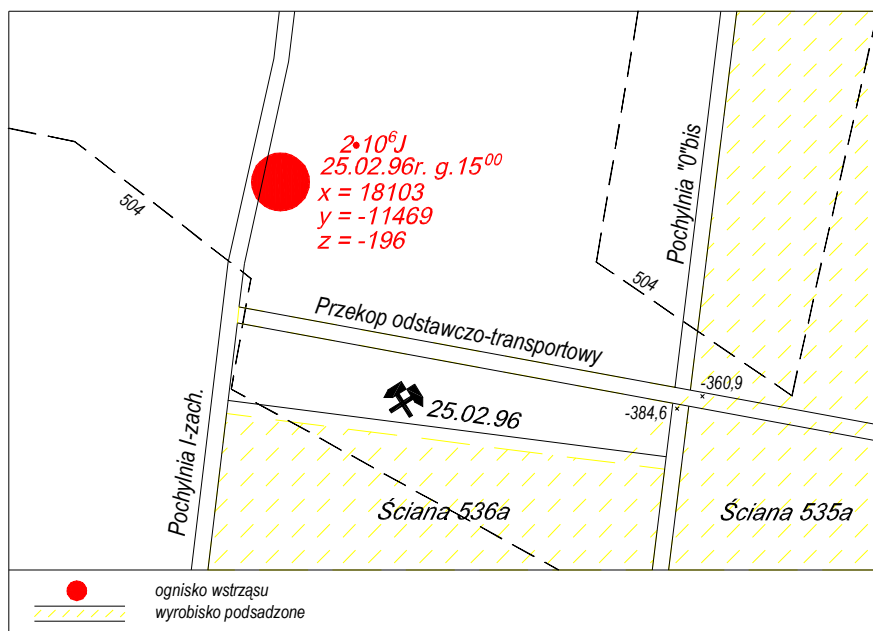
6.3.1. Opis wstrząsu

W dniu 25.02.1996 r. o godz. 15⁰⁰ (niedziela) w rejonie ściany 536a wystąpił wstrząs górotworu o energii sejsmicznej $2 \cdot 10^6$ J i współrzędnych ogniska: $x = 18103$, $y = -11469$, $z = -196$. Powyższe współrzędne poziome odpowiadały odległości 65 m przed frontem eksploatacji i 10 m od pochylni I zachodniej, a więc rejonowi skrzyżowania przekopu z pokładem 510 i krawędzią 504 (rys. 6.5).

Wstrząs górotworu spowodowany był prawdopodobnie pęknięciem i przemieszczeniem się warstw piaskowca nad pokładem 416. Czynniki sprzyjające wystąpieniu wstrząsu były:

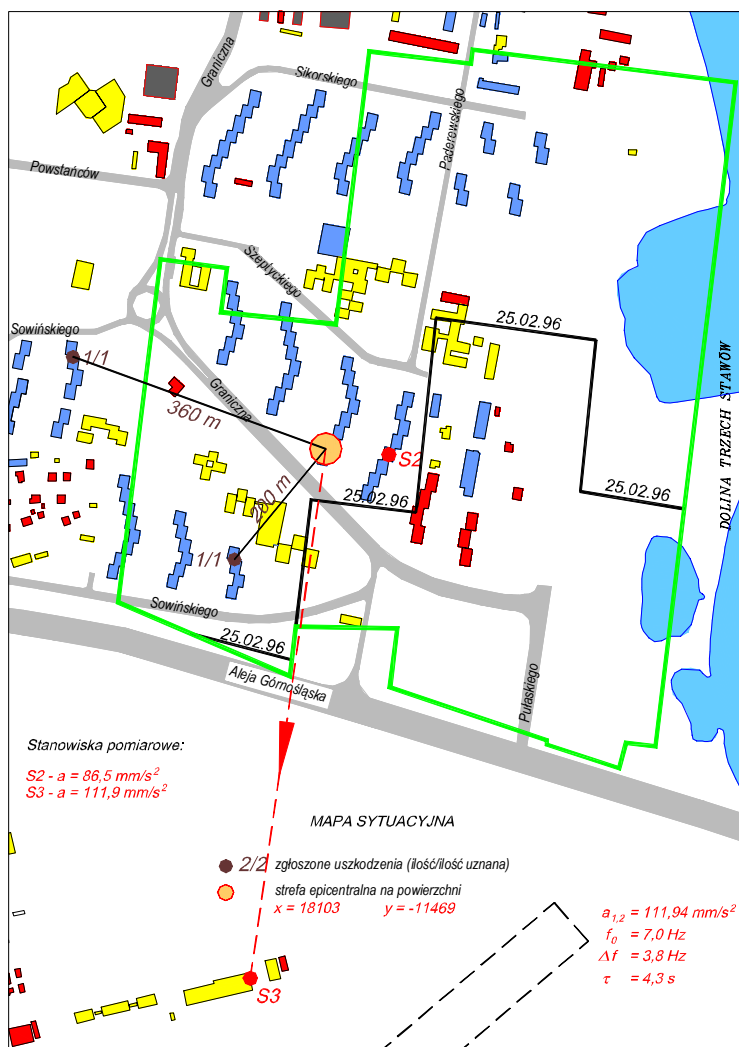
- wysoki stan naprężeń w górotworze związany z dużą głębokością zalegania pokładu 510 wynoszącą w rejonie wstrząsu około 662 m,
- koncentracja naprężeń spowodowana resztką pokładu 504 oraz bliskością wyrobiska korytarzowego (podsadzonego).

Nie stwierdzono skutków w wyrobiskach dołowych.



Rys. 6.5. Tąpnięcie w obszarze ściany 536a z dnia 25.02.1996 r.

Skutki na powierzchni. Powyższy wstrząs wywołał znaczną reakcję społeczną. Na stanowiskach powierzchniowej sieci sejsmometrycznej zarejestrowano maksymalną wartość przyspieszenia drgań wynoszącą $111,9 \text{ mm/s}^2$. Na podstawie powyższych danych opracowano schematyczny rozkład emisji sejsmicznej w kierunku powierzchni, co przedstawia rysunek 6.5b. Zgłoszono dwa, uznane przez kopalnię uszkodzenia, jedno w odległości 200, a drugie 360 m od rzutu strefy ogniska wstrząsu na powierzchnię (rys. 6.5a).

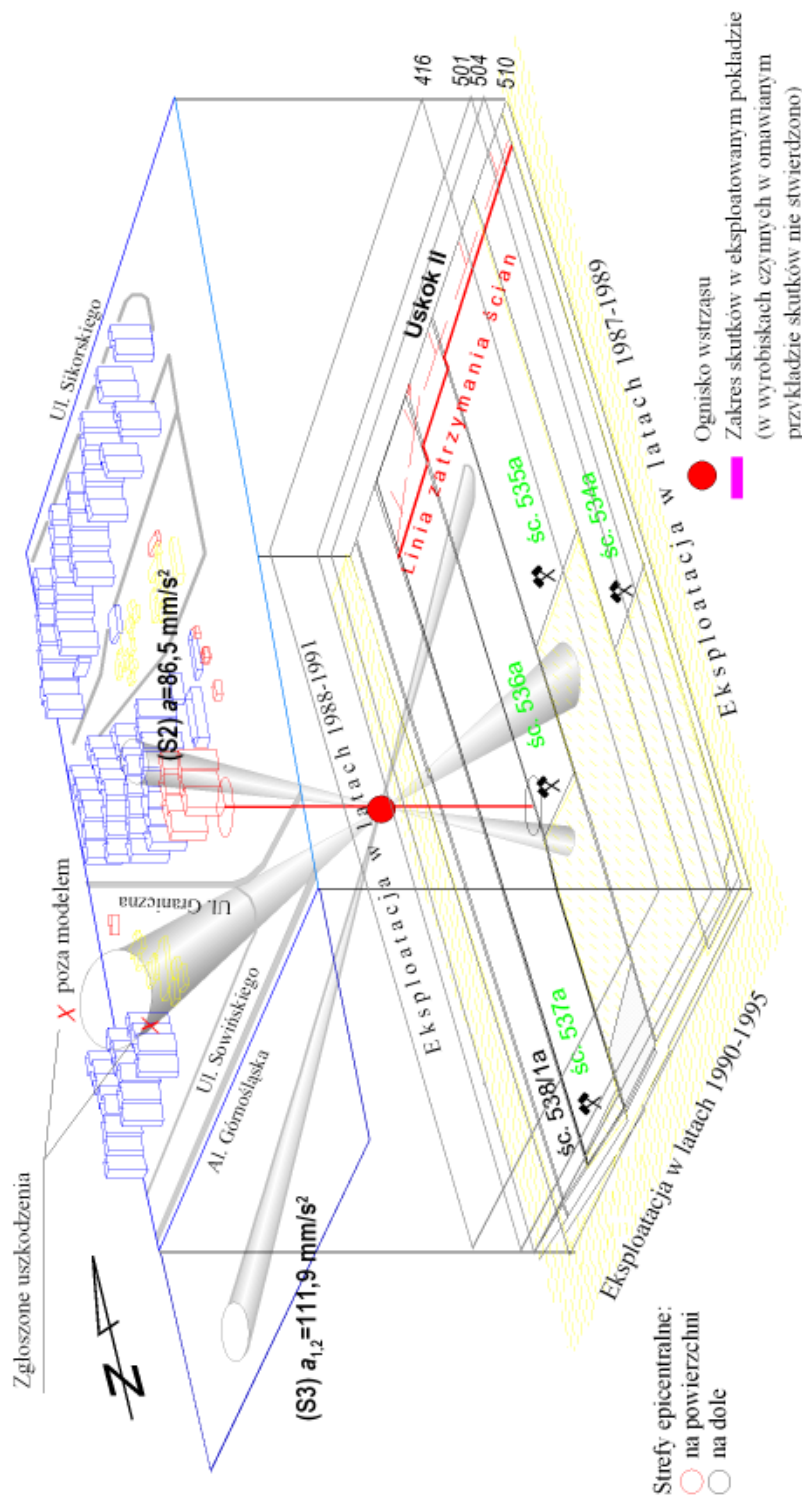


Rys. 6.5a. Wstrząs z dnia 25.02.1996 r. w obszarze ściany 536a – sytuacja na powierzchni

6.3.2. Profilaktyka stosowana przed wstrząsem

PROFILAKTYKA AKTYWNA

- Prowadzono nawadnianie calizny długimi otworami przed frontem ściany.
- Z uwagi na występujący wzrost zagrożenia tąpnięciami z dniem 14.02.1996 r. rozszerzono zakres oraz częstość strzelań wstrząsowo-odprężających na całą długość ściany otworami długości 10,0 m. Dodatkowo na 50-metrowym odcinku ściany przylegającym do pochylni I zachodniej, przewidziano wykonywanie strzelań urabiających z zabiorem 0,80 m. Strzelania wstrząsowo-odprężająco-urabiające należało wykonywać maksymalnie możliwym do załadowania ładunkiem, na przykład około 100 kg co 1 cykl podsadzkowy równocześnie. (Z uwagi na postój ściany – rygor odległości – do dnia tąpnięcia nie zrealizowano ani razu wymienionego ustalenia).



Rys. 6.5b. Schematyczny (prawdopodobny) kierunek emisji i oddziaływania części fali sejsmicznej wstrząsu:

Ściana 536a, łapięcie o energii $2 \cdot 10^6 \text{ J}$ z dnia 25.02.1996 r. godz. 15⁰⁰
 $X = 18103 \text{ m}$, $Y = -11469 \text{ m}$, $Z = -196 \text{ m}$ ($H = 476 \text{ m}$)
 (S3) $a_{1,2} = 111,90 \text{ mm/s}^2$, $f_0 = 7,0 \text{ Hz}$, $\Delta f = 3,8 \text{ Hz}$, $t = 4,3 \text{ s}$.
 (stanowisko pomiarowe S3 znajduje się poza modelem – na południe)

PROFILAKTYKA TECHNICZNO-TECHNOLOGICZNA

- W ścianie 536a była stosowana obudowa zmechanizowana FAZOS 21/31 Op zabudowana w podziałce co 2,0 m. Między sekcjami obudowy zmechanizowanej stosowano podciąg drewniane, budowane na styk (lub z zakładką) co 1,2 m. W przypadku pogorszonych warunków stropowych stojaki budowano co 0,9 m oraz dodatkowo pod stropnicami filarówymi co 1,2 m w śladzie sekcji; ponadto zagęszczono wykładkę stropu do trzech stropnic filarówych na jeden zabiór (lub wykonywano pełną wykładkę, tzw. podłogę).
- Pochylnia I zachodnia i pochylnia „0”bis na najbardziej zagrożonych odcinkach (resztką w pokładzie 504) na około 200 m zostały wykonane w obudowie podwójnej ze spągownicami na odrzwiach wewnętrznych. Całość opięta była odpowiednio szynami i podbudowana stojakami ciernymi i drewnianymi.

PROFILAKTYKA ORGANIZACYJNA

- wyznaczono strefy szczególnego zagrożenia tapaniami,
- ustalono dopuszczalną liczbę pracowników do jednoczesnego przebywania w strefach i w ścianie,
- wprowadzono telewizję przemysłową do obsługi przenośnika podścianowego (pochylnia I zachodnia),
- jednoznacznie określono drogi dojścia i wyjścia ze ściany 536a,
- powołano dyspozytorów oceny zagrożenia tapaniami.

6.3.3. Warunki prowadzenia ściany 536a po wstrząsie

Zarządzeniem OUG nastąpiło zatrzymanie ściany 536a. Ponowne jej uruchomienie uwarunkowano uzyskaniem pozytywnej opinii Komisji ds. Tapań w Zakładach Górniczych Wydobywających Węgiel Kamienny i Komisji ds. Ochrony Powierzchni przed Szkodami Górniczymi.

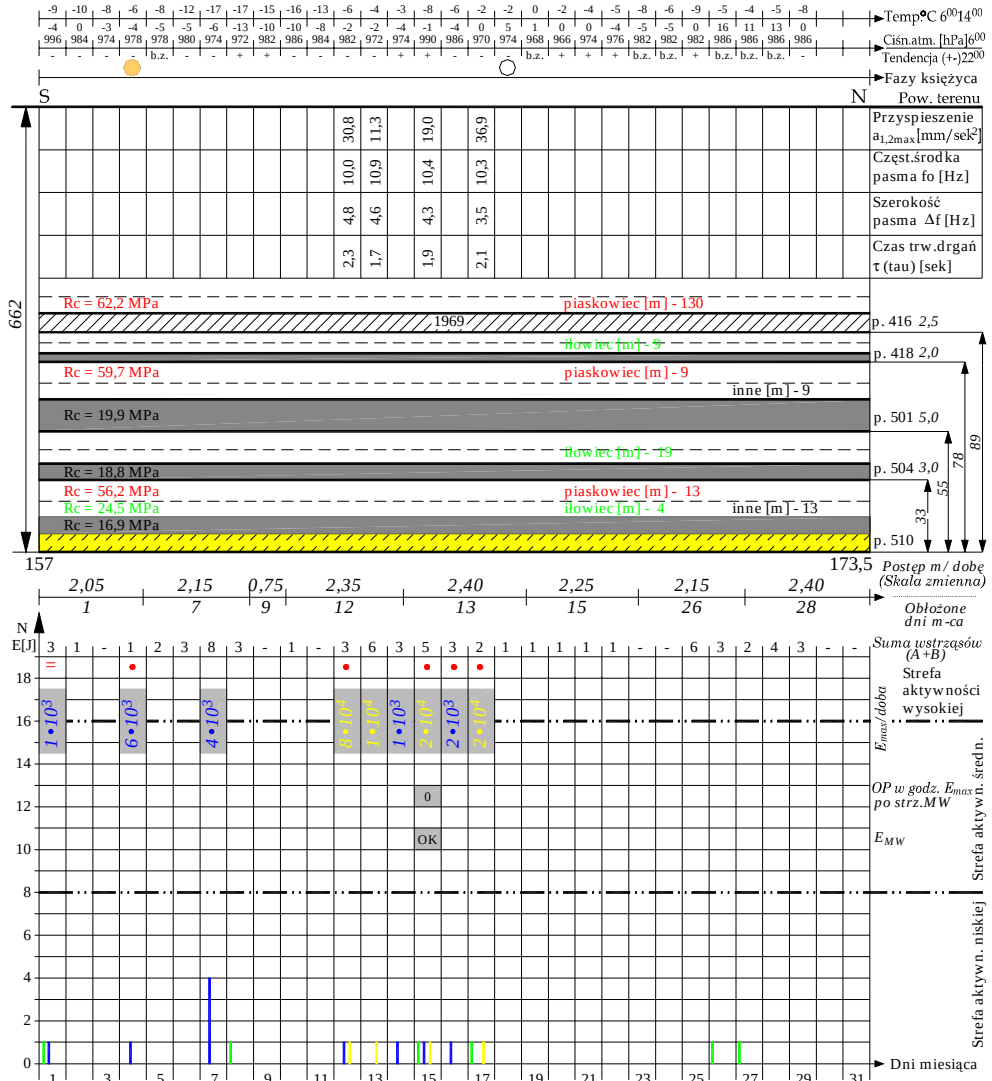
6.3.4. Analiza zdarzenia

Ściana 536a prawie w całości znajdowała się pod niewybraną resztką pokładu 504. Szczególnie niekorzystna sytuacja wytworzyła się w jej części zachodniej przy pochylni I zachodniej, ze względu na oddziaływanie krawędzi resztki pokładu 504 oraz na przecinający warstwy pokładu 510 – wyłączony w tej fazie już z ruchu – przekop odstawczo-transportowy.

Takie usytuowanie frontu ściany 536a w stosunku do resztki pokładu 504 oraz niewybrane w tym obszarze pokłady 501 i 418 oraz wybrany, ale w bardzo odległym czasie (1969 r.) pokład 416, sprzyjały zagrożeniu tapaniami. Mały i nieregularny postęp w lutym ściany 536a (do dnia wstrząsu, tj. 25.02.1996 r., wynoszący 16,0 m) ograniczał aktywność sejsmiczną, natomiast powodował intensywną kumulację naprężeń.

Strzelania profilaktyczne w tej fazie były prowadzone co 4,8 m postępu ściany (co 2 cykle podsadzki). Nawadnianie realizowano długimi otworami z chodników przyścianowych.

POKLADOGRAM 1.7. seria A Nazwa wyrobiska ściana 536a
Sporządzony za miesiąc/rok 02.1996 Kierowanie stropem pods. Pokł. 510 Warstwa I
Przekrój podłużny przez pochylnię "0"bis Parametry: Dł. 132 Wys. 2,5 Zabiór 0,6
Cechy[m] od 157 do 173,5 Grub.całk.pokł 6,5 Postęp [m/m-c](max/min) 50/ 10 [m/dobę](max) 2,4
Wykon w [m/m-c] 16,5 Rozpiętość stropu [m] 8,8 Krok pods.(max.otw.stropu)[m] 2,4
Data rozp.ekspl. 1.08.95 Wybieg akt. [m] 623 Inne dane tłoczenie wody: 23,6 m³/m-c, 23 godz./m-c

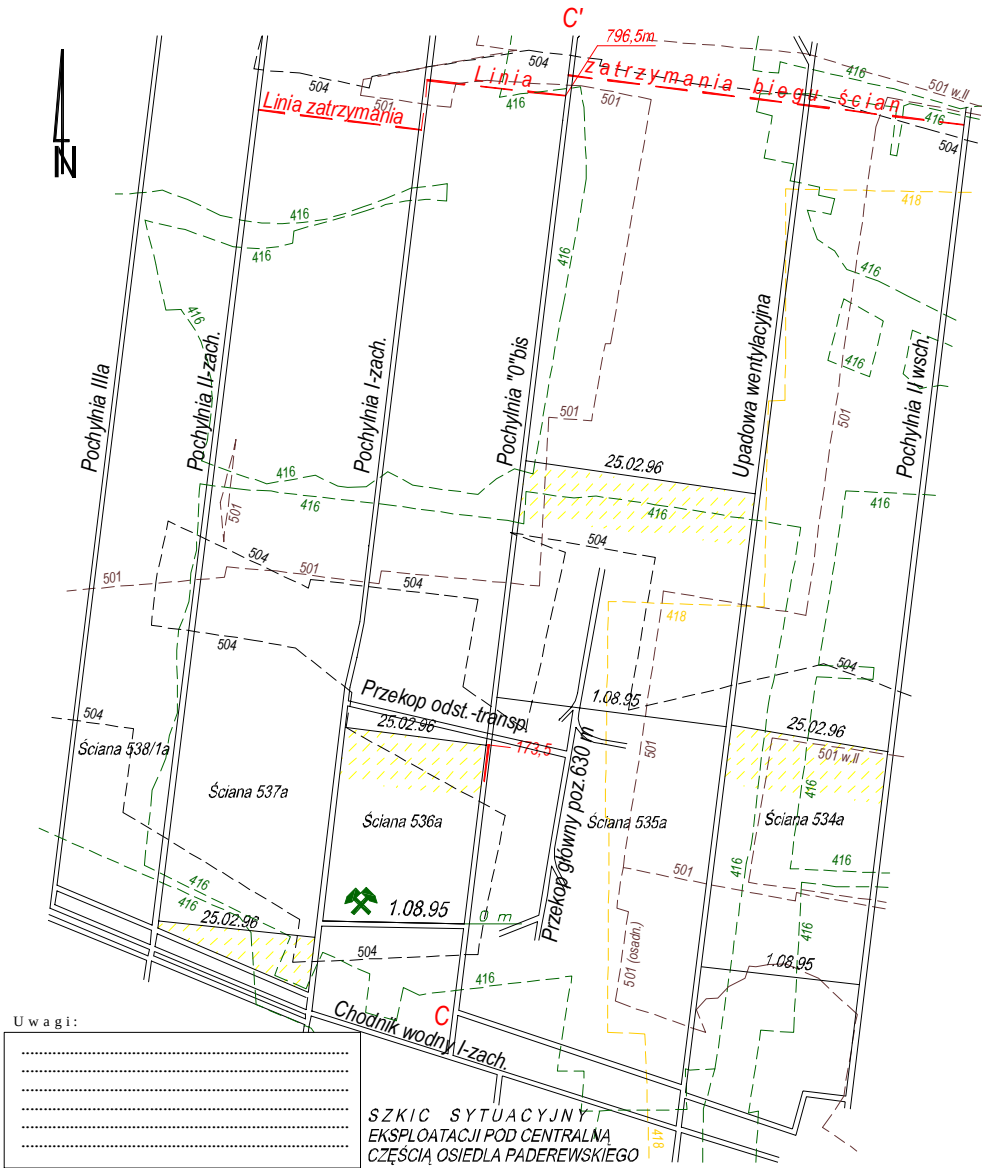
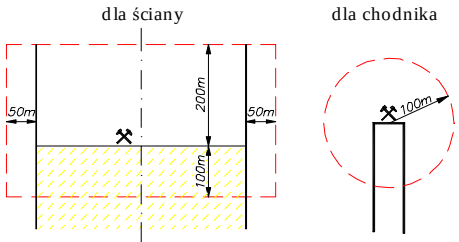


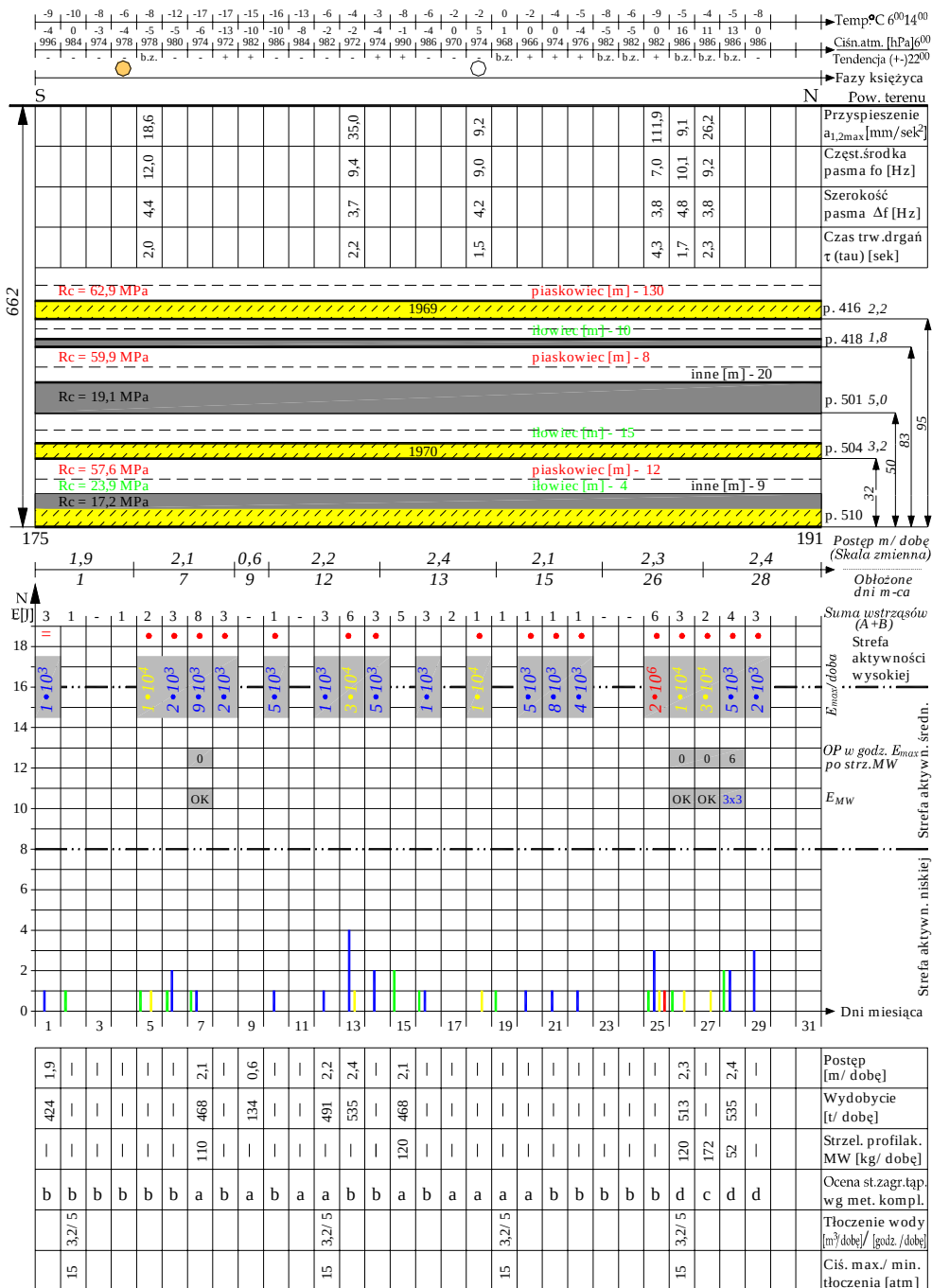
	Postęp [m/ dobę]
457	Wydobycie [t/ dobę]
	Strzel. profilak. MW [kg/ dobę]
b	Ocena st.zagr.tap.wg met. kompl.
	Tłoczenie wody [m ³ /dobę]/ [godz./dobę]
15	Ciś. max./ min. tłoczenia [atm]

Objaśnienia dodatkowe :

- wstrząs o maksymalnej energii zanotowany w danym dniu z obydwu pokładogramów (A i B)
- = w obydwu pokładogramach (A i B) zanotowano tego samego dnia wstrząsy o identycznej energii
- OK wystąpienie E_{max} w dobie ze strzelania MW
- OP opóźnienie w godzinach E_{max} w dobie po strzelaniu MW
- II... wystąpienie E_{max} $\neq$ E_{MW} w dobie po raz drugi ... (kolejny)

Kryterium lokalizacyjne kwalifikacji wstrząsów:





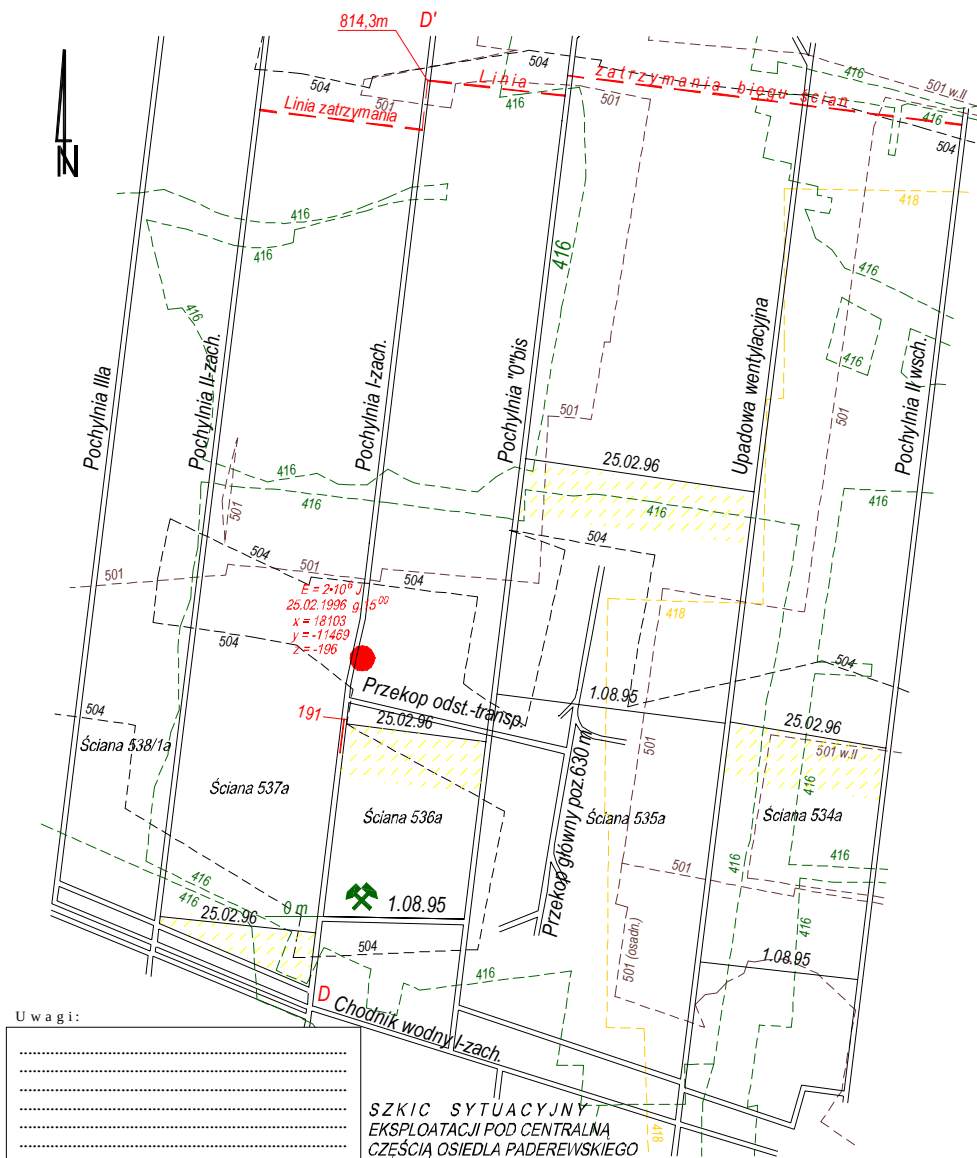
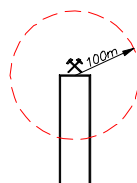
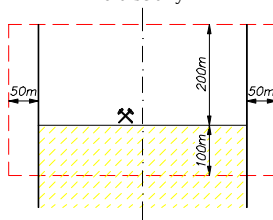
Objaśnienia dodatkowe:

- wstrząs o maksymalnej energii $E_{\max}$ zanotowany w danym dniu z obydwu pokładogramów (A i B)
- = w obydwu pokładogramach (A i B) zanotowano tego samego dnia wstrząsy o identycznej energii
- OK wystąpienie $E_{\max}$ w dobie ze strzelania MW
- OP opóźnienie w godzinach $E_{\max}$ w dobie po strzelaniu MW
- II... wystąpienie $E_{\max}$ i E_{MW} w dobie po raz drugi ... (kolejny)

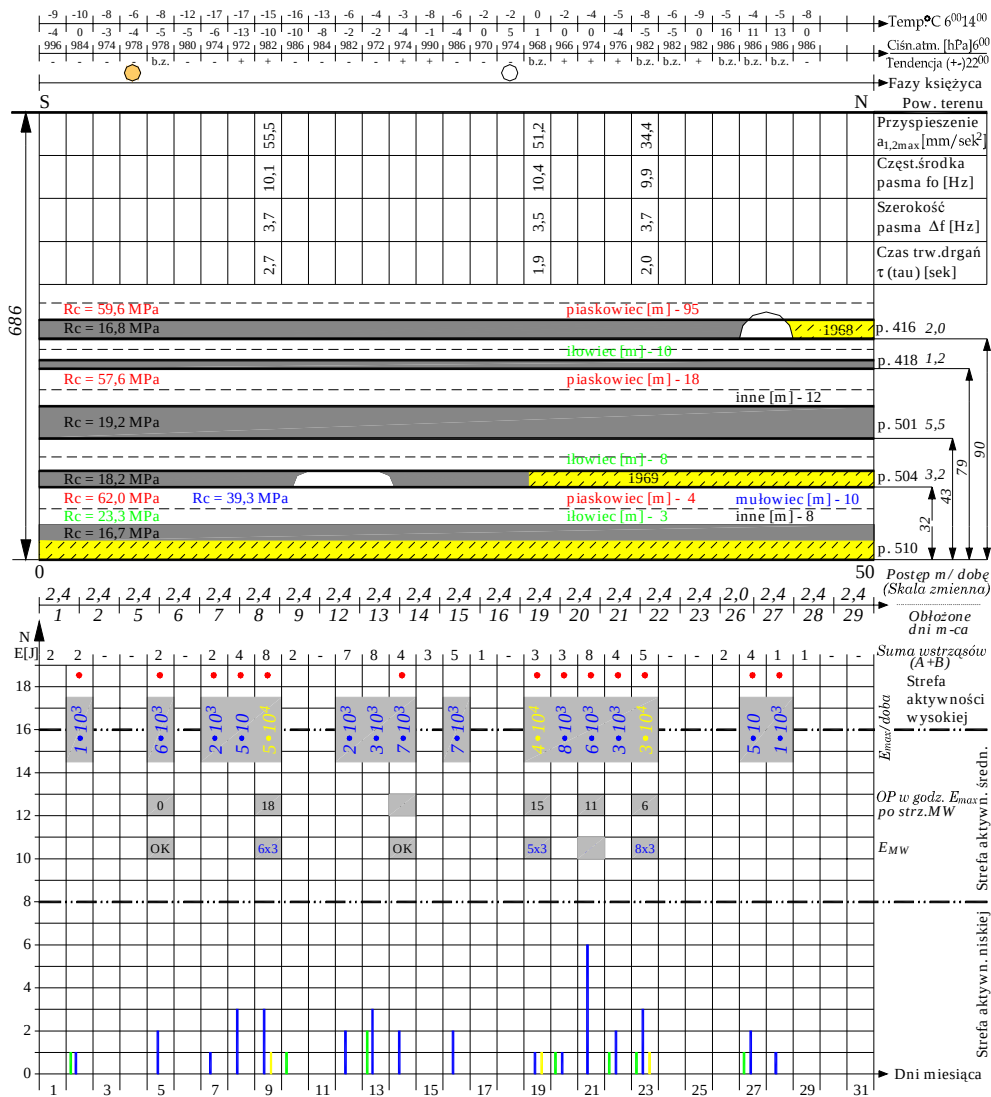
Kryterium lokalizacyjne kwalifikacji wstrząsów:

dla ścian y

dla chodnika



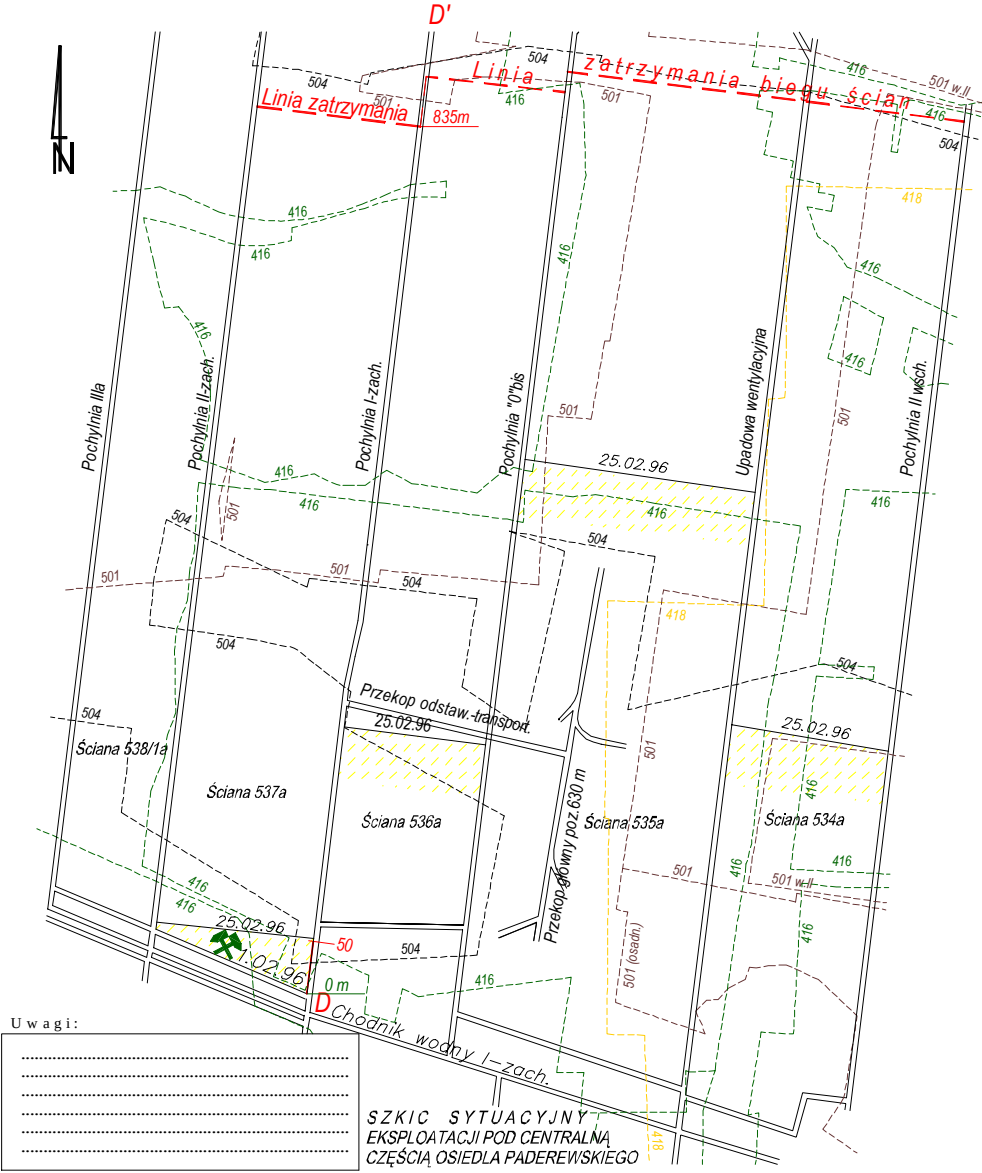
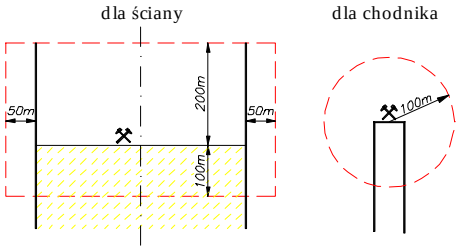
POKLADOGRAM 1.1. seria A		Nazwa wyrobiska		ściana 537a			
Sporzadzony za miesiąc/ rok	02.1996	Kierowanie stropem p.pods.	Pokł.	510	Warstwa	1	
Przekrój podłużny przez	pochylnię i zach.	Parametry: Dł.	132	Wys.	2,5	Zabior	0,6
Cechy[m] od	0	do	50	Grub.całk.pokł.	7,0	Postęp [m/ m-c](max/ min)	50/ 10
Wykon w [m/ m-c]	50					[m/ dobeł](max)	2,4
Data rozp.kmpl.	1.02.96	Wybieg akt. [m]	835	Rozpiętość stropu [m]	19,6	Krok p.pods.(max,ottw.stropu)[m]	2,4
				Inne dane	thoc. wody:	160,8 m ³ / m ³ -c	111 godz/ m ³ -c

[illegible]

Objaśnienia dodatkowe :

- wstrząs o maksymalnej energii zanotowany w danym dniu z obydwu pokładogramów (A i B)
- = w obydwu pokładogramach (A i B) zanotowano tego samego dnia wstrząsy o identycznej energii
- OK wystąpienie E_{max} w dobie ze strzelania MW
- OP opóźnienie w godzinach E_{max} w dobie po strzelaniu MW
- I I ... wystąpienie $E_{max} = E_{MW}$ w dobie po raz drugi ... (kolejny)

Kryterium lokalizacyjne kwalifikacji wstrząsów:



Uwagi:

.....
.....
.....
.....
.....

SZKIC SYTUACYJNY
EKSPLOATACJI POD CENTRALNĄ
CZĘŚCIĄ OSIEDLA PADEREWSKIEGO

Na podstawie analizy kształtowania się stanu zagrożenia tąpnięciami w ścianie 536a, przeprowadzonej w oparciu o metody geofizyczne i górnicze, przed wystąpieniem wstrząsu, czyli od 1 do 25.02.1996 r., stwierdzono brak lub słabe zagrożenie tąpnięciami.

METODA SEJSMOLOGII GÓRNICZEJ

W rejonie analizowanej ściany 536a do dnia zdarzenia, to jest do 25.02.1996 r., stwierdzono występowanie wstrząsów o energii rzędu 10^2 – 10^4 J. W analizowanym okresie zanotowano łącznie 52 wstrząsy górotworu, w tym siedem o energii sejsmicznej $1 \cdot 10^4$ J. Maksymalna energia sejsmiczna wstrząsu wynosiła $8 \cdot 10^4$ J.

Wartości analizowanych parametrów wskazywały na występowanie przed zdarzeniem małej aktywności oraz intensywności sejsmicznej.

METODA SEJSMOAKUSTYCZNA

Obserwacje sejsmoakustyczne w badanym okresie od 1.02. do 25.02.1996 r. w pokładzie 510 oraz w stropie wykazywały głównie stan „a” – brak zagrożenia oraz „b” – słabe zagrożenie. Stanu „c” – średnie i „d” – silne zagrożenie nie zanotowano.

METODA WIERCEŃ MAŁOŚREDNICOWYCH

Wykonywanymi z częstością raz na dobę wierceniami małośrednicowymi do dnia wstrząsu (25.02.1996 r.) w żadnym przypadku nie stwierdzono występowania strefy wzmożonych naprężeń. Maksymalny wychód zwiercin nie przekraczał 3,0 litrów/m.b. wiercenia.

METODA KOMPLEKSOWA

Metodą kompleksową w analizowanym okresie stwierdzono:

- 9 razy stan „a” – brak zagrożenia tąpnięciami,
- 16 razy stan „b” – słabe zagrożenie tąpnięciami,
- stanu „c” i „d” – nie stwierdzono.

METODA GEOTOMOGRAFICZNA [6]

W dniu 12.12.1995 r. zostały przeprowadzone kontrolne badania geotomograficzne w polu ściany 536a. I tak:

- Rozkład anomalii sejsmicznej i naprężeń w pokładzie wskazywał, że wartości anomalii sejsmicznych w pokładzie zmieniały się w granicach od -20 do +40%, co wskazywało na możliwość występowania koncentracji naprężeń (do maksymalnie 1,4) świadczących, że lokalnie występują strefy charakteryzujące się dużą koncentracją naprężeń. Strefy te lokalizowały się we wschodniej części parceli ściany 536a, w odległości powyżej 80 m od frontu ściany i związane były z krawędziami resztki w pokładzie 504. Dodatkowa anomalia naprężeń znajdowała się około 10 m przed frontem ściany, w odległości 40 m od pochylni I zachodniej.
- Rozkład anomalii sejsmicznej i naprężeń w skałach stropowych wskazywał na występowanie stref charakterystycznych dla dużych koncentracji naprężeń (anomalia sejsmiczna ponad +25%). Strefy takie koncentrowały się przed frontem ściany 536a oraz, podobnie jak w pokładzie, przy pochylni „0”bis w odległości powyżej 80 m. Na większej części badanej parceli wielkość anomalii nie przekraczała 15%, co kwalifikowało przyrosty naprężeń do klasy słabych.

- Rozkład stopnia zagrożenia sejsmicznego wskazywał, że przeważająca część badanego obszaru była zagrożona w stopniu słabym. Zaznaczające się lokalnie strefy, w których badane parametry osiągały wartości charakterystyczne dla zagrożenia średniego i silnego występowały przed frontem ściany oraz w rejonie pochylni „0”bis w obrębie strefy oddziaływania krawędzi eksploatacji dokonanej w pokładzie 504.

Należy stwierdzić, że informacje zawarte w dwóch pokładogramach: 1.7, seria A i 1.7, seria B, odnoszących się do lutego 1996 roku dla ściany 536a wykazały kształtowanie się w niej zagrożenia tąpnięciami i działania ze strony kopalni w postaci przede wszystkim profilaktyki aktywnej.

Rozpatrując sąsiednie ściany: 535a, której front był w odległości na północ około 280 m (dopuszczalna odległość 250-300 m) oraz 537a, której front był w odległości około 210 na południe (dopuszczalna odległość 200-250 m) założono, że generalnie nie powinny one powodować wzajemnego oddziaływania. Jednak zwiększone z nich wydobywanie i „wspólne” krawędzie pokładów 504, 501, 416 sprzyjało wzrostowi zagrożenia tąpnięciami, co potwierdza analiza pokładogramów 1.19, seria B dla ściany 535a i 1.1, seria A dla ściany 537a.

6.4. Ściana 537a, pokład 510, warstwa przyspągowa, poziom 630 m

6.4.1. Opis tąpnięcia

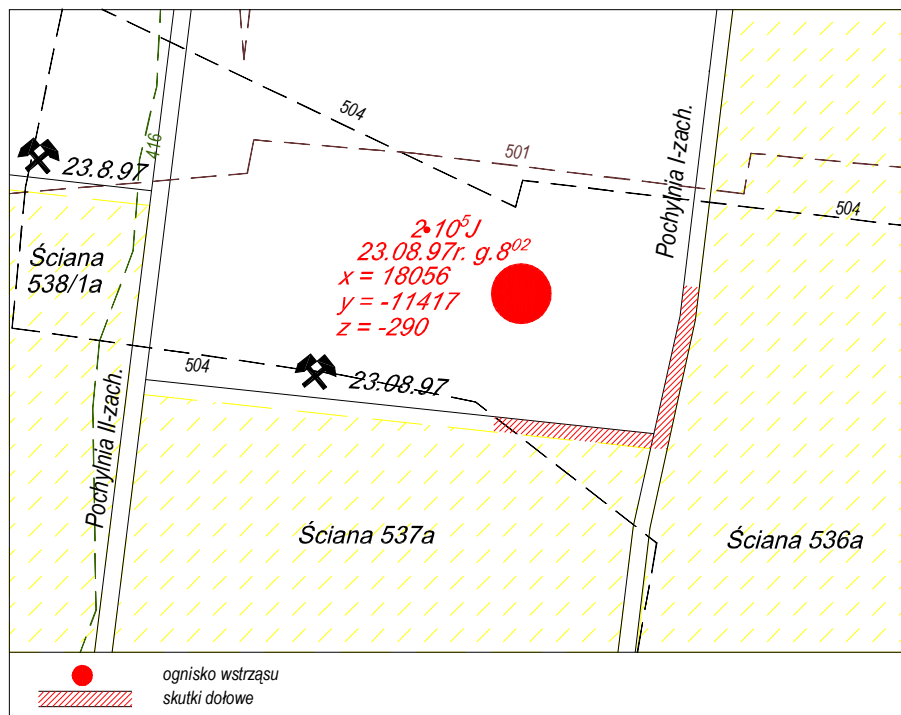
W dniu 23.08.1997 r. o godzinie 8⁰² wystąpił wstrząs górotworu o energii $2 \cdot 10^5$ J, który spowodował tąpnięcie w ścianie i na pochylni I zachodniej. Hipocentrum o współrzędnych: $x = 18056$, $y = -11417$, $z = -290$ zostało zlokalizowane w odległości 45 m przed frontem ściany 537a i 50 m na zachód od pochylni I zachodniej (rys. 6.7). Wstrząs górotworu był spowodowany prawdopodobnie pęknięciem i przemieszczeniem się warstw piaskowca nad pokładem 501. Czynnikiem sprzyjającymi wystąpieniu tąpnięcia były:

- wysokie naprężenia górotworu związane z dużą głębokością zalegania pokładu 510 wynoszącą w rejonie tąpnięcia około 620 m,
- bezpośrednia bliskość resztki i krawędzi pokładu 504 oraz krawędzi pokładu 501.

W zasięgu skutków znalazło się sześciu pracowników, z których pięciu uległo wypadkom lekkim, a jeden ciężkiemu. Skutki tąpnięcia wystąpiły w ścianie 537a i na pochylni I zachodniej.

Ściana 537a

W ścianie skutki tąpnięcia wystąpiły na długości około 40 m na odcinku od skrzyżowania z pochylnią I zachodnią w kierunku na zachód. Samo skrzyżowanie było nieznacznie zdeformowane, stwierdzono wyciśnięty o około 0,5 m spąg, na którym leżały kawałki węgla. Widoczne były spękania stropu i nieduże jego opady. Sekcje obudowy zmechanizowanej „przejęły” wstrząs. Częściowemu uszkodzeniu



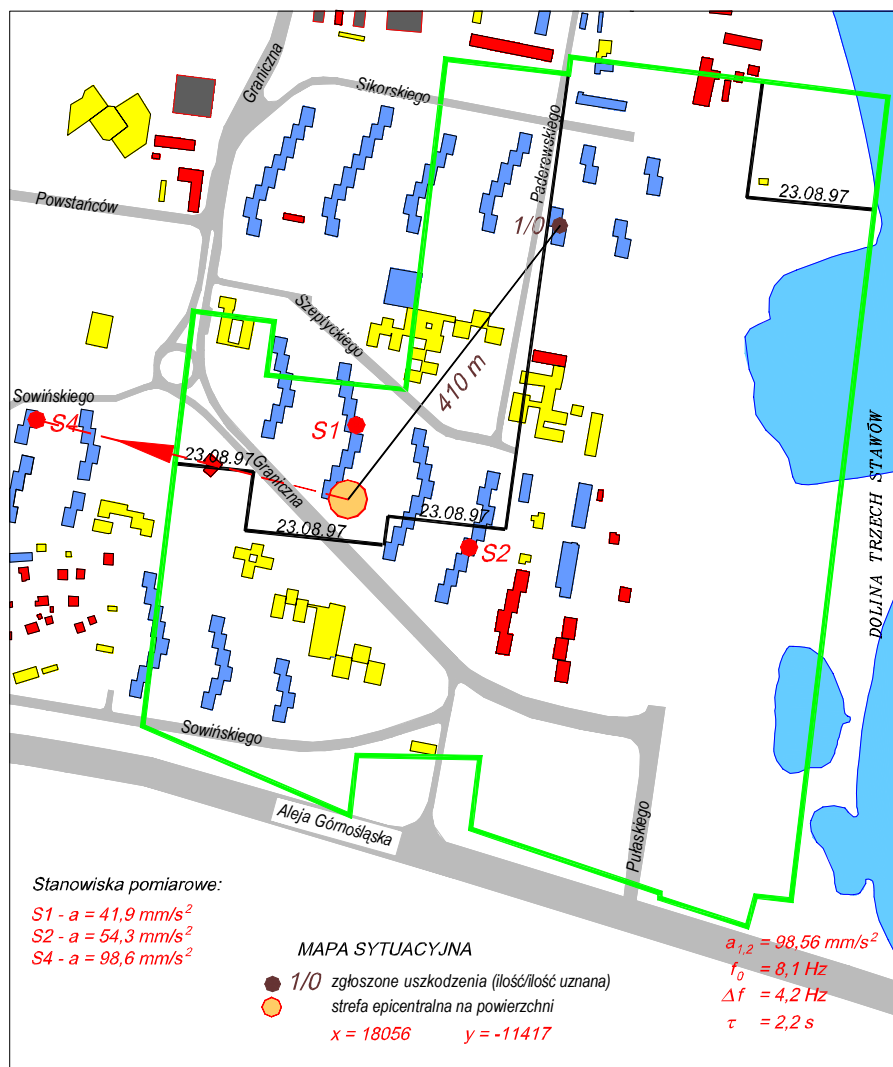
Rys. 6.7. Tąpnięcie w obszarze ściany 537a z dnia 23.08.1997 r.

uległa hydraulika tylnych stropnic na wymienionym odcinku ściany. W ścianie w rejonie skrzyżowania znajdował się jeden uszkodzony (lekko) pracownik.

Pochylnia I zachodnia

Skutki wystąpiły poza skrzyżowaniem ze ścianą 537a na odcinku około 45 m. Stwierdzono zsuwy obudowy od 1,0 do 0,15 m od ściany w kierunku na północ. Stropnice na tym odcinku były zdeformowane, a wyrobisko zaciśnięte do wysokości około 1,5 m. Ponadto stwierdzono wygięcie ku górze zabudowanych spągownic odrzwi wewnętrznych zastosowanych na pochylni I zachodniej na najbardziej zagrożonych odcinkach obudowy podwójnej. W wyrobisku tym znajdowało się pięciu poszkodowanych, przy czym trzech z nich, zgodnie z ustaleniami w strefie szczególnego zagrożenia tąpnięciami, czyli około 5 m powyżej skrzyżowania, a dwóch na samym skrzyżowaniu, po jego południowej stronie.

Skutki na powierzchni. Maksymalną wartość przyspieszenia drgań na powierzchni, wynoszącą 98,6 mm/s² odnotowano na stanowisku S4. Poza krytycznymi pod adresem kopalni uwagami telefonicznymi, zgłoszono jedno – nie uznane przez komisję złożoną z pracowników kopalni i Zarządu Spółdzielni – uszkodzenie (łazienka). Było to mieszkanie na 10 piętrze w bloku, który znajdował się w odległości ~410 m na północny wschód od strefy epicentralnej rzutu ogniska tąpnięcia na powierzchnię (rys.6.7a). Schematyczny rozkład emisji sejsmicznej w kierunku powierzchni przedstawiono na rysunku 6.7b.



Rys. 6.7a. Tąpnięcie z dnia 23.08.1997 r. w obszarze ściany 537a – sytuacja na powierzchni

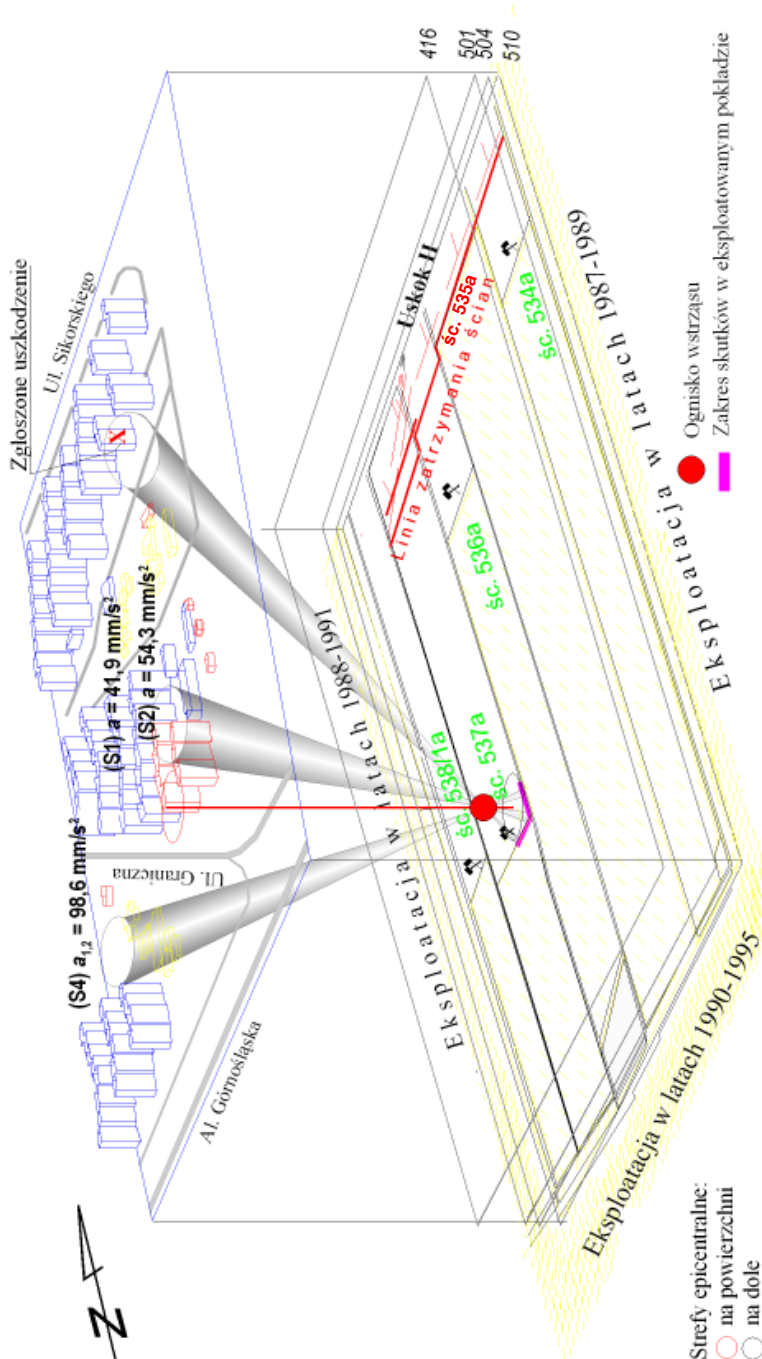
6.4.2. Profilaktyka stosowana przed tąpnięciem

PROFILAKTYKA AKTYWNA

- prowadzono nawadnianie calizny długimi otworami przed frontem ściany,
- wykonywano strzelania wstrząsowo-urabiające z zabiorem 0,9 m, czyli na 1 cykl podsadzkowy (1,8 m) strzelano dwukrotnie; kombajn był wykorzystywany wyłącznie do ładowania; powyższe rygory prowadzono od 20 m przed krawędziami pokładu 504.

PROFILAKTYKA TECHNICZNO-TECHNOLOGICZNA

W ścianie 537a była stosowana obudowa zmechanizowana FAZOS 19/29 Op zabudowana w podziałce co 2,0 m. Między sekcjami obudowy zmechanizowanej budowano podciąg drewniane poprzeczne podbudowane stojakami drewnianymi



Rys. 6.7b. Schematyczny (prawdopodobny) kierunek emisji i oddziaływania części fali sejsmicznej wstrząsu:

Ściana 537a, napięcie o energii $2 \cdot 10^5 \text{ J}$ z dnia 23.08.1997 r. godz. 8⁰²
 $X = 18056 \text{ m}$, $Y = -11417 \text{ m}$, $Z = -290 \text{ m}$ ($H = 568 \text{ m}$)
(S4) $a_{1,2} = 98,6 \text{ mm/s}^2$, $f_0 = 8,1 \text{ Hz}$, $\Delta f = 4,2 \text{ Hz}$, $t = 2,2 \text{ s}$.
 (stanowisko pomiarowe S3 znajduje się poza modelem – na południe)

w odstępach co 0,9 m oraz stojakami drewnianymi w osi za sekcjami. Wykładkę stropu stanowiły stropnice filarowe długości 5,0 m zakładane nad sekcje obudowy zmechanizowanej w odstępach co 0,3 m.

Z chwilą zbliżenia się frontu ściany 537a na odległość 20 m od krawędzi pokładu 504, na odcinku 50 m od pochylni I zachodniej zabudowano dodatkowo między sekcjami jeden stojak (SV) stalowy, cyklicznie co 1,8 m (bez odzysku).

Pochylnia I zachodnia i pochylnia II zachodnia, oprócz wykonania w obudowie podwójnej (przy czym pochylnia I zachodnia dodatkowo ze spągownicami), zostały wzmocnione podciągami drewnianym podbudowanym stojakami stalowymi. Niezależnie od tego, pod całą resztką pokładu 504 obydwie chodniki opięte były trzema ciągami szyn S24. Za frontem ściany 537a w pochylni I i II zachodniej dodatkowo wzmocniano obudowę LP (podciągi, stojaki, poligon), celem utrzymania ze względów technologicznych tych chodników.

PROFILAKTYKA ORGANIZACYJNA

- wyznaczono strefy szczególnego zagrożenia tapaniami,
- ustalono dopuszczalną liczbę pracowników do jednorazowego przebywania w strefach i w ścianie,
- wprowadzono telewizję przemysłową do obsługi przenośnika podścianowego (pochylnia II zachodnia),
- jednoznacznie określono drogi dojścia i wyjścia ze ściany 537a,
- powołano dyspozytorów oceny zagrożenia tapaniami.

6.4.3. Warunki prowadzenia ściany 537a po tąpnięciu

Zarządzeniem OUG nastąpiło zatrzymanie ścian 537a i 538/1a. Ponowne ich uruchomienie uwarunkowano uzyskaniem pozytywnej opinii Komisji ds. Tapań w Zakładach Górniczych Wydobywających Węgiel Kamienny i Komisji ds. Ochrony Powierzchni przed Szkodami Górniczymi.

6.4.4. Analiza zdarzenia

W chwili tąpnięcia front ściany 537a znajdował się w zasięgu wpływów krawędzi resztki pokładu 504. Stan naprężenia w obszarze ściany 537a był potęgowany przez oddziaływanie krawędzi pokładu 501 oraz 416. Należy zauważyć, że wschodni odcinek frontu ściany 538/1a znajdował się pod resztką pokładu 504, a „krzyżujące” się w tym rejonie krawędzie pokładów 501 i 416, nie sprzyjały obniżeniu zagrożenia tapaniami, co wyraźnie obrazują pokładogramy 1.19, seria A i B dla ściany 537a, i 1.18, seria A dla ściany 538/1a.

Odległość między przodkami ścianowymi 537a i 538/1a wynosiła około 65 m (zalecana według prognozy powinna się mieścić w przedziale od 60 do 120 m). Różnice pod względem zagrożenia poszczególne odcinki wybiegu ścian wymuszały zmienność w zakresie odległości między nimi.

Na podstawie przeprowadzonej analizy kształtowania się stanu zagrożenia tapaniami w ścianie 537a w okresie poprzedzającym wystąpienie wstrząsu od

1.01.1997 do 23.08.1997 r. stwierdzono z zastosowaniem różnych metod brak, słabe lub średnie zagrożenie tąpnięciami.

METODA SEJSMOLOGII GÓRNICZEJ

W rejonie ściany 537a do dnia tąpnięcia występowały wstrząsy o energii sejsmicznej rzędu 10^2 – 10^4 J. W analizowanym okresie zanotowano łącznie 520 wstrząsów. Maksymalna energia sejsmiczna wstrząsu wynosiła $5 \cdot 10^4$ J. Od 1.01.1997 do 23.08.1997 r. wykonano 85 strzelań wstrząsowych o łącznym ładunku 2523 kg materiałów wybuchowych, powodując wstrząsy o energiach od $1 \cdot 10^3$ do $1 \cdot 10^4$ J.

METODA SEJSMOAKUSTYCZNA

Na podstawie prowadzonych obserwacji sejsmoakustycznych stwierdzono głównie stan „a” – brak zagrożenia i „b” – słabe zagrożenie tąpnięciami oraz w 28 przypadkach stan „c” – średnie zagrożenie tąpnięciami. Stanu „d” – silne zagrożenie tąpnięciami – nie notowano.

WIERCENIA MAŁOŚREDNICOWE

Wykonanymi z częstością raz na dobę wierceniami małośrednicowymi do dnia 23.08.1997 r. w żadnym przypadku nie stwierdzono występowania strefy wzmożonych naprężeń. Maksymalny wychód zwiercin nie przekraczał 3 litrów/m.b. wiercenia.

METODA KOMPLEKSOWA

Metodą kompleksową w analizowanym okresie stwierdzano głównie stan „a” – brak zagrożenia tąpnięciami oraz stan „b” – słabe zagrożenie tąpnięciami. Stany „c” – średnie i „d” – silne zagrożenie tąpnięciami, nie występowały.

METODA GEOTOMOGRAFII SEJSMICZNEJ [6]

W dniu 10.05.1997 r. wykonano kontrolne badania geotomograficzne w polu ściany 537a. I tak:

- Rozkład anomalii naprężeń w pokładzie wykazywał zmienną intensywność przyrostu pola naprężeń wahającą się w interwale od 0,92–1,27 wartości pierwotnej, co na przeważającej części badanego obszaru odpowiada zakresowi słabych i średnich przyrostów naprężeń w pokładzie. Strefa, w której anomalie naprężeń w pokładzie osiągnęły maksymalne wartości, znajdowała się w pobliżu pochylni II zachodniej, w zasięgu wpływów krawędzi eksploatacji dokonanej w pokładzie 501.
- Rozkład anomalii naprężeń w skałach stropowych wykazywał możliwość koncentracji naprężeń o średniej intensywności (anomalie $1,15 < A_r < 1,25$). Lokalnie zaznaczała się obecność stref, w których występowały wartości charakterystyczne dla wysokich koncentracji ($A_s > 1,25$). Strefy te koncentrowały się wzdłuż śladów krawędzi eksploatacji dokonanej w pokładach 501 i 504.
- Rozkład stopnia zagrożenia sejsmicznego wskazywał, że przeważająca część badanego obszaru górniczego była zagrożona w stopniu zbliżonym do średniego. Zaznaczające się lokalnie strefy, w których badane parametry były charakterystyczne dla zagrożenia średniego, występowały w rejonie pochylni II zachodniej, na froncie ściany oraz w pobliżu pochylni I zachodniej w strefie oddziaływania krawędzi eksploatacji dokonanej w pokładzie 504. W badanym rejonie nie stwierdzono występowania stref, w których mierzone parametry są charakterystyczne dla dużego zagrożenia sejsmicznego.

W dniu 3.09.1997 r. po tąpnięciu wykonano kolejne badanie górotworu w rejonie ściany metodą geotomografii sejsmicznej [6]. Ponownie nie stwierdzono występowania stref, w których mierzone parametry są charakterystyczne dla wysokiego stopnia zagrożenia wstrząsami. Z analizy zmian zaistniałych na około 125-metrowym odcinku wybiegu ściany 537a (w dniach 10.05–3.09.1997 r.) stwierdzono:

- W pokładzie brak i słaby stan zagrożenia. Strefy wzrostu to rejon sumujących się wpływów krawędzi eksploatacji pokładów 501 i 504 oraz w 20-metrowym pasie przyległym do pochylni II zachodniej przed frontem ściany, gdzie występowały średnie stany naprężeń.
- W stropie, w polu wybierania ściany, na około 50-metrowym odcinku wybiegu, nastąpiło zmienne obniżenie stanu intensywności. W rejonie nakładających się wpływów krawędzi pokładów 501 i 504 nastąpił natomiast wzrost intensywności przyrostu naprężeń, maksymalnie do wartości 1,36, przekraczając poziom przyrostu średniego.
- W rozkładzie zmian stopnia zagrożenia sejsmicznego nastąpił spadek w całym obszarze resztki pokładu 504. W rejonie pochylni II zachodniej nastąpiło obniżenie zagrożenia sejsmicznego do stanu średniego i nieznaczny jego wzrost przy pochylni I zachodniej z wartości 2,9 do 3,0. Lokalne anomalie odpowiadające dużemu zagrożeniu sejsmicznemu znajdowały się również w rejonie nakładających się wpływów północnej krawędzi resztki pokładu 504 i pokładu 501 oraz w rejonie resztki pokładu 416.

Z analizy pokładowogramów 1.19 (seria A i B) dla ściany 537a wynika m.in., że w tym przypadku stosowano zbyt małe ładunki materiału wybuchowego do strzelań profilaktycznych. Przy strzelaniu na około dobę przed tąpnięciem ładunek wynosił 10 kg (!). Skutkiem tego nieefektywnego strzelania mógł być wstrząs o $4 \cdot 10^4$ J po 40-minutowym koniecznym wyczekiwaniu, czyli po 50 minutach. Omawiane zdarzenie zostało zlokalizowane prawie w tym samym miejscu, co wstrząs w ścianie 536a z dnia 25.02.1996 r. o energii sejsmicznej $2 \cdot 10^6$ J. Powyższa analiza potwierdziła, że stosowanie zbyt małej ilości materiału wybuchowego do strzelań profilaktycznych jest nieskuteczne i niebezpieczne. Obserwacje dowodzą, że jedną z przyczyn takiego stanu rzeczy jest odpajający się ocios węglowy wskutek dużej akumulacji naprężeń przed frontem ściany i przez to duża trudność (także zagrożenie dla realizujących te czynności ludzi) w wykonywaniu otworów wiertniczych i ich załadowywaniu odpowiednią ilością materiału wybuchowego. Obowiązujący dopuszczalny zapis: „Roboty strzałowe zrealizować maksymalną możliwą w danych warunkach naprężeniowych ilością MW” był tutaj bardzo praktyczny, ale jak wykazały obserwacje, czasami prowadził do nieskutecznych strzelań profilaktycznych.

[illegible]

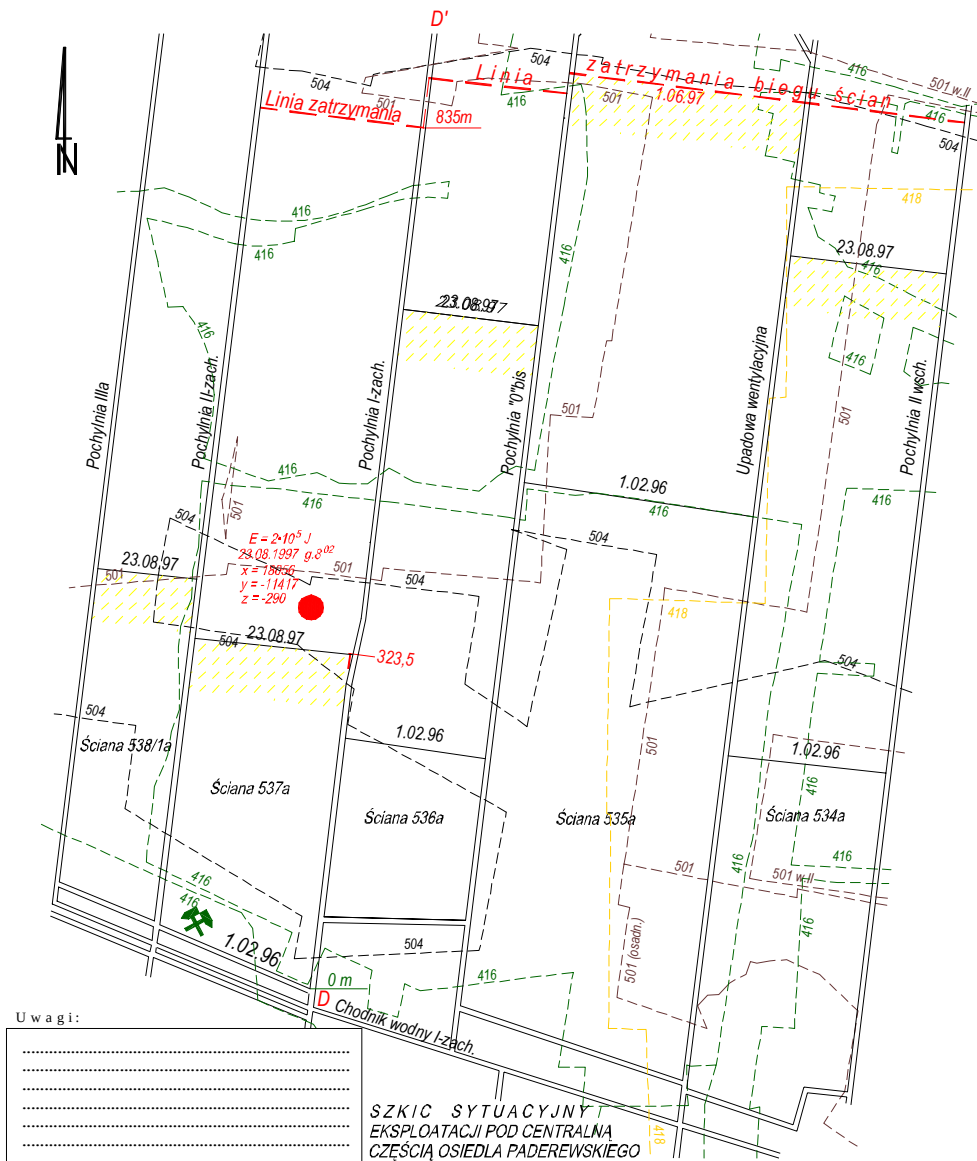
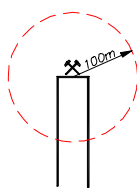
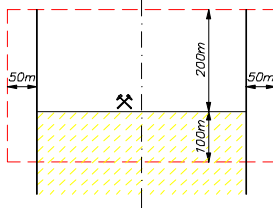
Objaśnienia dodatkowe :

- | | |
|-------|--|
| • | wstrząs o maksymalnej energii zanotowany w danym dniu z obydwu pokładogramów (A i B) |
| = | w obydwu pokładogramach (A i B) zanotowano tego samego dnia wstrząsy o identycznej energii |
| OK | wystąpienie $E_{\max}$ w dobre ze strzelania MW |
| OP | wystąpienie $E_{\max}$ w godzinach $E_{\max}$ w dobre po strzelaniu MW |
| II... | wystąpienie $E_{\max} \approx E_{MW}$ w dobre po raz drugi ... (kolejny) |

Kryterium lokalizacyjne kwalifikacji wstrząsów:

dla ściany

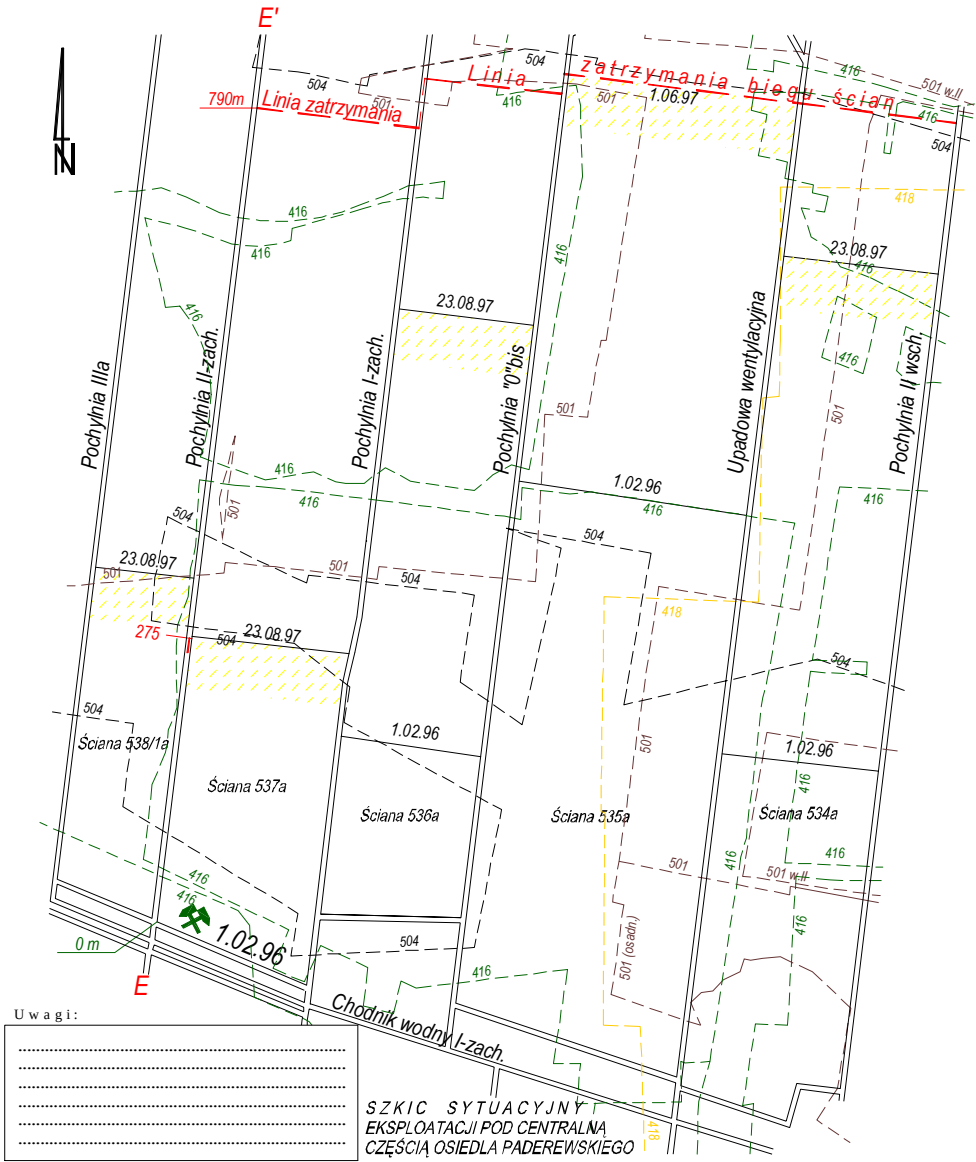
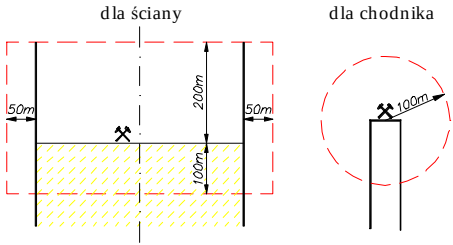
dla chodnika



Objaśnienia dodatkowe :

- wstrząs o maksymalnej energii zanotowany w danym dniu z obydwu pokładogramów (A i B)
- = w obydwu pokładogramach (A i B) zanotowano tego samego dnia wstrząsy o identycznej energii
- OK wystąpienie E_{max} w dobie z ostrzeżenia MW
- OP opóźnienie w godzinach E_{max} w dobie po ostrzeżeniu MW
- II... wystąpienie $E_{max} \neq E_{MW}$ w dobie po raz drugi ... (kolejny)

Kryterium lokalizacyjne kwalifikacji wstrząsów:

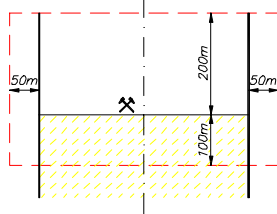


Objaśnienia dodatkowe:

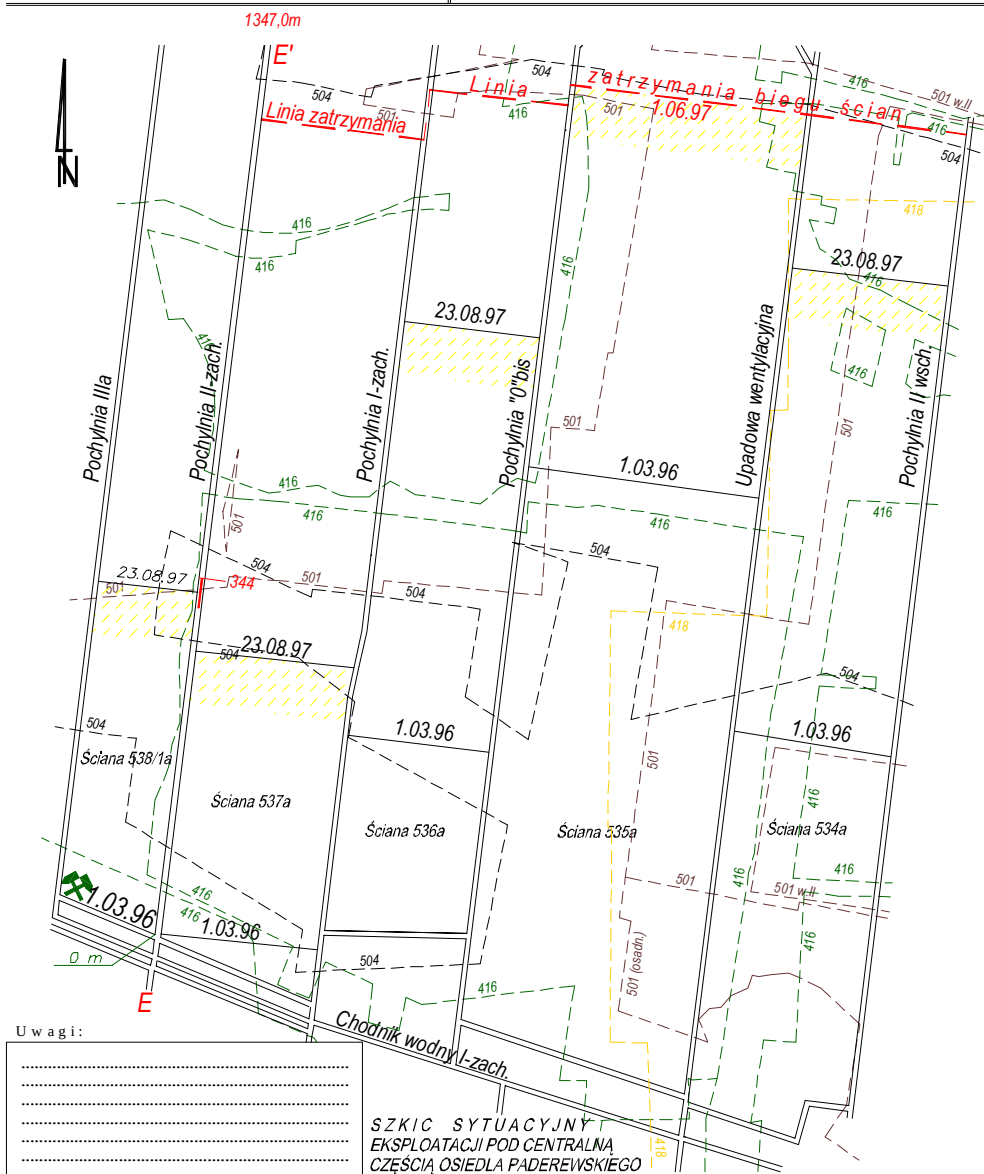
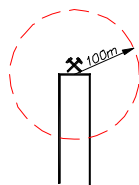
- wstrząs o maksymalnej energii zanotowany w danym dniu z obydwo pokładogramów (A i B)
- = w obydwo pokładogramach (A i B) zanotowano tego samego dnia wstrząsy o identycznej energii
- OK w wystąpieniu $E_{\max}$ w dobie ze strzelania MW
- OP opóźnienie w godzinach $E_{\max}$ i w dobie po strzelaniu MW
- I I ... w wystąpieniu $E_{\max} = E_{\text{MW}}$ w dobie po raz drugi ... (kolejny)

Kryterium lokalizacyjne kwalifikacji wstrząsów:

dla ściany



dla chodnika



6.5. Ściana 536a, pokład 510, warstwa przyspągowa, poziom 630 m

6.5.1. Opis tąpnięcia

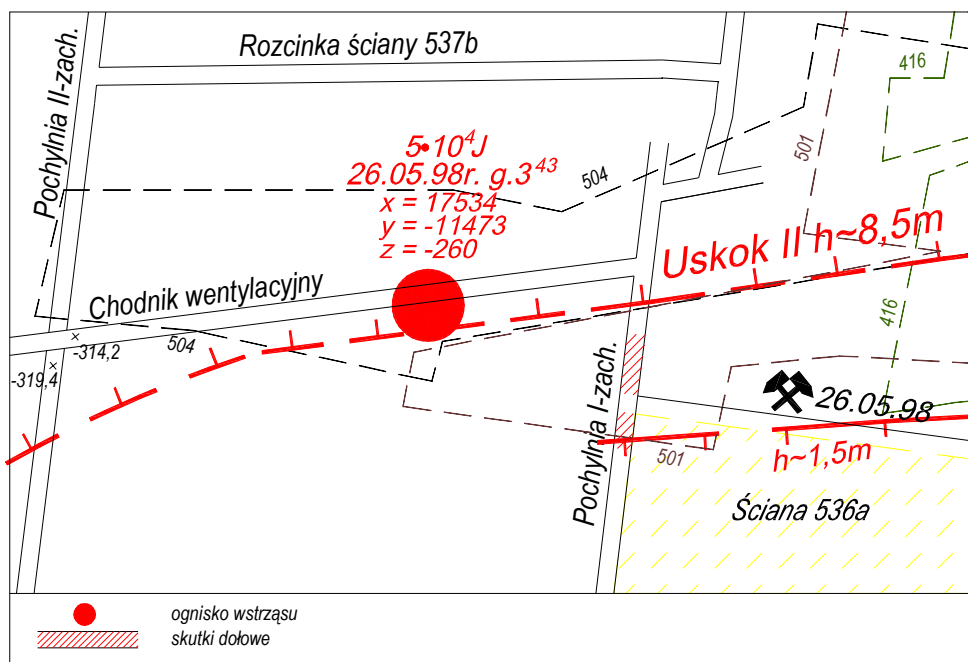
W dniu 26.05.1998 r. o godzinie 3⁴³ wystąpił wstrząs o energii sejsmicznej $5 \cdot 10^4$ J, który spowodował tąpnięcie na pochylni I zachód, przed frontem ściany. Hipocentrum wstrząsu o współrzędnych: $x = 17534$, $y = -11473$, $z = -260$ było zlokalizowane na płaszczyźnie uskoku II w rejonie chodnika wentylacyjnego, około 60 m na zachód od pochylni I zachodniej i około 25 m przed frontem ściany (rys. 6.8).

Przyczyną tąpnięcia było prawdopodobnie pęknięcie i przemieszczenie się skał wzdłuż płaszczyzny uskoku II w obszarze pokładów 501 i 504 występujących powyżej krawędzi. Czynnikiem sprzyjającym tąpnięciu były:

- znaczna głębokość zalegania pokładu 510, wynosząca w rejonie tąpnięcia około 580 m,
- bliskość uskoku II, o zrzucie około 8,5 m w tym rejonie oraz uskoku towarzyszącego uskoku II w czole ściany 536a o zrzucie około 1,5 m,
- zespół krawędzi pokładów 501, 504 i 416.

W zasięgu skutków znalazło się trzech pracowników, którzy ulegli wypadkom lekkim. Skutki tąpnięcia wystąpiły na pochylni I zachodniej i polegały na:

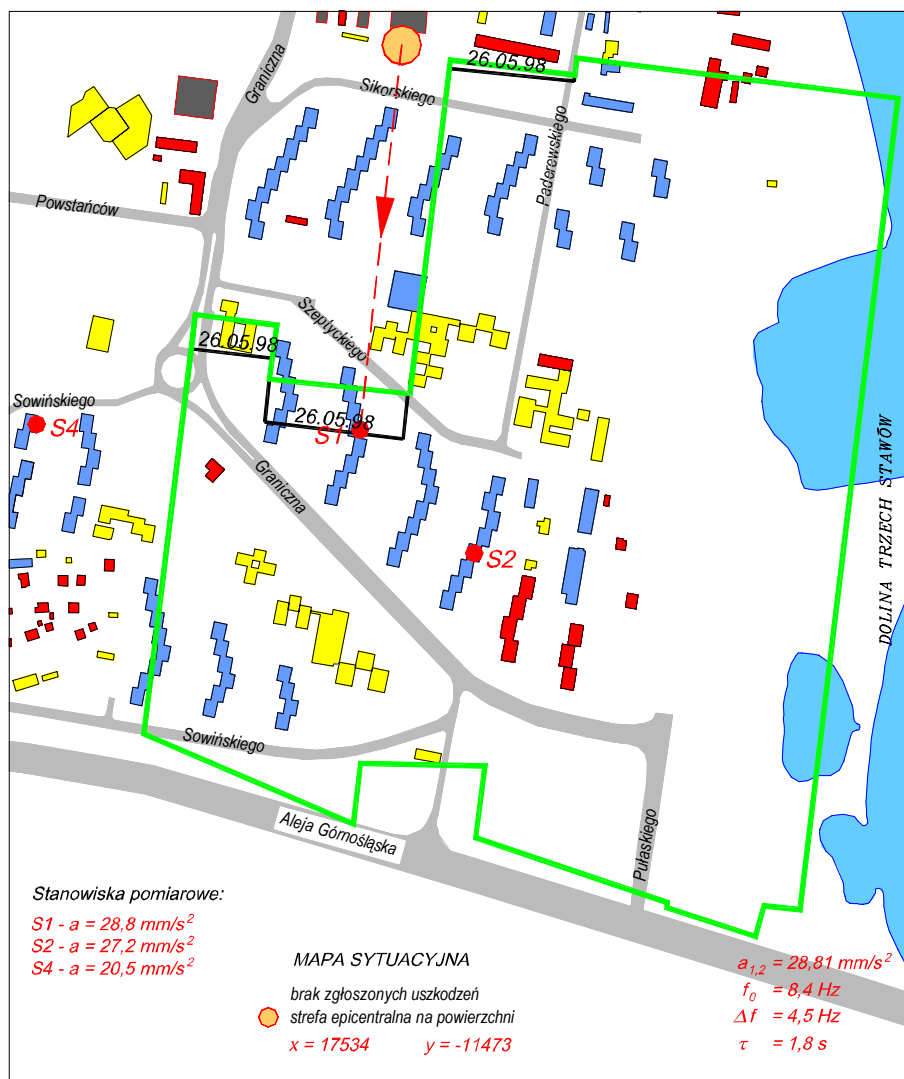
- wypiętrzeniu spągu do około 0,5 m na odcinku 17 m przed i 10 m za frontem ściany,
- zsuwach zamków obudowy od 0,1 do 0,53 m na wymienionym odcinku, przed i za frontem ściany,



Rys. 6.8. Tąpnięcie w obszarze ściany 536a z dnia 26.05.1998 r.

- deformacjach łuków stropnicowych na odcinku 18 m przed i 10 m za frontem ściany,
- opadzie węgla ze stropu i ociosu na odcinku około 10 m przed frontem ściany.

Skutki na powierzchni. Zarejestrowana na powierzchni maksymalna wartość składowej poziomej przyspieszenia drgań wynosiła $28,8 \text{ mm/s}^2$. Lekko odczuwalny wstrząs na powierzchni nie spowodował żadnych uszkodzeń oraz żadnej reakcji mieszkańców, przyzwyczajonych już od prawie 4 lat do niewątpliwie odczuwalnego dyskomfortu, ale również świadomych swojego i Osiedla bezpieczeństwa. Po każdym wstrząsie, czy tąpnięciu o emisji energii $\geq 1 \cdot 10^5 \text{ J}$, Kopalniany Zespół ds. Bezpieczeństwa Powszechnego kontrolował wyznaczony obszar na powierzchni pod kątem ewentualnych, negatywnych skutków.



Rys. 6.8a. Tąpnięcie z dnia 26.05.1998 r. w obszarze ściany 536a – sytuacja na powierzchni

6.5.2. Profilaktyka stosowana przed tąpnięciem

PROFILAKTYKA AKTYWNA

- nawadnianie calizny długimi otworami przed frontem ściany,
- strzelania wstrząsowo-odprężające na całej długości ściany otworami długości do 10 m, co 4,8 m (tj. co dwa cykle podsadzkowe); ponadto w badanym okresie wykonano jedno strzelanie wstrząsowo-odprężająco-urabiające o łącznym ładunku 84 kg materiału wybuchowego, które spowodowało wstrząs o energii sejsmicznej $4 \cdot 10^3$ J.

PROFILAKTYKA TECHNICZNO-TECHNOLOGICZNA I ORGANIZACYJNA została już opisana w rozdziale 6.3, podczas omawiania wstrząsu, który wystąpił wcześniej w polu tej ściany.

6.5.3. Warunki prowadzenia ściany 536a po tąpnięciu

Zarządzeniem OUG nastąpiło zatrzymanie ściany 536a. Ponowne jej uruchomienie uwarunkowano uzyskaniem pozytywnej opinii Komisji ds. Tąpań w Zakładach Górniczych Wydobywających Węgiel Kamienny i Komisji ds. Ochrony Powierzchni przed Szkodami Górniczymi. Wydając taką opinię połączone Komisje potwierdziły zasadność wniosku kopalni o nieznaczną korektę dotychczasowych rygorów. I tak, do czasu uzyskania zezwolenia OUG, tj. do 31.07.1998 r., eksploatację prowadzono tylko ścianami 537a i 538/1a z następującymi rygorami:

- wysokość wybierania 2,3 m,
- krok podsadzki 1,8 m,
- maks. postęp dobowy 1,8 m,
- maks. postęp miesięczny 30,0 m.
- Na jednej zmianie mogła być eksploatowana tylko jedna ze ścian: 537a lub 538/1a.
- Zatrzymana ściana 536a z uwagi na zagrożenie pożarowe była uruchamiana tylko dla „odświeżenia” frontu. W ten sposób wykonano około 12 m postępu, osiągając tym sposobem nowo wyznaczoną linię zatrzymania.

Po decyzji OUG podjętej na podstawie pozytywnych opinii połączonych Komisji ds. Tąpań ... i ds. Ochrony Powierzchni ... z dniem 1.08.1998 r. eksploatacja mogła być prowadzona już wyłącznie ścianami 538/1a i 537a na odcinku pomiędzy resztką w pokładzie 416 a linią zatrzymania ściany 537a (przed uskokiem II) na niżej wymienionych warunkach:

- maks. wysokość wybierania 2,5 m,
- maks. krok podsadzki 2,4 m,
- maks. dobowy postęp 2,4 m/dobę,
- maks. miesięczny postęp 36,0 m/miesiąc,
- przesunięcie linii zatrzymania biegu ścian 536a i 537a w kierunku na południe przed krawędź pokładu 501; w przypadku ściany 536a oznaczało to jej zatrzymanie i likwidację.

Między frontami ścian 538/1a–537a utrzymywano odległość powyżej 60 m.

6.5.4. Analiza zdarzenia

Ściana 536a znajdowała się już w końcowym odcinku swojego biegu, a jej front był położony w odległości około 20 m od linii zatrzymania licząc po pochylni I zachodniej oraz około 30 m, licząc po pochylni „0”bis. Od strony wschodniej znajdowały się zroby nieistniejącej już ściany 535a. Przed frontem ściany 536a znajdowały się krawędzie pokładów 416, 501 i 504. Ściany 537a i 538/1a po przejściu resztki w pokładzie 504 i krawędzi pokładu 501 były prowadzone w obszarze odprężonym. Od strony zachodniej i północno-zachodniej znajdowała się duża resztką pokładu 501 i pokrywająca ją nieco dalej na północ krawędź i resztką pokładu 504. Równoleżnikowo przed frontem ściany przebiegał uskoki II. Front ściany przecinał uskoki o rzucie około 1,5 m. Na podstawie analizy kształtowania się stanu zagrożenia tąpnięciami w ścianie 536a w okresie poprzedzającym wystąpienie tąpnięcia w okresie od 1.05.1998 do 25.05.1998 r. stwierdzono zagrożenie słabe lub jego brak.

METODA SEJSMOLOGII GÓRNICZEJ

W rejonie frontu ściany 536a do dnia wystąpienia tąpnięcia stwierdzano występowanie wstrząsów o energii sejsmicznej rzędu 10^2 – 10^3 J. W podanym okresie zanotowano ich łącznie 46. Maksymalna energia sejsmiczna wstrząsu wyniosła $8 \cdot 10^3$ J. Wartości badanych parametrów wskazały na występowanie przed tąpnięciem małej aktywności i intensywności emisji energii sejsmicznej.

METODA SEJSMOAKUSTYCZNA

Na podstawie obserwacji w pokładzie 510 oraz w stropie stwierdzono głównie stan „a” – brak zagrożenia i „b” – słabe zagrożenie tąpnięciami.

WIERCENIA MAŁOŚREDNICOWE

Wykonywanymi z częstotliwością raz na dobę wierceniami małośrednicowymi w dniach poprzedzających postęp ściany, w żadnym przypadku nie stwierdzono występowania strefy wzmożonych naprężeń. Maksymalny wychód zwiercin nie przekraczał 3 litrów/m.b. wiercenia.

METODA KOMPLEKSOWA

W analizowanym okresie stwierdzono głównie stan „a” – brak zagrożenia tąpnięciami oraz stan „b” – słabe zagrożenie.

METODA GEOTOMOGRAFICZNA [6]

W dniu 26.01.1998 r. wykonano badania geotomograficzne w polu ściany 536a łącznie z obszarem resztki R.III. Po wstrząsie w dniu 25.02.1996 r. badania te wykonywano co 100 m postępu ściany. Pomiary wykazały istnienie rozproszonych stref anomalnych prędkości rozchodzenia się fali sejsmicznej na całym badanym obszarze. Maksymalne wartości zostały zarejestrowane wzdłuż uskoku II oraz przy froncie zrobów ściany 535a (zakończyła swój bieg 1.06.1997 r.), odzwierciedlając jej wpływ na stan naprężeń w polu ściany 536a. Uzyskano następujące wyniki:

- Rozkład anomalii prędkości rozchodzenia się fali sejsmicznej i przyrostów naprężeń w pokładzie wykazywał niewielką zmienność anomalii pola naprężeń, wahającą się w interwałach wartości 1,00–1,26, co obejmowało zakres odpowiadający, na przeważającej części badanego obszaru, słabym koncentracjom naprężeń w pokładzie. Strefy, w których anomalie naprężeń w pokładzie osiągały maksymalne wartości charakterystyczne dla klasy anomalii średnich, występowały lokalnie, w rejonie krawędzi eksploatacji w pokładzie 416 oraz przy nieczynnym froncie ściany 535a.
- Rozkład anomalii prędkości rozchodzenia się fali sejsmicznej i przyrostów naprężeń w stropie wykazywał dominującą obecność anomalii naprężeń, których intensywność mieściła się w klasie wartości średnich (zakres $A_s > 1,15$). Strefy anomalne, w których intensywność osiągała klasę wartości wysokich znajdowały się przed frontem ściany 536a oraz wzdłuż pochylni „0”bis, gdzie obecność dużych intensywności anomalii naprężeń odtwarza wpływ zrobów i frontu nieczynnej sąsiedniej ściany 535a.
- Rozkład stopnia zagrożenia sejsmicznego na przeważającej części badanego obszaru był pośredni między słabym i średnim, raczej zbliżonym do słabego. Zaznaczały się strefy, w których wartości badanych parametrów wskazywały poziom zagrożenia średniego, położone w rejonie nieczynnego już frontu ściany 535a, w zasięgu oddziaływania krawędzi eksploatacji w pokładzie 416 oraz przed frontem ściany 536a. W badanym rejonie nie stwierdzono występowania stref, w których mierzone parametry byłyby charakterystyczne dla wysokiego stopnia zagrożenia wstrząsami.

Do dnia tąpnięcia w ścianie 536a wykonano tylko 4 metry postępu. Ściana była uruchamiana bardzo nieregularnie. W ciągu doby nie wykonywano „cyklu” podszadzkowego, przede wszystkim ze względu na występujący w ścianie uskok ($h = 1,5$ m), który powodował znaczne utrudnienia. Co 4,8 m stosowano strzelania odprężająco-urabiające. Ostatnie strzelanie przed zdarzeniem wykonano 21.05.1998 r. Kumulująca się energia sprężysta, częściowo tylko rozładowywana z powodu wolnego prowadzenia ściany i strzelania materiałem wybuchowym, wyemitowana została w czwartym dniu postoju, co świadczyło o wzrastającym zagrożeniu.

Analizując postęp ściany z uwagi na zagrożenie tąpniętami należy stwierdzić, że sytuacja przestrzenna nie w pełni uzasadniała takie jej prowadzenie. Ścianę należało zakończyć w jak najkrótszym czasie, stosując profilaktykę z zastosowaniem strzelań niezależnie od oceny zagrożenia tąpniętami metodą kompleksową. Należało stosować maksymalną, możliwą do załadowania w istniejących warunkach (około 100 kg), co cykl podszadzkowy, ilość materiału wybuchowego (zarówno do urabiania kamienia, jak i do profilaktyki).

Z przeprowadzonej analizy charakterystycznych zdarzeń geodynamicznych, m.in. wynika, że:

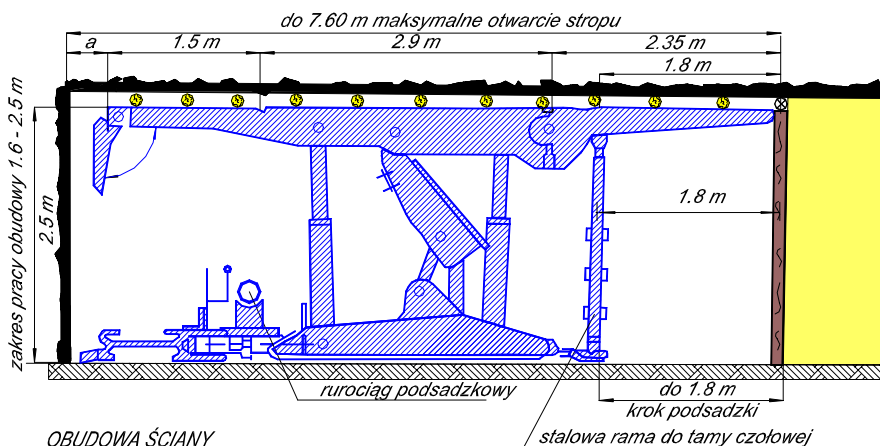
1. Dla celów porównawczych, obserwacyjnych, prognostycznych i praktycznych ważnym elementem analizy zdarzeń jest schematyczna w nazwie i kolejności ich rejestracja wraz z odpowiednią dokumentacją graficzną. W każdym przypadku nie należy pomijać sytuacji powierzchniowej.
2. Stałym dokumentem uzupełniającym analizę zdarzeń powinny być karty pokładogramów. Dają one możliwość precyzyjnej i wielokierunkowej obserwacji przebiegu eksploatacji oraz ułatwiają dostrzeganie związków między rejestrowanymi parametrami. Pozwalają powiązać aktualną sytuację górniczą ze szczegółowymi danymi dotyczącymi zjawisk geodynamicznych. Zawierają syntetyczne informacje miesięczne o prowadzonej eksploatacji, występujących zagrożeniach sejsmicznych, profilaktyce i jej parametrach. Ułatwiają kierownictwu kopalni kontrolę, nadzór i podejmowanie skutecznych decyzji.
3. Bardzo ważnym czynnikiem, warunkującym skuteczność działań profilaktycznych jest dokładne i racjonalne przetransformowanie do praktyki ruchowej wypracowanych i ustalonych założeń. Stąd tak mocno jest akcentowane zarządzanie procesem wydobywczym, uwzględniające kompleksowy monitoring, planowanie, organizację, kontrolę i nadzór, a także trafne decyzje, motywowanie oraz szybką i rzetelną informację. Wymienione elementy stanowią podstawę bezpiecznej i efektywnej eksploatacji górniczej [34, 79].

7. ANALIZA SKUTECZNOŚCI ZASTOSOWANEJ PROFILAKTYKI GÓRNICZEJ

W modelu eksploatacji I warstwy pokładu 510 przyjętym do analizy najważniejsze założenia profilaktyki długofalowej zostały tak zaprojektowane i zrealizowane, aby zapewnić bezpieczne wybranie złoża. W warunkach zagrożenia sejsmicznego i tąpnięciami oraz eksploatacji pod obszarem dużej aglomeracji miejskiej oznacza to minimalizację ewentualnych skutków zarówno w wyrobiskach dołowych, jak i na powierzchni. Korekty profilaktyki w czasie realizacji eksploatacji górniczej nie podważyły tych założeń, stanowiły natomiast dowód na sprawne prowadzenie tej złożonej działalności wydobywczej. Wiele prac analityczno-prognostycznych i opiniodawczych oraz działań kontrolnych zostało wykonanych przez instytucje górnicze (Komisje WUG, Państwowy Nadzór Górniczy, specjalistyczne zespoły badawcze i konsultacyjne) powołane do oceny zagrożeń w szczególnie trudnych warunkach. Świadczyło to nie tylko o randze zagadnienia i wspólnej z kierownictwem kopalni odpowiedzialności, ale również o złożoności problemów wynikających z eksploataowania węgla pod wielkomiejską zabudową.

Analiza genezy wspomnianych zmian w profilaktyce wynikała z konieczności stosowania racjonalnych działań doraźnych w sytuacjach narastania zagrożenia, a konkretnie była powodowana dążeniem do osiągnięcia skuteczności stosowanej profilaktyki aktywnej. Nie ulega wątpliwości, że o wiele większy komfort prowadzenia frontu eksploatacyjnego byłby osiągnięty, wyposażając wszystkie badane ściany w obudowę zmechanizowaną typu „Glinik-Katowice” – 16/26Pp, tak jak na najbardziej zagrożonej tąpnięciami ścianie 535a (rys. 7.1).

Jednak koszty, a także ocena lokalnego zagrożenia tąpnięciami spowodowały zróżnicowanie w doborze obudów. Bardzo istotnym szczegółem technicznym, od początku lat 90. XX wieku stosowanym w każdym przodku ścianowym KWK Katowice, później KWK Katowice-Kleofas, prowadzonym z podsadzką hydrauliczną była zabudowa rurociągu podsadzkowego z przodu przed sekcjami, przy przenośniku. Dla uzyskania wymaganej „elastyczności” stosowano, w zależności od potrzeb (co 2–6 rur), przeguby kuliste, pozwalające na przesunięcie rurociągu w całości. Ponad 10-letnie doświadczenia z tak zabudowanym rurociągiem (a ponad 30-letnie z eksploatacją z podsadzką hydrauliczną) wykazały, że nieznaczne (czasami) utrudnienie przejścia rekompensuje znaczne podniesienie bezpieczeństwa i wydajności, a przez to obniżenie kosztów (W ścianie 535a przejście zaprojektowano między stojakami. W praktyce rzadko używane). Prowadzenie rurociągu przez ścianę jest (w przodkach eksploatowanych z podsadzką hydrauliczną) szczegółem tak ważnym i newralgicznym, że jego zabudowa z tyłu powinna być przepisami zabroniona, a projektowanie sekcji nowych, czy modernizacje istniejących powinny uwzględniać jego usytuowanie z przodu (czego sens podano w rozdziale 5.7), w taki sposób by jego przemieszczanie odbywało się w całości i bez rabowania stojaków. Poza stosowaniem odpowiednio dobranej obudowy ścianowej i dobrej, szybko



Wysokość zestawu : min.	- 1,65 m
max.	- 2,60 m
Zakres roboczy obudowy	- 1,8 - 2,5 m
Podziałka obudowy	- 2,0 m
Nachylenie podłużne ściany	- 12°
Nachylenie poprzeczne ściany	- 10°
Liczba podpór	- 4 szt.
Podpomość podpory przedniej : wstępna	- 1039 kN
robocza	- 1300 kN
Podpomość podpory tylnej : wstępna	- 1039 kN
robocza	- 1600 kN
Maksymalny nacisk jednostkowy : na spąg	- 2,10 MPa
na strop	- 0,67 MPa
Skok zestawu	- 0,67 m
Siła przesuwu zestawu	- 452 kN
Siła przesuwu przenośnika	- 151 kN
Ciśnienie zasilania	- 30 MPa
Czynnik roboczy	- 3-5 % emulsja olejowo-wodna lub 1% emulsja EMULKOP-S
Podpomość obudowy	- 430 kN/m ²

Rys. 7.1. Obudowa zmechanizowana stosowana w ścianie 535a

wykonanej podszadzki, zwiększenie wytrzymałości, a tym samym odporności dynamicznej obudowy chodnikowej stanowi jeden z warunków zmniejszenia zagrożenia tąpnięciami. Można to uzyskać przez zastosowanie korytarzowych obudów „podwójnych” oraz innych rozwiązań [57, 63, 75].

Dla ułatwienia prowadzenia analizy aktywności i intensywności emisji energii sejsmicznej pod kątem prowadzonej profilaktyki aktywnej zaproponowano nazewnictwo charakterystycznych wskaźników, uszeregowano je i zdefiniowano w tablicy 7.30.

7.1. Aktywność i intensywność energii sejsmicznej w dniach obłożonych, postojowych i strzelań profilaktycznych

Analizując zagadnienie aktywności i intensywności sejsmicznej w podziale na dni produkcyjne, tzw. obłożone, postojowe oraz w odniesieniu do strzelań profilaktycznych, miano na uwadze przede wszystkim zbadanie zależności między wielkością wydobywania (zależną od postępu) a emisją energii sejsmicznej. Jednak stosunkowo duża ilość energii sejsmicznej wyemitowana w czasie postoju ścian, stanowiąca często nie mniejsze zagrożenie dla pracowników (np. prowadzących prace remontowe) niż w czasie zmiany roboczej, spowodowała potrzebę bardziej szczegółowej analizy tego zagadnienia. Równocześnie poddano analizie efekty odprężenia wynikające z samych strzelań profilaktycznych. Badany problem można sformułować następująco: czy uzyskana aktywność i intensywność sejsmiczna w analizowanym modelu oraz w poszczególnych jego ścianach były sprowadzone do poziomu uznanego w danych warunkach za optymalny z uwagi na bezpieczeństwo i czy można je było jeszcze zmniejszyć przede wszystkim na korzyść bezpieczeństwa?

W celu dokonania analizy dane pomiarowe i obserwacyjne zebrano w tablicach 7.1–7.5 oraz tablicy zbiorczej 7.6. Na ich podstawie informacje przedstawiono graficznie w postaci rysunków 7.2, 7.3 i 7.4. W przypadku analizy strzelań wprowadzono nazwę „strzelanie profilaktyczne całkowite”, które zdefiniowano jako wszystkie strzelania, wykonane na danej ścianie.

Wybrany do analizy model, składający się z pięciu ścian, funkcjonował od 1.08.1994 do 31.07.1998 r., to jest przez 1461 dni, w ciągu których suma żywotności poszczególnych przodków ścianowych eksploatowanych w tym czasie, tzw. ścianodni wynosiła 4901. Koordynacja w prowadzeniu przodków, ich wzajemne oddziaływanie i oddziaływanie na środowisko powierzchniowe, dobór parametrów eksploatacji, przy generalnym założeniu minimalizacji skutków, stanowiły podstawowy czynnik, który ograniczał prędkość postępu całego frontu.

Analizując wyniki stwierdzono przede wszystkim dużą (ponad 51%) liczbę ścianodni postojowych. Wyraźnie większa aktywność i intensywność sejsmiczna, której miarą jest energia sejsmiczna, występowały w dni robocze (odpowiednio 80 i 70%). Ponadto, zaobserwowano przy porównaniu sejsmiczności z dni postoju i ze strzelań profilaktycznych, realizowanych w badanym modelu eksploatacji, większą sejsmiczność, zarówno aktywność – N , jak i intensywność – E w dniach postoju. W poszczególnych ścianach modelu natomiast procent aktywności i emisji energii sejsmicznej z dni postoju i związanych ze strzelaniami profilaktycznymi był różny, co wskazywało na pewną możliwość kształtowania tego udziału (rys. 7.3, 7.4).

Zsumowanie maksymalnych energii sejsmicznych wstrząsów z poszczególnych ścian modelu z dni roboczych, postoju i wywołanych strzelaniami profilaktycznymi wskazuje na występujące charakterystyczne prawidłowości. I tak:

- w dniach roboczych - $3,34 \cdot 10^6$ J, co stanowi: 45,5%,
- w dniach postojowych - $3,01 \cdot 10^6$ J, co stanowi: 41,1%,
- ze strzelań profilaktycznych - $0,98 \cdot 10^6$ J, co stanowi: 13,4%.

Tablica 7.3. Aktywność i intensywność energii sejsmicznej w dniach obłożonych, postojowych i strzelań profilaktycznych całkowitych w ścianie 536a

Wyszczególnienie	Żywotność ściany 536a: 01.08.95–30.06.98 – 1065 dni																															Σ wyd. węgla m ³
	Dni obłożone (samoistne)									Dni postojowe (samoistne)									Strzelania profilaktyczne (całkowite) *)													
	Σdni	10 ²	10 ³	10 ⁴	10 ⁵	10 ⁶	10 ⁷	ΣN	ΣE, J	Σdni	10 ²	10 ³	10 ⁴	10 ⁵	10 ⁶	10 ⁷	ΣN	ΣE, J	Σstrz	ΣMW	ΣN	ΣE, J	Σstrz	ΣMW	ΣN	ΣE, J	Σstrz	ΣMW				
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
1				44								12			1		280		28	121	6					155		123	8375	1896		
Σ N	492	738	679							573	122	145								28	121	6										
Σ E, J w klasach				1,17 · 6					3,04 · 10 ⁶		0,07 · 6	0,41 · 6	0,27 · 6		2,00 · 6			2,75 · 10 ⁶	0,02 · 6	0,36 · 6	0,13 · 6						0,5 · 10 ⁶				6,29 · 10 ⁶	
E _{max} J				8 · 4							9 · 2	9 · 3	5 · 4		2 · 6				9 · 2	9 · 3	3 · 4											
Udział energii! rozłożowanej w danej klasie energetycznej, %		6,8	22,9	18,6					48,0		1,15	6,55	4,3		31,7			44,0	0,3	5,4	2,0										100%	
272398,0																																

*) Objasnienia:

- do strzelań profilaktycznych całkowitych zaliczono wszystkie strzelania na danej ścianie;
- ΣMW, kg (całkowita ilość MW zużyta do robót strzałowych);
- zapis wielkości energii E, np. 3 · 6 odpowiada wielkości 3 · 10⁶ (w opracowaniu stosowane są obydwa zapisy).

Tablica 7.5. Aktywność i intensywność energii sejsmicznej w dniach obłożonych, stojących i strzałów profilaktycznych całkowitych w ścianie 538/1a

Wyszczególnienie	Żywotność ściany 538/1a: 01.03.96–31.07.98 – 883 dni																														Σ wyd. węgla m ³
	Dni obłożone (samoistne)										Dni stojowe (samoistne)										Strzelania profilaktyczne (całkowite) *)										
	Σdni	10 ²	10 ³	10 ⁴	10 ⁵	10 ⁶	10 ⁷	ΣN	ΣE, J	Σdni	10 ²	10 ³	10 ⁴	10 ⁵	10 ⁶	10 ⁷	ΣN	ΣE, J	Σdni	10 ²	10 ³	10 ⁴	10 ⁵	10 ⁶	10 ⁷	ΣN	ΣE, J	ΣMW			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
ΣN	301	358	299	9					666								131			16	141	6				163		226	8133	960	
ΣE, J w klasach		0,26 · 6	0,76 · 6	0,17 · 6					1,19 · 10 ⁶									0,25 · 10 ⁶	0,01 · 6	0,36 · 6	0,27 · 6					0,64 · 10 ⁶				2,08 · 10 ⁶	
E _{max} , J		9 · 2	9 · 3	9 · 4															8 · 2	8 · 3	9 · 4										
Udział energii rozładowanej w danej klasie energetycznej, %		12,5	36,5	8,2					57,0									12,0	0,4	17,3	13,0									100%	

120496,0

Σ wyd. węgla m³ 32

*) Objasnienia:
- do strzałów profilaktycznych całkowitych zaliczono wszystkie strzelania na danej ścianie;
- ΣMW, kg (całkowita ilość MW zużyta do robót strzałowych);
- zapis wielkości energii E, np. 3 · 6 odpowiada wielkości 3 · 10⁶ (w opracowaniu stosowane są obydwa zapisy).

Tablica 7.6. Aktywność i intensywność energii sejsmicznej w dniach obłożonych, postojujących i strzelań profilaktycznych całkowitych w poszczególnych ścianach modeli i w modelu

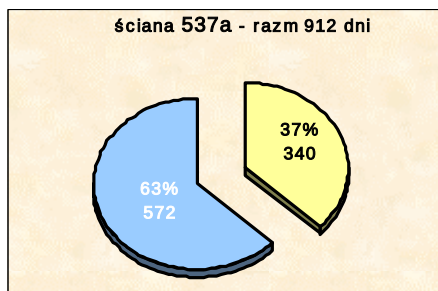
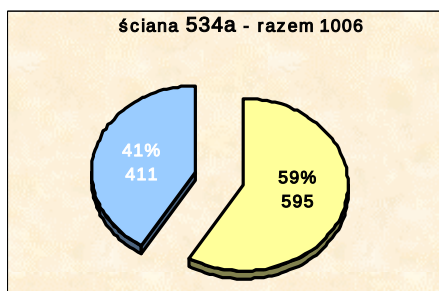
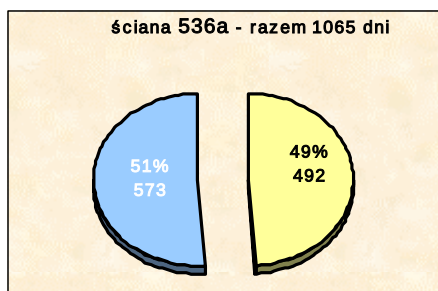
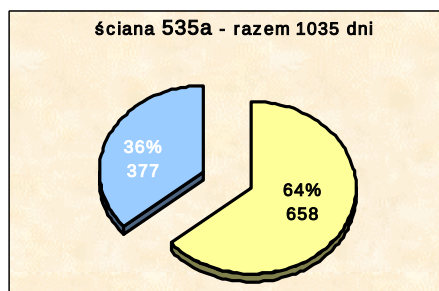
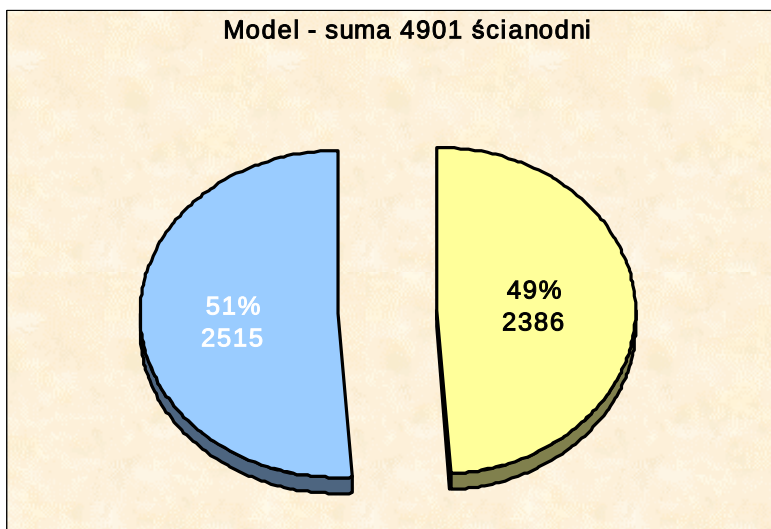
Żywność modelu: 1.08.1994–31.07.1998 – 1461 dni																						
Ściany dni	Dni obłożone (roboczodni)				Dni postojowe								Strzelania profilaktyczne (całkowite)						ΣN	ΣE	$E_{\max}$	Suma wydob. węgla m^3
	ΣN	ΣE	$E_{\max}$	% rozkład energii	ΣN	ΣE	$E_{\max}$	% rozkład energii	% rozkład energii	ΣE	$E_{\max}$	% rozkład energii	Σ strzel.	ΣMW	średn. MW 1 strzel.							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
535a 1035	658	3742	13,96	3 · 6	81	377	443	1,85	7 · 5	11	110	1,46	7 · 5	8	101	10949	108	4295	17,27	3 · 6	500735	
534a 1006	595	1561	4,47	1 · 5	82	411	186	0,38	9 · 4	7	132	0,6	8 · 4	11	128	7563	60	1879	5,45	1 · 5	367752	
536a 1065	492	1461	3,04	8 · 4	48	573	280	2,75	2 · 6	44	155	0,5	3 · 4	8	123	8375	69	1896	6,29	2 · 6	272398	
537a 912	340	831	2,02	7 · 4	48	572	238	1,0	2 · 5	24	243	1,2	8 · 4	28	274	19905	70	1312	4,22	2 · 5	181923	
538/1a 883	301	666	1,19	9 · 4	57	582	131	0,25	2 · 4	12	163	0,64	9 · 4	32	226	8133	37	960	2,08	9 · 4	120496	
Model 1461	2386	8261	24,68	3 · 6	70	2515	1278	6,23	2 · 6	18	803	4,4	7 · 5	12	852	54925	64	10342	35,31	3 · 6	1443304	

Objaśnienia:

zapis [dni] oznacza żywność ściany (modelu) od rozpoczęcia do zakończenia eksploatacji (analizy);

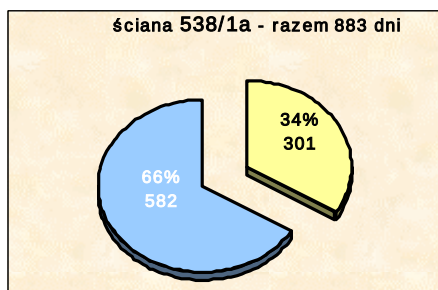
zapis [roboczodni] oznacza ilość obłożen ściany do wydobywania (ścian w modelu) w okresie żywotności (analizy);

zapis [dni postoju] oznacza dni bez obłożenia ściany (ścian w modelu).

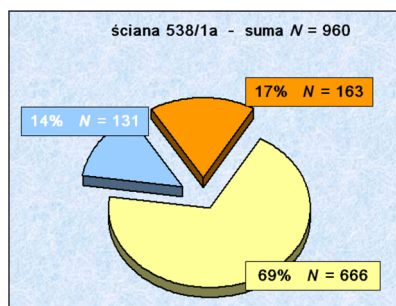
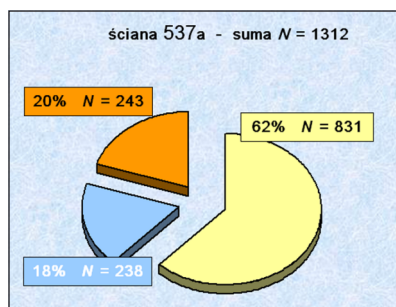
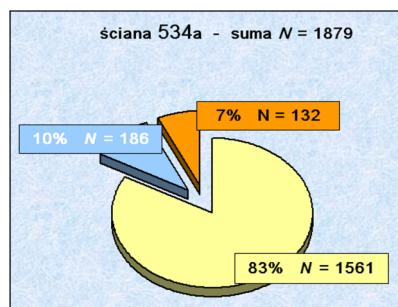
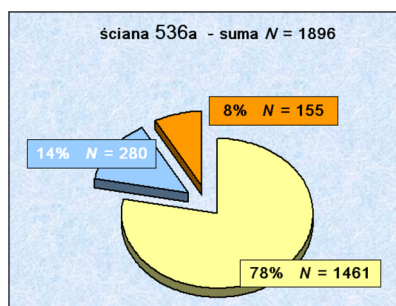
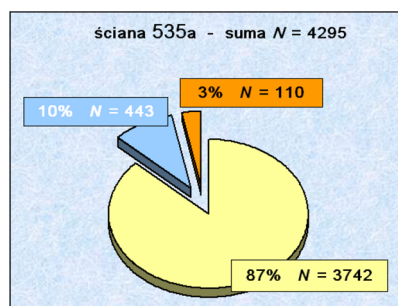
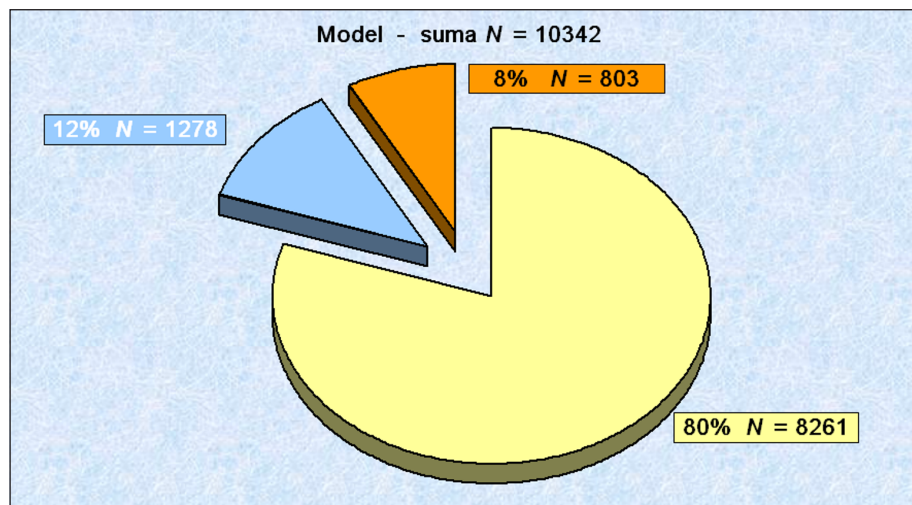


ścianodni robocze

ścianodni postojowe



Rys. 7.2. Zestawienie ścianodni roboczych i postojowych dla modelu i ścian modelu

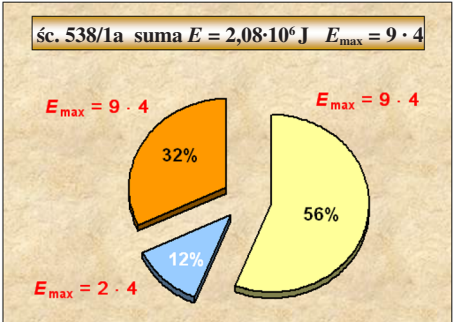
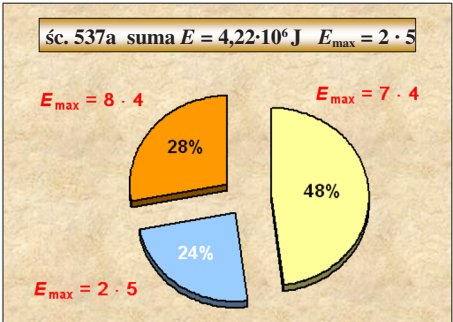
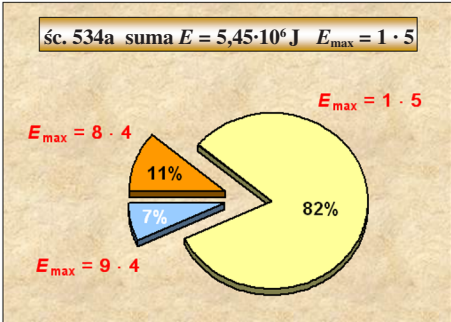
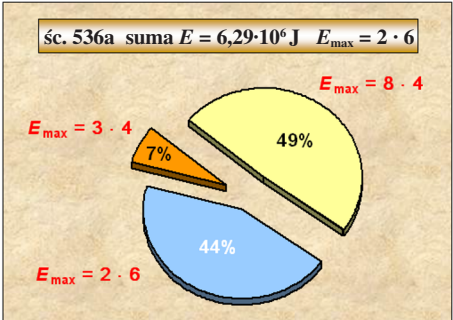
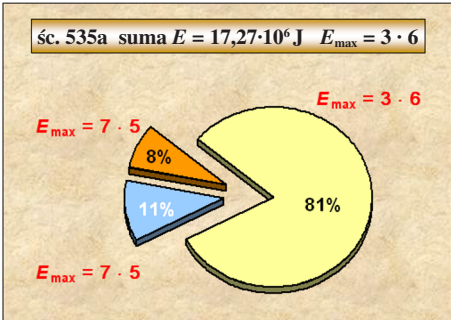
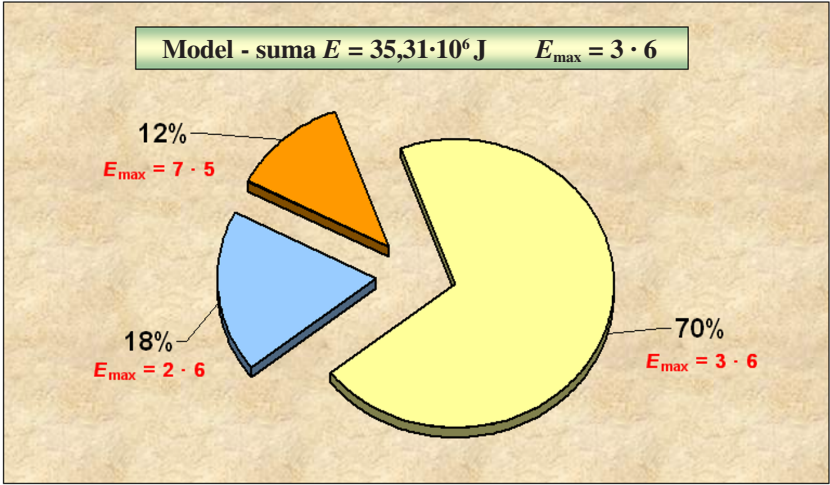


z dni roboczych (obłożonych)

z dni postoju

ze strzelań profilaktycznych całkowitych

Rys. 7.3. Aktywność sejsmiczna N w dniach obłożonych, postojowych i strzelań profilaktycznych całkowitych w modelu i w ścianach modelu



z dni roboczych (obłożonych)

z dni postoju

ze strzelań profilaktycznych całkowitych

Rys. 7.4. Emisja energii sejsmicznej E w dniach obłożonych, postojuowych i strzelań profilaktycznych całkowitych w modelu i w ścianach modelu

Obserwując stosunkowo duży udział aktywności i intensywności sejsmicznej w dniach postoju w sumarycznej sejsmiczności stwierdza się bardzo duży udział emisji maksymalnych energii sejsmicznych (41,1%). W tym porównaniu wyemitowana suma sejsmicznych energii maksymalnych ze strzelań profilaktycznych (13,4%) jest na pewno zbyt mała. Powyższy fakt można w jakiejś mierze tłumaczyć dużą liczbą dni postojowych (rys. 7.2) w ogólnym bilansie żywotności modelu i poszczególnych jego ścian.

W celu porównania procentowych udziałów aktywności i intensywności sejsmicznej z dni roboczych, postoju i strzelań profilaktycznych, zebrano je w tablicy 7.7.

Tablica 7.7. Aktywność i intensywność sejsmiczna z dni roboczych, postoju i strzelań profilaktycznych w poszczególnych ścianach modelu i w całym modelu

Ściana	Aktywność N , %			Energia sejsmiczna E , %			Dni, %	
	dni robocze	dni postojowe	strzelania profilaktyczne	dni robocze	dni postojowe	strzelania profilaktyczne	robocze	postojowe
535a	87	10	3	81	11	8	64	36
534a	83	10	7	82	7	11	59	41
536a	78	14	8	48	44	8	49	51
537a	62	18	20	48	24	28	37	63
538/1a	69	14	17	57	12	31	34	66
Razem model	80	12	8	70	18	12	49	51

Analizując poszczególne przodki eksploatacyjne, należy stwierdzić, że najbezpieczniejsze proporcje zanotowano w ścianach 538/1a i 537a, a mianowicie odpowiednio: 31 i 28% energii sejsmicznej zostało wyemitowane w czasie strzelań profilaktycznych. Najgorszy wynik uzyskano w ścianie 536a, gdzie tylko 8% wyemitowanej energii sejsmicznej pochodziło ze strzelań profilaktycznych, a aż 44% energii wyemitowanej zostało w dni postoju. Procentowo najmniejszą aktywność i intensywność sejsmiczną w czasie strzelań profilaktycznych odnotowano w ścianie 535a. Świadczyło to o niepełnym wykorzystaniu aktywnych metod zwalczania tąpnięć (rys. 7.3, 7.4, tabl. 7.7), a także o bezpieczeństwie w tej ścianie i pewności kierowania stropem, wynikającymi w dużej mierze z parametrów zastosowanej obudowy. Bardzo ważna z uwagi na rozkład wartości aktywności i intensywności sejsmicznej, co potwierdzają dane przedstawione w tablicy 7.8, jest rytmiczność postępu eksploatacji. Obserwując średnie postępy dobowe, najlepszy wskaźnik wykorzystania żywotności ściany, a zarazem najbardziej rytmiczny postęp uzyskała ściana 535a (0,64), natomiast największą arytmieję prowadzonego frontu zanotowano na ścianach 537a (0,37) i 538/1a (0,34).

Tablica 7.8. Rytmiczność postępu ścian w modelu eksploatacji

Ściana	Żywotność dni	Liczba ścianodni robocznodni	Średni wybieg ściany, m	Średni postęp		Wskaźnik wykorzystania ścianodni	Wydobycie	
				m/dobę	m/dobę roboczą		t/dobę	t/dobę roboczą
535a	1035	658	930	0,899	1,41	0,64	647	1018
534a	1006	595	950	0,944	1,60	0,59	497	840
536a	1065	492	800	0,751	1,63	0,46	347	752
537a	912	340	470	0,515	1,38	0,37	274	735
538/1a	883	301	490	0,555	1,63	0,34	181	532
Razem model	1461	2386						

Z przeprowadzonej analizy wynika też wniosek, że nie ma prostej zależności między intensyfikacją wydobywania a zagrożeniem sejsmicznym. Potwierdza to ilość energii sejsmicznej wyemitowanej w czasie dni postoju, a w szczególności sumy energii maksymalnych. Jednak w każdym przypadku intensyfikacja postępu ścian w modelu w rejonach zagrożonych tąpnięciami powodowała wzrost aktywności i intensywności sejsmicznej.

Intensyfikacją strzelań profilaktycznych (np. dla ściany 538/1a i 537a) znacznie ograniczono ilość energii sejsmicznej wydzielanej w dniach roboczych i postoju, ponadto prawdopodobnie zmniejszono możliwość wyemitowania wysokoenergetycznego wstrząsu w tym czasie.

7.2. Analiza aktywności i intensywności emisji energii sejsmicznej w dniach postoju i strzelań profilaktycznych

W związku z wyjątkowo dużym udziałem aktywności i intensywności emisji energii sejsmicznej w dniach postoju oraz wpływu, jakie na ograniczenie zagrożenia wstrząsami górotworu i tąpnięciami mają strzelania profilaktyczne, poddano ten problem bardziej szczegółowej analizie. Dane pomiarowe zostały zestawione w postaci tabelarycznej i wynikającej z niej części graficznej. W pierwszej kolejności zebrano dane w tablicach 7.9–7.13 i na ich podstawie sporządzono tablice 7.14–7.26, dla których wykonano rysunki 7.5–7.11 oraz tablicę zbiorczą 7.27, w oparciu o którą opracowano rysunki 7.12–7.18. Należy podkreślić, że analizowane w tym zbiorze strzelania profilaktyczne, to te strzelania wydzielone ze strzelań profilaktycznych całkowitych, które były wykonane w czasie postoju, co najmniej przez dobę.

Tablica 7.9. Aktywność i intensywność energii sejsmicznej w dniach postoju i strzelań profilaktycznych w ścianie 535a

Wyszczególnienie			Dni postojowe (samoistne)																Strzelania profilaktyczne *) (≥ doba postoju)										≥ Doba postoju	
dni postoju	liczba postojów	suma postojów dni	10 ²	10 ³	10 ⁴	10 ⁵	10 ⁶	10 ⁷	ΣN	E _{max} J	ΣE, J	10 ²	10 ³	10 ⁴	10 ⁵	10 ⁶	10 ⁷	ΣN	E _{max} J	ΣE, J	MW	liczba strze- lań								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23								
1	30	30	27	16	1	1			44	3 · 4	0,068 · 6	2	4					6	4 · 3	0,011 · 6	180	4								
2	107	214	114	110	18				243	7 · 5	1,489 · 6	1	23					24	9 · 3	0,010 · 6	2077	16								
3	25	75	45	35	3				83	2 · 4	0,155 · 6		4					4	6 · 3	0,020 · 6	433	4								
4	6	24	26	15	2				43	3 · 4	0,097 · 6	1	4					5	6 · 3	0,018 · 6	388,5	3								
5	2	10	3	4					7	8 · 4	0,016 · 6																			
6	1	6	3	2					5	2 · 3	0,004 · 6																			
7	1	7	1	2					3	2 · 3	0,004 · 6																			
8																														
9																														
10																														
11-20	1	11	6	9					15	3 · 3	0,019 · 6																			
21-62																														
≥63																														
Razem	173	377	225	193	24	1			443	7 · 5	1,85 · 6	4	35					39	9 · 3	0,15 · 6	3078,5	27								

Objaśnienia: do aktywności i intensywności energii sejsmicznej przypisanej strzelaniu profilaktycznemu zaliczamy te *N* i *E*, które zaistniały od momentu strzelenia do czasu wejścia załogi do ściany (np. 5⁰⁰ strzelanie, 8⁰⁰ wejście załogi).

Tablica 7.10. Aktywność i intensywność energii sejsmicznej w dniach postoju i strzelań profilaktycznych w ścianie 534a

Wyszczególnienie			Dni postojowe (samoistne)										Strzelania profilaktyczne *) (≥ doba postoju)										≥ Doba postoju	
dni postoju	liczba postojów	suma postojów	10 ²	10 ³	10 ⁴	10 ⁵	10 ⁶	10 ⁷	ΣN	E _{max} , J	ΣE, J	10 ²	10 ³	10 ⁴	10 ⁵	10 ⁶	10 ⁷	ΣN	E _{max} , J	ΣE, J	MW	liczba strze- lań		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23		
1	43	43	11	10					21	8 · 3	0,031 · 6	1	7					8	8 · 3	0,024 · 6	250	8		
2	98	196	50	54	4				108	9 · 4	0,277 · 6	1	18	2				21	8 · 4	0,146 · 6	1250	20		
3	25	75	7	14					21	8 · 3	0,033 · 6		4	1				5	1 · 4	0,024 · 6	350	6		
4	13	52	12	8					20	3 · 3	0,021 · 6		1					1	3 · 3	0,003 · 6	85	1		
5	4	20	4	5					9	2 · 3	0,010 · 6		1					1	4 · 3	0,004 · 6	80	1		
6																								
7	1	7		3					3	2 · 3	0,004 · 6													
8	1	8																						
9																								
10	1	10	3	1					4	1 · 3	0,002 · 6													
11-20																								
21-62																								
≥63																								
Razem	186	411	87	95	4				186	9 · 4	0,38 · 6	2	31	3				36	8 · 4	0,2 · 6	2015	36		

Objaśnienia: do aktywności i intensywności energii sejsmicznej przypisanej strzelaniu profilaktycznemu zaliczamy te *N* i *E*, które zaistniały od momentu strzelenia do czasu wejścia załogi do ściany (np. 5⁰⁰ strzelanie, 8⁰⁰ wejście załogi).

Tablica 7.11. Aktywność i intensywność energii sejsmicznej w dniach postoju i strzelań profilaktycznych w ścianie 536a

Wyszczególnienie				Dni postojowe (samoistne)												Strzelania profilaktyczne *) (≥ doba postoju)												≥ Doba postoju	
dni postoju	liczba postojów	suma postojów	dni	10 ²	10 ³	10 ⁴	10 ⁵	10 ⁶	10 ⁷	ΣN	E _{max} , J	ΣE, J	10 ²	10 ³	10 ⁴	10 ⁵	10 ⁶	10 ⁷	ΣN	E _{max} , J	ΣE, J	MW	kg	liczba strze- lań					
1	2	3	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23						
1	57	57	17	15					33	4	4	0,082	6	1	13	2			16	2	4	0,084	6	15					
2	61	122	17	30					47	9	3	0,096	6	1	7	1			9	2	4	0,045	6	15					
3	37	111	19	16					35	9	3	0,060	6	3	14				17	4	3	0,039	6	8					
4	18	72	13	25	1				39	3	4	0,114	6	2	11				13	6	3	0,030	6	14					
5	14	70	17	15	2				34	2	4	0,090	6		4				4	9	3	0,018	6	12					
6	8	48	18	15	3				36	3	4	0,105	6		12				12	7	3	0,033	6	5					
7	2	14	1	1					2	2	4	0,002	6			1			1	3	4	0,030	6	8					
8	2	16	3	4	1				8	3	4	0,042	6		1				1	4	3	0,004	6	1					
9	2	18	3	6					9	4	3	0,016	6											1					
10	1	10	5	8	3				17	2	6	2,072	6	1	1				2	1	4	0,011	6	1					
11-20	2	35	9	10	1		1		20	5	4	0,078	6		1				1	2	3	0,002	6	1					
21-62																													
≥63																													
Razem	204	573	122	145	12			1	280	2	6	2,75	6	8	63	5			76	2	4	0,3	6	4806	66				

Tabela 7.12. Aktywność i intensywność energii sejsmicznej w dniach postoju i strzelań profilaktycznych w ścianie 537a

Wyszczególnienie			Dni postojowe (samoistne)															Strzelania profilaktyczne *(≥ doba postoju)															≥ Doba postoju	
dni postoju	liczba postojów	suma postojów dni	10 ²	10 ³	10 ⁴	10 ⁵	10 ⁶	10 ⁷	ΣN	E _{max} , J	ΣE, J	10 ²	10 ³	10 ⁴	10 ⁵	10 ⁶	10 ⁷	ΣN	E _{max} , J	ΣE, J	21	kg	liczba strze-lań											
			4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23												
1	20	20	1	2				3	2·5	0,210·6		4	21	1			26	8·4	0,161·6	1711	20													
2	52	104	25	24	5			54	3·4	0,180·6			32	3			35	5·4	0,216·6	3161	36													
3	22	66	3	5	1				9	2·4	0,029·6	1	18	1			20	1·4	0,092·6	1908,8	18													
4	18	72	15	12	1				28	3·4	0,081·6		9				9	7·3	0,034·6	1032	9													
5	11	55	6	11					17	5·3	0,035·6		7				7	8·3	0,033·6	747,4	8													
6	13	78	11	10	2				23	5·4	0,110·6		8				8	6·3	0,029·6	595	7													
7	3	21		2					2	2·3	0,004·6		4				4	3·3	0,009·6	310	3													
8	2	16	1	3					4	3·3	0,006·6		1				1	3·3	0,003·6	70	1													
9	2	18	3	6					9	5·3	0,017·6	1	1				2	1·3	0,002·6	120	2													
10																																		
11–20	1	11	1						1	3·2	0,0002·6	1	3				4	4·3	0,009·6	297,8	4													
21–62	1	36	26	45	4				75	7·4	0,340·6																							
≥63	1	75	9	3		1			13	2·3	0,004·6		3					3	8·3	0,014·6	786,8	3												
Razem	146	572	101	123	13	1			238	2·5	1,016·6	7	107	5				119	8·4	0,6·6	10740	111												

Objaśnienia: do aktywności i intensywności energii sejsmicznej przypisanej strzelaniu profilaktycznemu zaliczamy te *N* i *E*, które zaistniały od momentu strzelenia do czasu wejścia załogi do ściany (np. 5⁰⁰ strzelanie, 8⁰⁰ wejście załogi).

Tablica 7.13. Aktywność i intensywność energii sejsmicznej w dniach postoju i strzelania profilaktycznych w ścianie 538/1a

Wyszczególnienie			Dni postojowe (samoistne)										Strzelania profilaktyczne *) (≥ doba postoju)										≥ Doba postoju	
dni postoju	liczba postojów	suma postojów dni	10 ²	10 ³	10 ⁴	10 ⁵	10 ⁶	10 ⁷	ΣN	E _{maxo} , J	ΣE, J	10 ²	10 ³	10 ⁴	10 ⁵	10 ⁶	10 ⁷	ΣN	E _{maxo} , J	ΣE, J	MW	liczba strze- lań		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23		
1	31	31	1	2	1				4	2 · 4	0,027 · 6		7				7	4 · 3	0,014 · 6	375	13			
2	31	62	7	8					15	7 · 3	0,026 · 6	2	23				25	3 · 3	0,046 · 6	1100,5	26			
3	18	54	9	8					17	3 · 3	0,021 · 6		4				4	5 · 3	0,015 · 6	455	14			
4	18	72	10	9	1				20	2 · 4	0,048 · 6	1	6				7	4 · 3	0,014 · 6	340	6			
5	19	95	10	8	1				19	1 · 4	0,037 · 6	1	9	1			11	6 · 4	0,084 · 6	608	12			
6	14	84	14	6					20	7 · 3	0,032 · 6	2	6	1			9	4 · 4	0,055 · 6	515	9			
7	3	21	4	3					7	5 · 3	0,010 · 6		1				1	3 · 3	0,003 · 6	60	1			
8	4	32		4					4	5 · 3	0,009 · 6		1				1	3 · 3	0,003 · 6	60	1			
9	2	18	1						1	9 · 2	0,001 · 6		3				3	4 · 3	0,008 · 6	199	5			
10	1	10	2	2					4	2 · 3	0,004 · 6													
11-20	8	103	9	11					20	8 · 3	0,038 · 6		3	1			4	9 · 4	0,101 · 6	334,5	7			
21-62																								
≥63																								
Razem	149	582	67	61	3				131	2 · 4	0,25 · 6	6	63	3			72	9 · 4	0,34 · 6	4047	94			

Objaśnienia: do aktywności i intensywności energii sejsmicznej przypisanej strzelaniu profilaktycznemu zaliczamy te N i E , które zaistniały od momentu strzelania do czasu wejścia załogi do ściany (np. 5⁰⁰ strzelanie, 8⁰⁰ wejście załogi).

Tablica 7.14. Aktywność i intensywność energii sejsmicznej w przypadku 1 dnia postoju wraz z charakterystyką strzałań profilaktycznych w ścianach modelu i w modelu

Wyszczególnienie					Z dni postoju = 1 doba				Ze strzałań profilaktycznych po 1 dobie				MW	Liczba strzałań	Średnia ilość MW na 1 strzełanie, kg
Ściana dni	ścianodni	dni postoju	liczba postojów	suma postojów dni	ΣN	ΣE J	E_{max} J		ΣN	ΣE J	E_{max} J		kg		
1	2	3	4	5	6	7	8		9	10	11		12	13	14
535a 1035	1035	1	30	30	44	0,068 · 6	3 · 4		6	0,011 · 6	4 · 3		180	4	45
534a 1006	1006	1	43	43	21	0,031 · 6	8 · 3		8	0,024 · 6	8 · 3		250	8	31
536a 1065	1065	1	57	57	33	0,082 · 6	4 · 4		16	0,084 · 6	2 · 4		1014	15	68
537a 912	912	1	20	20	3	0,210 · 6	2 · 5		26	0,161 · 6	8 · 4		1711	20	86
538/1a 883	883	1	31	31	4	0,027 · 6	2 · 4		7	0,014 · 6	4 · 3		375	13	29
Model 1461	4901	1	181	181	105	0,418 · 6	2 · 5		63	0,294 · 6	8 · 4		3530	60	59

Objaśnienia:

- zapis [dni] oznacza żywotność ściany (modelu) od rozpoczęcia do zakończenia eksploatacji (analizy);
- zapis [ścianodni] dla ścian = [dni];
- zapis [ścianodni] dla modelu oznacza sumaryczną żywotność ścian w okresie analizy (tj. 01.08.1994–31.07.1998, czyli 4901 dni);
- zapis [dni postoju] oznacza dni bez obłożenia w poszczególnych ścianach.

Tablica 7.15. Aktywność i intensywność energii sejsmicznej w przypadku 2 dni postoju wraz z charakterystyką strzałów profilaktycznych w ścianach modelu i w modelu

Wyszczególnienie					Z dni postoju = 2 doby				Ze strzałów profilaktycznych po 2 dobie				MW	Liczba strzałów	Średnia ilość MW na 1 strzelanie, kg
Ściana dni	ścianodni	dni postoju	liczba postojów	suma postojów dni	ΣN	ΣE	$E_{\max}$		ΣN	ΣE	$E_{\max}$		kg		
1	2	3	4	5	6	7	8		9	10	11		12	13	14
535a 1035	1035	2	107	214	243	1,489 · 6	7 · 5		24	0,010 · 6	9 · 3		2077	16	130
534a 1006	1006	2	98	196	108	0,277 · 6	9 · 4		21	0,146 · 6	8 · 4		1250	20	63
536a 1065	1065	2	61	122	47	0,096 · 6	9 · 3		9	0,045 · 6	2 · 4		599	8	75
537a 912	912	2	52	104	54	0,180 · 6	3 · 4		35	0,216 · 6	5 · 4		3161	36	88
538/1a 883	883	2	31	62	15	0,026 · 6	7 · 3		25	0,046 · 6	3 · 3		1100	26	42
Model 1461	4901	2	349	698	467	2,068 · 6	7 · 5		114	0,463 · 6	8 · 4		8187	106	77

Objaśnienia:

zapis [dni] oznacza żywotność ściany (modelu) od rozpoczęcia do zakończenia eksploatacji (analizy);

zapis [ścianodni] dla ścian = [dni];

zapis [ścianodni] dla modelu oznacza sumaryczną żywotność ścian w okresie analizy (tj. 01.08.1994–31.07.1998, czyli 4901 dni);

zapis [dni postoju] oznacza dni bez obłożenia w poszczególnych ścianach.

Tablica 7.16. Aktywność i intensywność energii sejsmicznej w przypadku 3 dni postoju wraz z charakterystyką strzelań profilaktycznych w ścianach modelu i w modelu

Wyszczególnienie					Z dni postoju = 3 doby				Ze strzelań profilaktycznych po 3 dobie				MW	Liczba strzelań	Średnia ilość MW na 1 strzelanie, kg
Ściana dni	ścianodni	dni postoju	liczba postojów	suma postojów dni	ΣN	ΣE	E_{max}	ΣN	ΣE	E_{max}	J	J	J		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		
535a 1035	1035	3	25	75	83	0,155 · 6	2 · 4	4	0,020 · 6	6 · 3	433	4	108		
534a 1006	1006	3	25	75	21	0,033 · 6	8 · 3	5	0,024 · 6	1 · 4	350	6	58		
536a 1065	1065	3	37	111	35	0,060 · 6	9 · 3	17	0,039 · 6	4 · 3	860	14	61		
537a 912	912	3	22	66	9	0,029 · 6	2 · 4	20	0,092 · 6	1 · 4	1909	18	106		
538/1a 883	883	3	18	54	17	0,021 · 6	3 · 3	4	0,015 · 6	5 · 3	455	14	33		
Model 1461	4901	3	127	381	165	0,298 · 6	2 · 4	50	0,190 · 6	1 · 4	4007	56	72		

Objaśnienia:

- zapis [dni] oznacza żywotność ściany (modelu) od rozpoczęcia do zakończenia eksploatacji (analizy);
- zapis [ścianodni] dla ścian = [dni];
- zapis [ścianodni] dla modelu oznacza sumaryczną żywotność ścian w okresie analizy (tj. 01.08.1994–31.07.1998, czyli 4901 dni);
- zapis [dni postoju] oznacza dni bez obłożenia w poszczególnych ścianach.

Tablica 7.17. Aktywność i intensywność energii sejsmicznej w przypadku 4 dni postoju wraz z charakterystyką strzałów profilaktycznych w ścianach modelu i w modelu

Wyszczególnienie					Z dni postoju = 4 doby				Ze strzałów profilaktycznych po 4 dobie				MW	Liczba strzałów	Średnia ilość MW na 1 strzelanie, kg
Sciana dni	ścianodni	dni postoju	liczba postojów	suma postojów dni	ΣN	ΣE J	E _{max} J	ΣN	ΣE J	E _{max} J	kg				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		
535a 1035	1035	4	6	24	43	0,097 · 6	3 · 4	5	0,018 · 6	6 · 3	388	3	129		
534a 1006	1006	4	13	52	20	0,021 · 6	3 · 3	1	0,003 · 6	3 · 3	85	1	85		
536a 1065	1065	4	18	72	39	0,114 · 6	3 · 4	13	0,030 · 6	6 · 3	999	12	83		
537a 912	912	4	18	72	28	0,081 · 6	3 · 4	9	0,034 · 6	7 · 3	1032	9	115		
538/1a 883	883	4	18	72	20	0,048 · 6	2 · 4	7	0,014 · 6	4 · 3	340	6	57		
Model 1461	4901	4	73	292	150	0,361 · 6	3 · 4	35	0,099 · 6	7 · 3	2844	31	92		

Objaśnienia:

zapis [dni] oznacza żywotność ściany (modelu) od rozpoczęcia do zakończenia eksploatacji (analizy);

zapis [ścianodni] dla ścian = [dni];

zapis [ścianodni] dla modelu oznacza sumaryczną żywotność ścian w okresie analizy (tj. 01.08.1994–31.07.1998, czyli 4901 dni);

zapis [dni postoju] oznacza dni bez obłożenia w poszczególnych ścianach.

Tablica 7.18. Aktywność i intensywność energii sejsmicznej w przypadku 5 dni postoju wraz z charakterystyką strzelań profilaktycznych w ścianach modelu i w modelu

Ściana dni	Wyszczególnienie				Z dni postoju = 5 dób				Ze strzelań profilaktycznych po 5 dobie				MW kg	Liczba strzelań	Średnia ilość MW na 1 strzelanie, kg
	ścianodni	dni postoju	liczba postojów	suma postojów dni	ΣN	ΣE J	E_{max} J	ΣN	ΣE J	E_{max} J	ΣN	ΣE J	E_{max} J		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		
535a 1035	1035	5	2	10	7	0,016 · 6	8 · 4	-	-	-	-	-	-		
534a 1006	1006	5	4	20	9	0,010 · 6	2 · 3	1	0,004 · 6	4 · 3	80	1	80		
536a 1065	1065	5	14	70	34	0,090 · 6	2 · 4	4	0,018 · 6	9 · 3	368	5	74		
537a 912	912	5	11	55	17	0,035 · 6	5 · 3	7	0,033 · 6	8 · 3	747	8	93		
538/1a 883	883	5	19	95	19	0,037 · 6	1 · 4	11	0,084 · 6	6 · 4	608	12	51		
Model 1461	4901	5	50	250	86	0,188 · 6	8 · 4	23	0,139 · 6	6 · 4	1803	26	69		

Objaśnienia:

zapis [dni] oznacza żywotność ściany (modelu) od rozpoczęcia do zakończenia eksploatacji (analizy);

zapis [ścianodni] dla ścian = [dni];

zapis [ścianodni] dla modelu oznacza sumaryczną żywotność ścian w okresie analizy (tj. 01.08.1994–31.07.1998, czyli 4901 dni);

zapis [dni postoju] oznacza dni bez obłożenia w poszczególnych ścianach.

Tablica 7.19. Aktywność i intensywność energii sejsmicznej w przypadku 6 dni postoju wraz z charakterystyką strzałów profilaktycznych w ścianach modelu i w modelu

Ściana dni	Wyszczególnienie				Z dni postoju = 6 dób				Ze strzałów profilaktycznych po 6 dobie				MW kg	Liczba strzałów	Średnia ilość MW na 1 strze- lanie, kg
	ścianodni	dni postoju	liczba postojów	suma postojów dni	ΣN	ΣE J	$E_{\max}$ J	ΣN	ΣE J	$E_{\max}$ J	ΣN	ΣE J			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		
535a 1035	1035	6	1	6	5	0,004 · 6	2 · 3	-	-	-	-	-	-	-	-
534a 1006	1006	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
536a 1065	1065	6	8	48	36	0,105 · 6	3 · 4	12	0,033 · 6	7 · 3	545	8	68		
537a 912	912	6	13	78	23	0,011 · 6	5 · 4	8	0,029 · 6	6 · 3	595	7	85		
538/1a 883	883	6	14	84	20	0,032 · 6	7 · 3	9	0,055 · 6	4 · 4	515	9	57		
Model 1461	4901	6	36	216	84	0,152 · 6	5 · 4	29	0,117 · 6	4 · 4	1655	24	69		

Objaśnienia:

zapis [dni] oznacza żywotność ściany (modelu) od rozpoczęcia do zakończenia eksploatacji (analizy);

zapis [ścianodni] dla ścian = [dni];

zapis [ścianodni] dla modelu oznacza sumaryczną żywotność ścian w okresie analizy (tj. 01.08.1994–31.07.1998, czyli 4901 dni);

zapis [dni postoju] oznacza dni bez obłożenia w poszczególnych ścianach.

Tablica 7.20. Aktywność i intensywność energii sejsmicznej w przypadku 7 dni postoju wraz z charakterystyką strzałów profilaktycznych w ścianach modelu i w modelu

Wyszczególnienie					Z dni postoju = 7 dób				Ze strzelania profilaktycznych po 7 dobie				MW	Liczba strzelania	Średnia ilość MW na 1 strzelanie, kg
Sciana dni	ścianodni	dni postoju	liczba postojów	suma postojów dni	ΣN	ΣE	E _{max}	ΣN	ΣE	J	E _{max}	J	kg		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		
535a 1035	1035	7	1	7	3	0,004 · 6	2 · 3	-	-	-	-	-			
534a 1006	1006	7	1	7	3	0,004 · 6	2 · 3	-	-	-	-	-			
536a 1065	1065	7	2	14	2	0,002 · 6	2 · 4	1	0,030 · 6	3 · 4	100	1	100		
537a 912	912	7	3	21	2	0,004 · 6	2 · 3	4	0,009 · 6	3 · 3	310	3	103		
538/1a 883	883	7	3	21	7	0,010 · 6	5 · 3	1	0,003 · 6	3 · 3	60	1	60		
Model 1461	4901	7	10	70	17	0,024 · 6	2 · 4	6	0,042 · 6	3 · 4	470	5	94		

Objaśnienia:

zapis [dni] oznacza żywotność ściany (modelu) od rozpoczęcia do zakończenia eksploatacji (analizy);

zapis [ścianodni] dla ścian = [dni];

zapis [ścianodni] dla modelu oznacza sumaryczną żywotność ścian w okresie analizy (tj. 01.08.1994–31.07.1998, czyli 4901 dni);

zapis [dni postoju] oznacza dni bez obłożenia w poszczególnych ścianach.

Tablica 7.21. Aktywność i intensywność energii sejsmicznej w przypadku 8 dni postoju wraz z charakterystyką strzałów profilaktycznych w ścianach modelu i w modelu

Wyszczególnienie					Z dni postoju = 8 dób			Ze strzałów profilaktycznych po 8 dobie				MW	Liczba strzałów	Średnia ilość MW na 1 strzelanie, kg
Sciana dni	ścianodni	dni postoju	liczba postojów	suma postojów dni	ΣN	ΣE	$E_{\max}$	ΣN	ΣE	$E_{\max}$	J	J		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
535a 1035	1035	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
534a 1006	1006	8	1	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
536a 1065	1065	8	2	16	8	0,042 · 6	3 · 4	1	0,004 · 6	4 · 3	100	1	100	
537a 912	912	8	2	16	4	0,060 · 6	3 · 3	1	0,003 · 6	3 · 3	70	1	70	
538/1a 883	883	8	4	32	4	0,009 · 6	5 · 3	1	0,003 · 6	3 · 3	60	1	60	
Model 1461	4901	8	9	72	16	0,111 · 6	3 · 4	3	0,010 · 6	4 · 3	230	3	77	

Objasnienia:

zapis [dni] oznacza żywotność ściany (modelu) od rozpoczęcia do zakończenia eksploatacji (analizy);

zapis [ścianodni] dla ścian = [dni];

zapis [ścianodni] dla modelu oznacza sumaryczną żywotność ścian w okresie analizy (tj. 01.08.1994–31.07.1998, czyli 4901 dni);

zapis [dni postoju] oznacza dni bez obłożenia w poszczególnych ścianach.

Tablica 7.22. Aktywność i intensywność energii sejsmicznej w przypadku 9 dni postoju wraz z charakterystyką strzałów profilaktycznych w ścianach modelu i w modelu

Wyszczególnienie					Z dni postoju = 9 dób				Ze strzelań profilaktycznych po 9 dobie				MW	Liczba strzelań	Średnia ilość MW na 1 strzelanie, kg
Sciana dni	ścianodni	dni postoju	liczba postojów	suma postojów dni	ΣN	ΣE J	$E_{\max}$ J	ΣN	ΣE J	$E_{\max}$ J	kg				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		
535a 1035	1035	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
534a 1006	1006	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
536a 1065	1065	9	2	18	9	0,016 · 6	4 · 3	-	-	-	-	-	-	-	-
537a 912	912	9	2	18	9	0,017 · 6	5 · 3	2	0,002 · 6	1 · 3	120	2	60		
538/1a 883	883	9	2	18	1	0,001 · 6	9 · 2	3	0,008 · 6	4 · 3	199	5	40		
Model 1461	4901	9	6	54	19	0,034 · 6	5 · 3	5	0,010 · 6	4 · 3	319	7	46		

Objaśnienia:

zapis [dni] oznacza żywotność ściany (modelu) od rozpoczęcia do zakończenia eksploatacji (analizy);

zapis [ścianodni] dla ścian = [dni];

zapis [ścianodni] dla modelu oznacza sumaryczną żywotność ścian w okresie analizy (tj. 01.08.1994–31.07.1998, czyli 4901 dni);

zapis [dni postoju] oznacza dni bez obłożenia w poszczególnych ścianach.

Tablica 7.23. Aktywność i intensywność energii sejsmicznej w przypadku 10 dni postoju wraz z charakterystyką strzałów profilaktycznych w ścianach modelu i w modelu

Ściana dni	Wyszczególnienie				Z dni postoju = 10 dób				Ze strzałów profilaktycznych po 10 dobie				MW kg	Liczba strzałów	Średnia ilość MW na 1 strzelanie, kg
	ścianodni	dni postoju	liczba postojów	suma postojów dni	ΣN	ΣE J	$E_{\max}$ J	ΣN	ΣE J	$E_{\max}$ J	ΣN	ΣE J	$E_{\max}$ J		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		
535a 1035	1035	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
534a 1006	1006	10	1	10	4	0,002 · 6	1 · 3	-	-	-	-	-	-	-	-
536a 1065	1065	10	1	10	17	2 072 · 6	2 · 6	2	0,011 · 6	1 · 4	120	1	120		
537a 912	912	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
538/1a 883	883	10	1	10	4	0,004 · 6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Model 1461	4901	10	3	30	25	2,078 · 6	2 · 6	2	0,011 · 6	1 · 4	120	1	120		

Objaśnienia:

zapis [dni] oznacza żywotność ściany (modelu) od rozpoczęcia do zakończenia eksploatacji (analizy);

zapis [ścianodni] dla ścian = [dni];

zapis [ścianodni] dla modelu oznacza sumaryczną żywotność ścian w okresie analizy (tj. 01.08.1994–31.07.1998, czyli 4901 dni);

zapis [dni postoju] oznacza dni bez obłożenia w poszczególnych ścianach.

Tablica 7.24. Aktywność i intensywność energii sejsmicznej w przypadku od 11 do 20 dni postoju wraz z charakterystyką strzelań profilaktycznych w ścianach modelu i w modelu

Wyszczególnienie				Z dni postoju = 11–20 dób				Ze strzelań profilaktycznych po 11–20 dobie				MW kg	Liczba strzelań	Średnia ilość MW na 1 strzelanie, kg
Ściana dni	ścianodni	dni postoju	liczba postojów	suma postojów dni	ΣN	ΣE J	E_{max} J	ΣN	ΣE J	E_{max} J				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		13	14
535a 1035	1035	11–20	1	11	15	0,019 · 6	3 · 3	-	-	-	-	-	-	-
534a 1006	1006	11–20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
536a 1065	1065	11–20	2	35	20	0,078 · 6	5 · 4	1	0,002 · 6	2 · 3	101	1	1	101
537a 912	912	11–20	1	11	1	0,002 · 2	3 · 2	4	0,009 · 6	4 · 3	298	4	4	75
538/1a 883	883	11–20	8	103	20	0,038 · 6	8 · 3	4	0,101 · 6	9 · 4	335	7	7	48
Model 1461	4901	11–20	12	160	56	0,137 · 6	5 · 4	9	0,112 · 6	9 · 4	734	12	12	61

Objaśnienia:

- zapis [dni] oznacza żywotność ściany (modelu) od rozpoczęcia do zakończenia eksploatacji (analizy);
- zapis [ścianodni] dla ścian = [dni];
- zapis [ścianodni] dla modelu oznacza sumaryczną żywotność ścian w okresie analizy (tj. 01.08.1994–31.07.1998, czyli 4901 dni);
- zapis [dni postoju] oznacza dni bez obłożenia w poszczególnych ścianach.

Tablica 7.25. Aktywność i intensywność energii sejsmicznej w przypadku od 21 do 62 dni postoju wraz z charakterystyką strzelań profilaktycznych w ścianach modelu i w modelu

Ściana dni	Wyszczególnienie				Z dni postoju = 21–62 dób				Ze strzelań profilaktycznych po 36 dobie				MW kg	Liczba strzelań	Średnia ilość MW na 1 strzelanie, kg
	ścianodni	dni postoju	liczba postojów	suma postojów dni	ΣN	ΣE J	$E_{\max}$ J	ΣN	ΣE J	$E_{\max}$ J	ΣN	ΣE J			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		
535a 1035	1035	21–62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
534a 1006	1006	21–62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
536a 1065	1065	21–62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
537a 912	912	21–62	1	36	75	$0,357 \cdot 6$	$7 \cdot 4$	-	-	-	-	-	-	-	-
538/1a 883	883	21–62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Model 1461	4901	21–62	1	36	75	$0,357 \cdot 6$	$7 \cdot 4$	-	-	-	-	-	-	-	-

Objaśnienia:

zapis [dni] oznacza żywotność ściany (modelu) od rozpoczęcia do zakończenia eksploatacji (analizy);

zapis [ścianodni] dla ścian = [dni];

zapis [ścianodni] dla modelu oznacza sumaryczną żywotność ścian w okresie analizy (tj. 01.08.1994–31.07.1998, czyli 4901 dni);

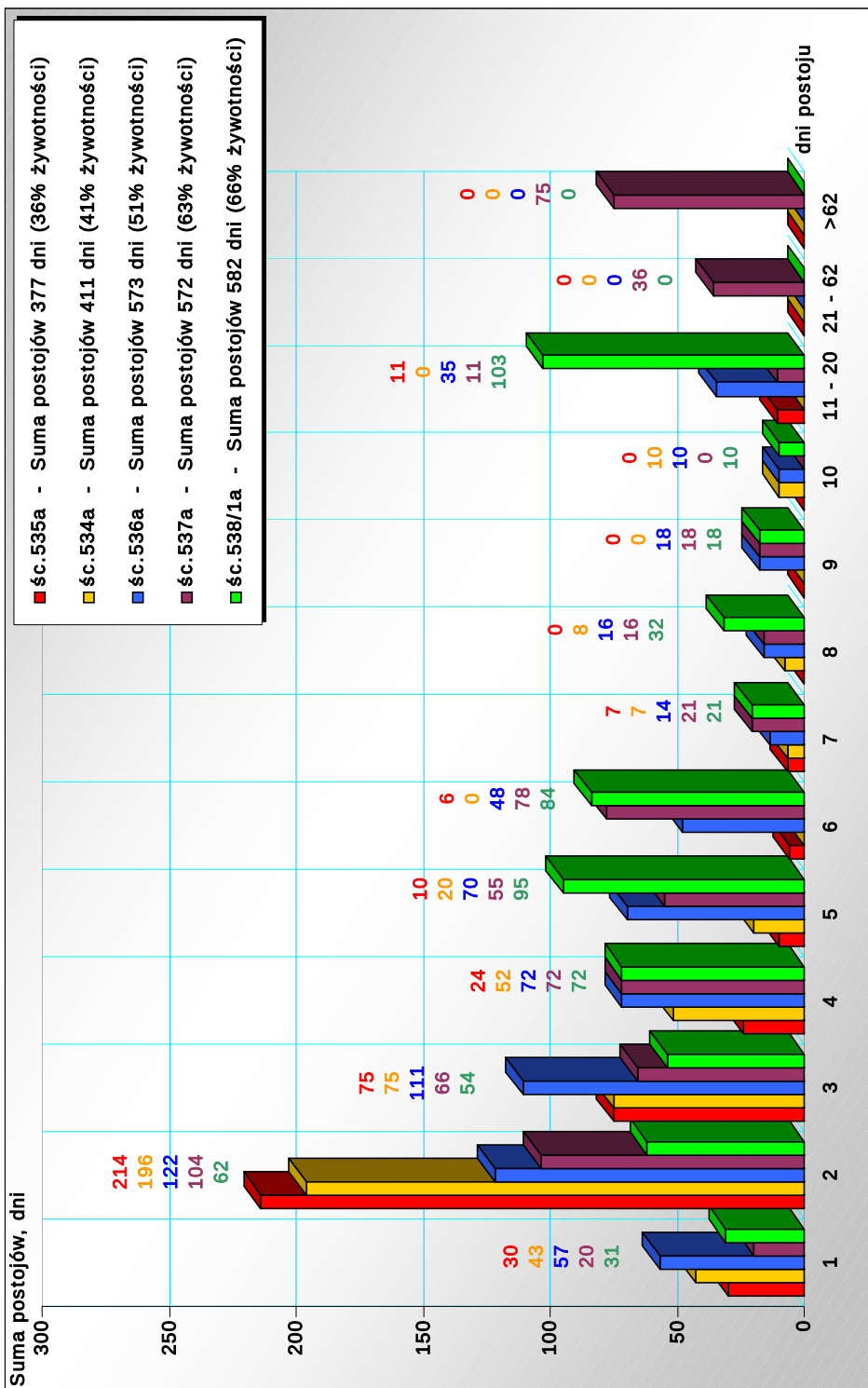
zapis [dni postoju] oznacza dni bez obłożenia w poszczególnych ścianach.

Tablica 7.26. Aktywność i intensywność energii sejsmicznej w przypadku powyżej 62 dni postoju wraz z charakterystyką strzelań profilaktycznych w ścianach modelu i w modelu

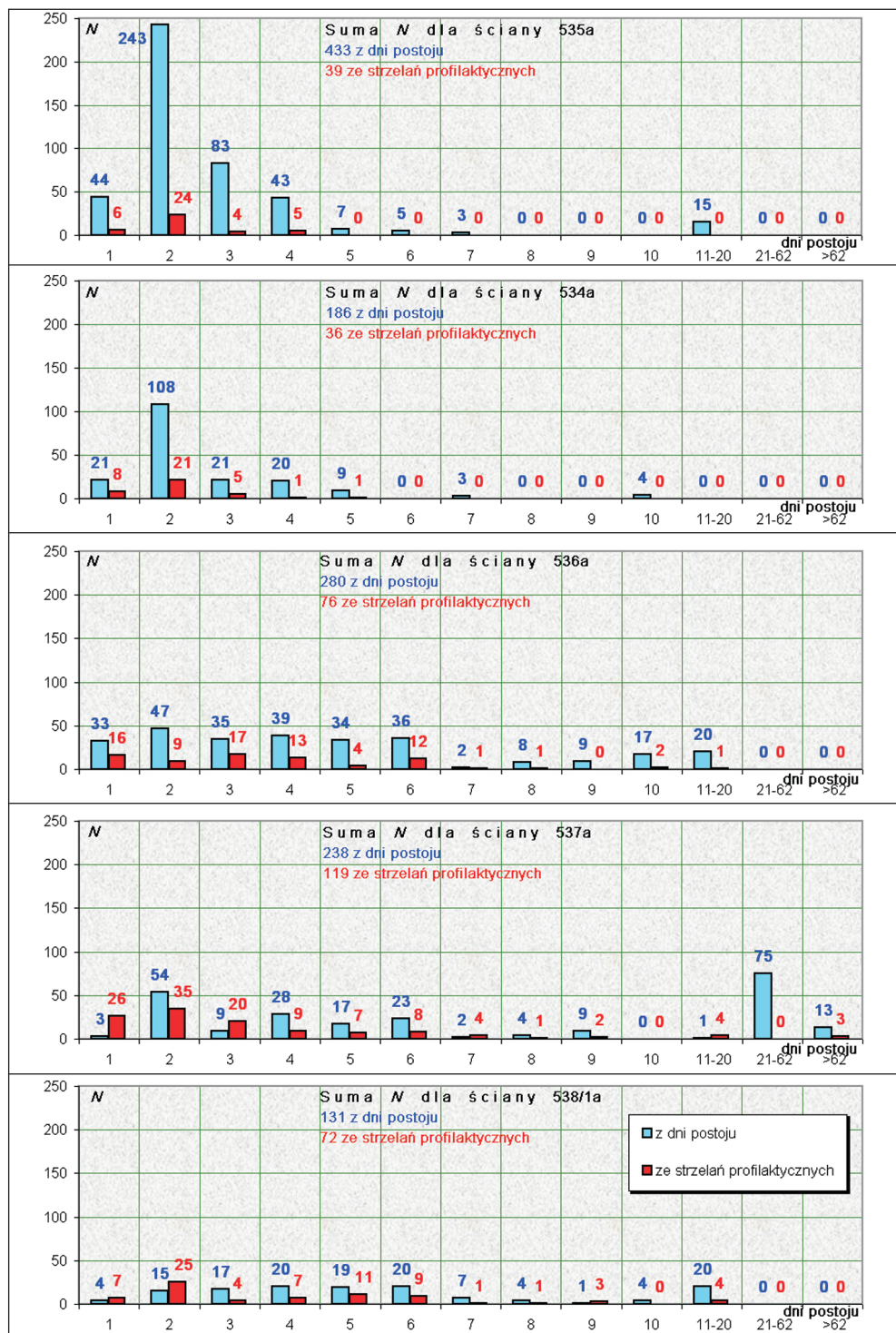
Wyszczególnienie					Z dni postoju ≥ 62 doby				Ze strzelań profilaktycznych po 75 dobie				MW	Liczba strzelań	Średnia ilość MW na 1 strzelanie, kg
Ściana dni	ścianodni	dni postoju	liczba postojów	suma postojów dni	ΣN	ΣE	$E_{\max}$	ΣN	ΣE	$E_{\max}$	J	kg			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		
535a 1035		≥ 63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
534a 1006		≥ 63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
536a 1065		≥ 63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
537a 912		≥ 63	1	75	13	$0,004 \cdot 6$	$2 \cdot 3$	3	$0,014 \cdot 6$	$8 \cdot 3$	787	3	262		
538/1a 883		≥ 63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Model 1461		≥ 63	1	75	13	$0,004 \cdot 6$	$2 \cdot 3$	3	$0,014 \cdot 6$	$8 \cdot 3$	787	3	262		

Objaśnienia:

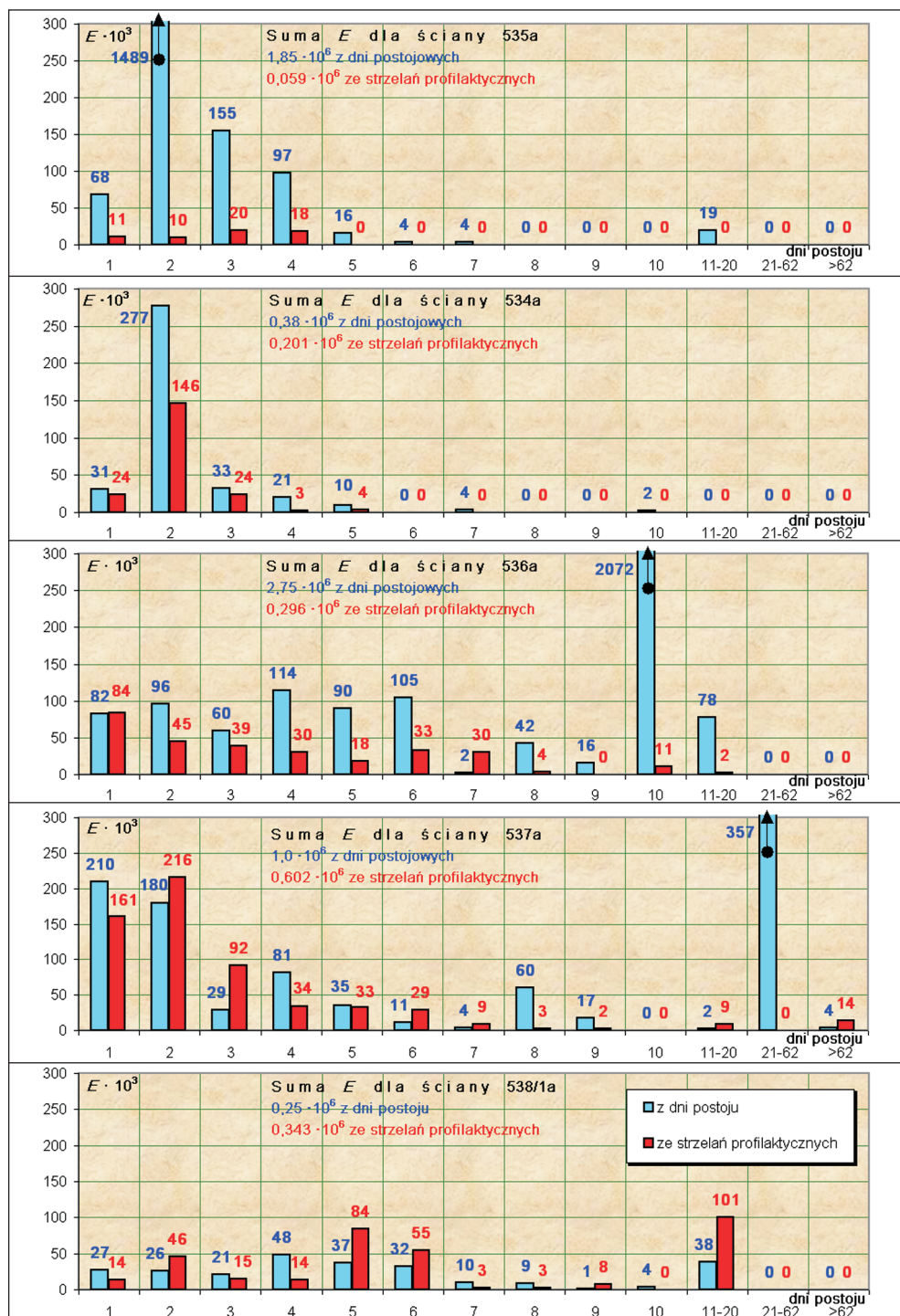
- zapis [dni] oznacza żywotność ściany (modelu) od rozpoczęcia do zakończenia eksploatacji (analizy);
- zapis [ścianodni] dla ścian = [dni];
- zapis [ścianodni] dla modelu oznacza sumaryczną żywotność ścian w okresie analizy (tj. 01.08.1994–31.07.1998, czyli 4901 dni);
- zapis [dni postoju] oznacza dni bez obłożenia w poszczególnych ścianach.



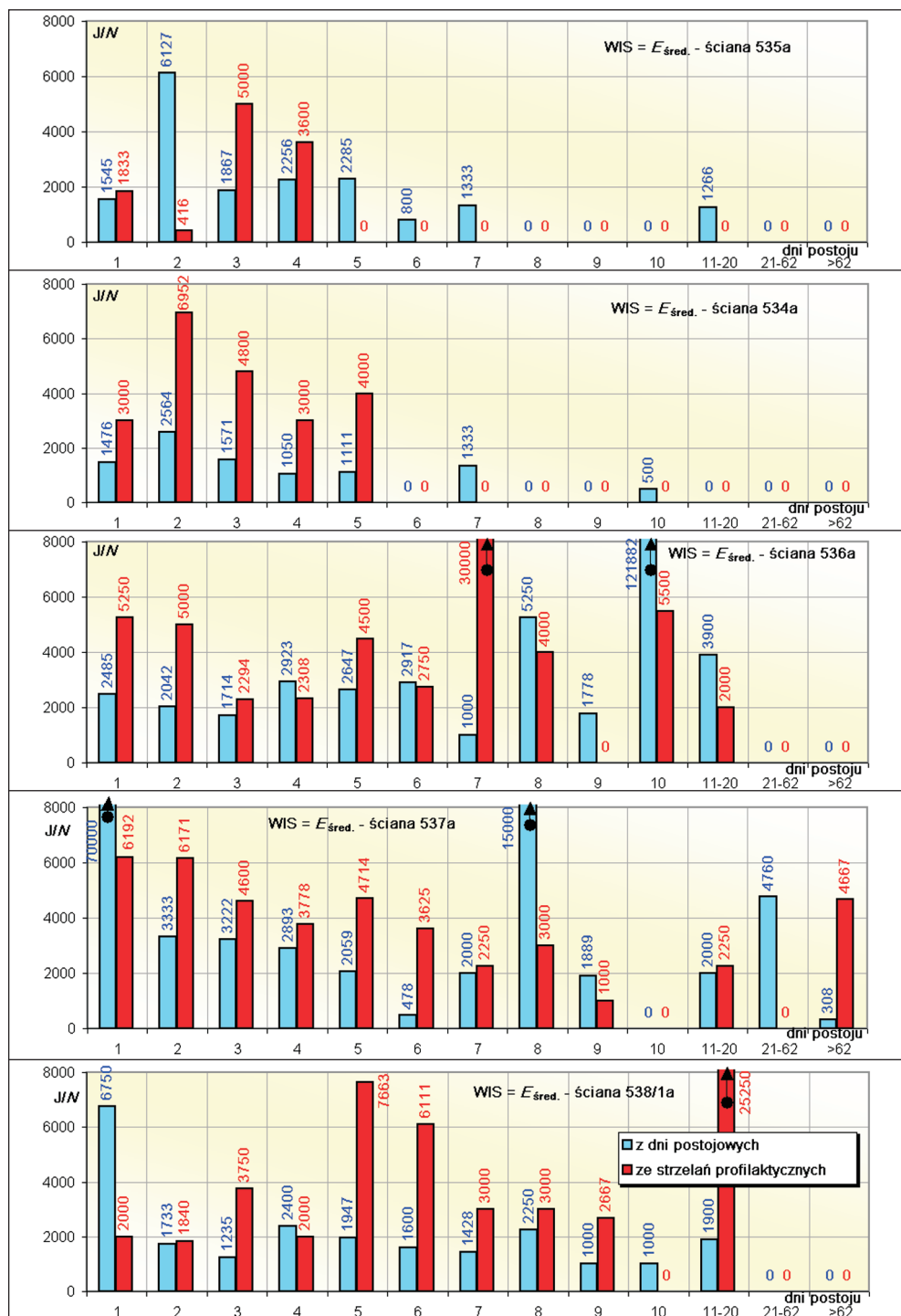
Rys. 7.5. Suma postojów dla ścian modelu w przypadku doby i większej liczby dni postoju



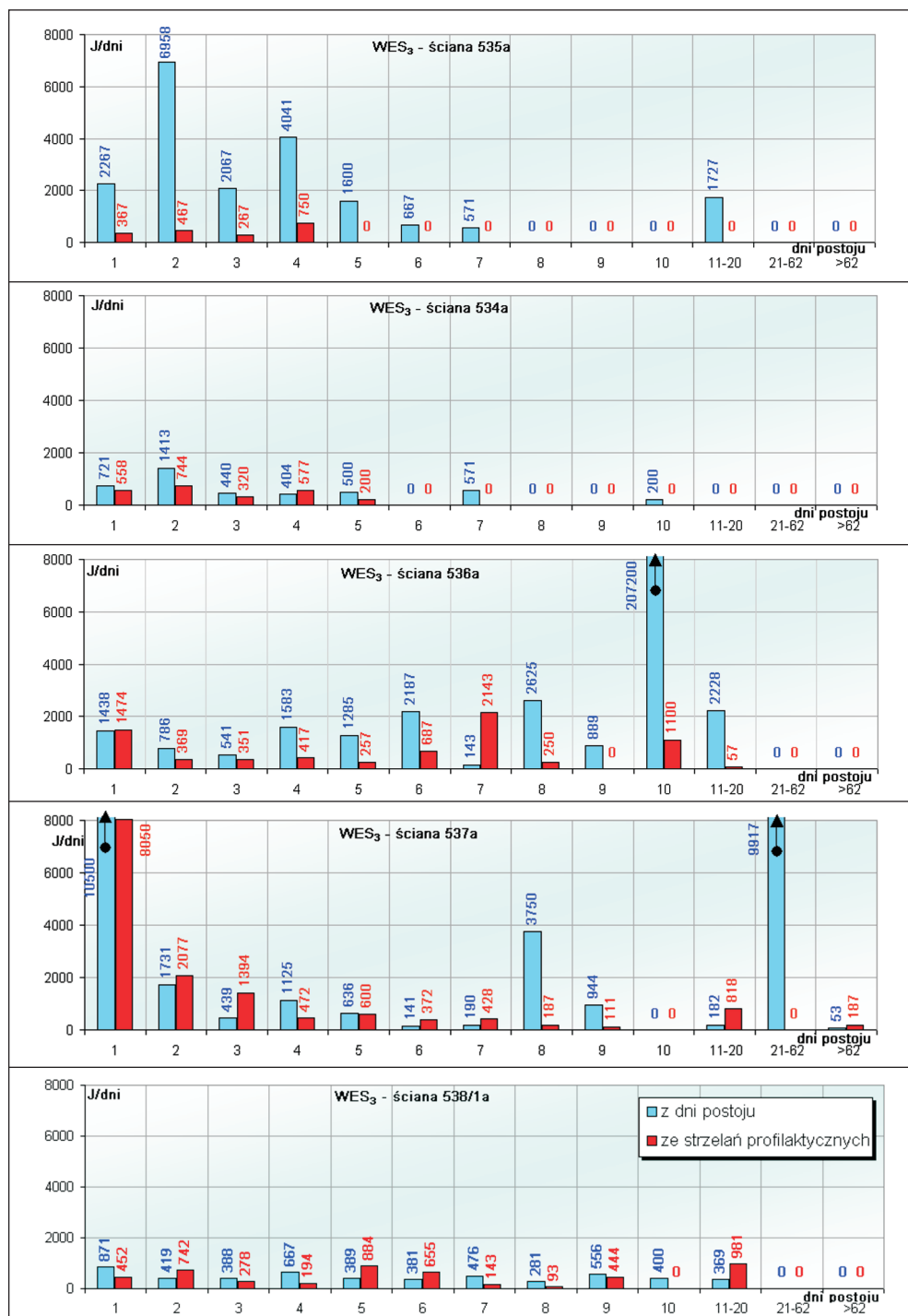
Rys. 7.6. Aktywność N w dniach postoju i strzelań profilaktycznych w ciągu doby i większej liczby dni postoju



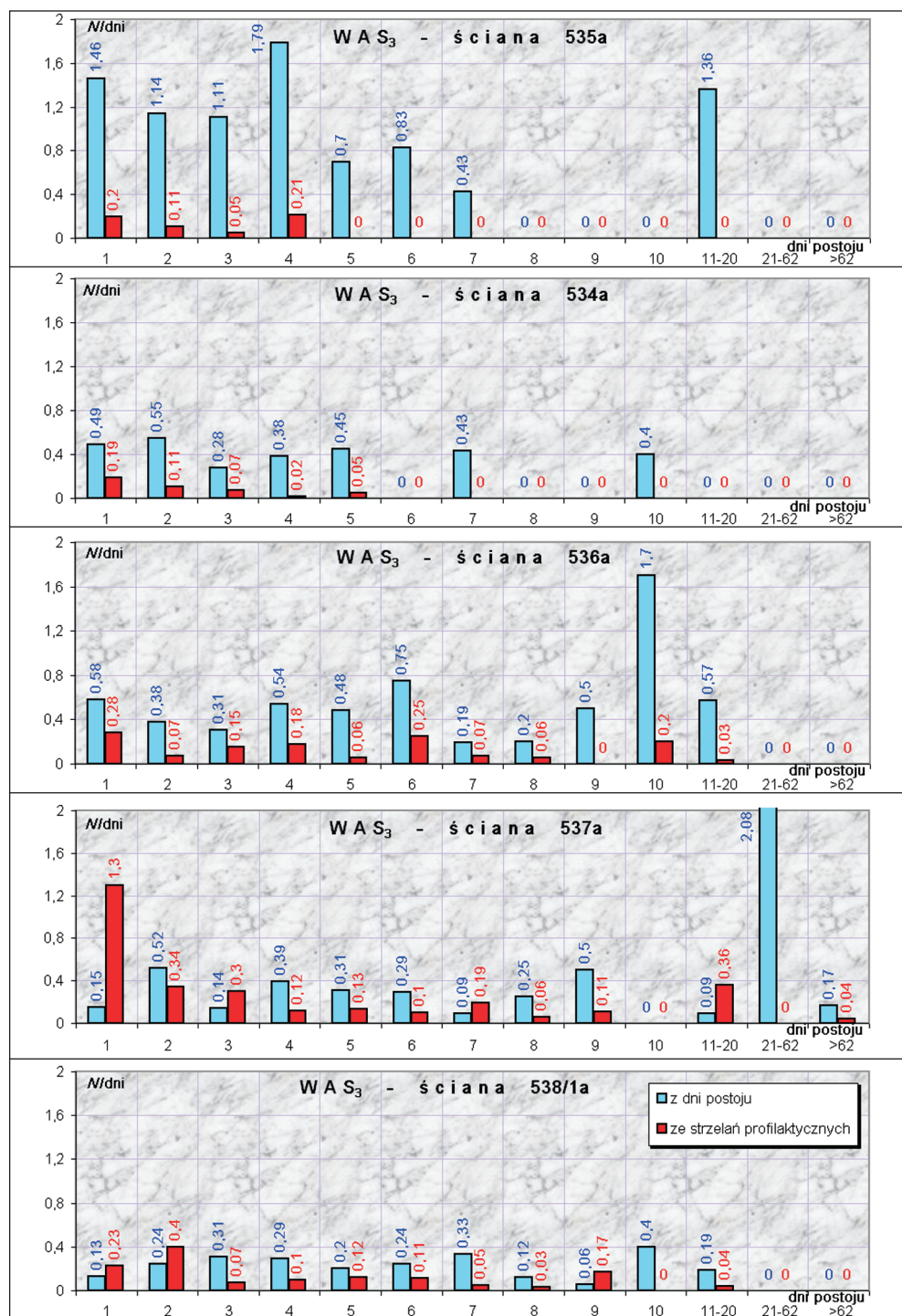
Rys. 7.7. Energia sejsmiczna E wyemitowana w dniach postoju i strzałów profilaktycznych w ciągu doby i większej liczby dni postoju



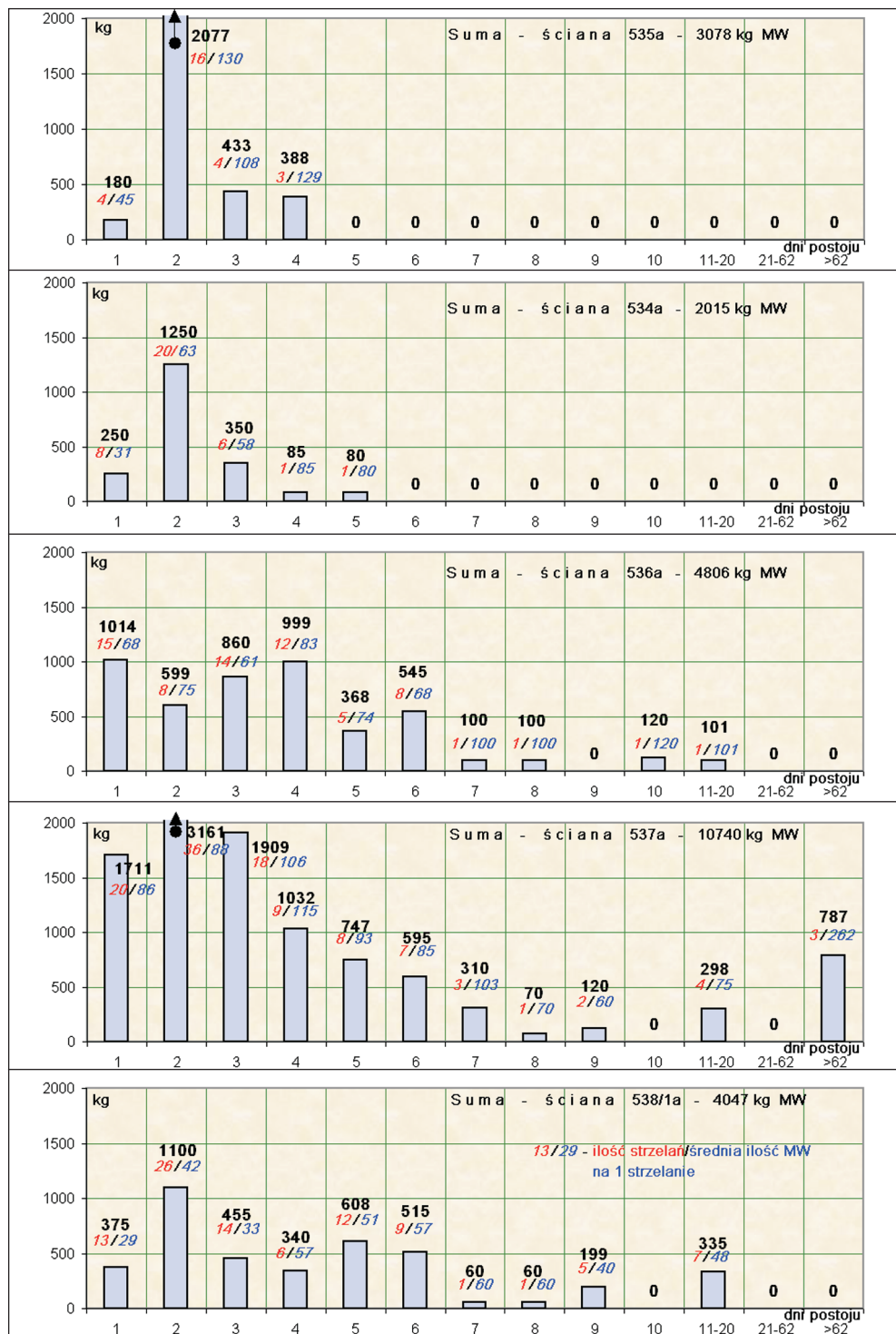
Rys. 7.8. Wskaźnik intensywności energii sejsmicznej $WIS = E_{\text{śred.}}$ w dniach postoj i strzałów profilaktycznych w ciągu doby i większej liczby dni postoj



Rys. 7.9. Wskaźnik energii sejsmicznej – średnia wielkość energii sejsmicznej wyemitowana na dobę w dniach postoju i strzałów profilaktycznych w ciągu doby i większej liczby dni postoju



Rys. 7.10. Wskaźnik aktywności sejsmicznej – średnia liczba wstrząsów na dobę w dniach postoj i strzelań profilaktycznych w ciągu doby i większej liczby dni postoj

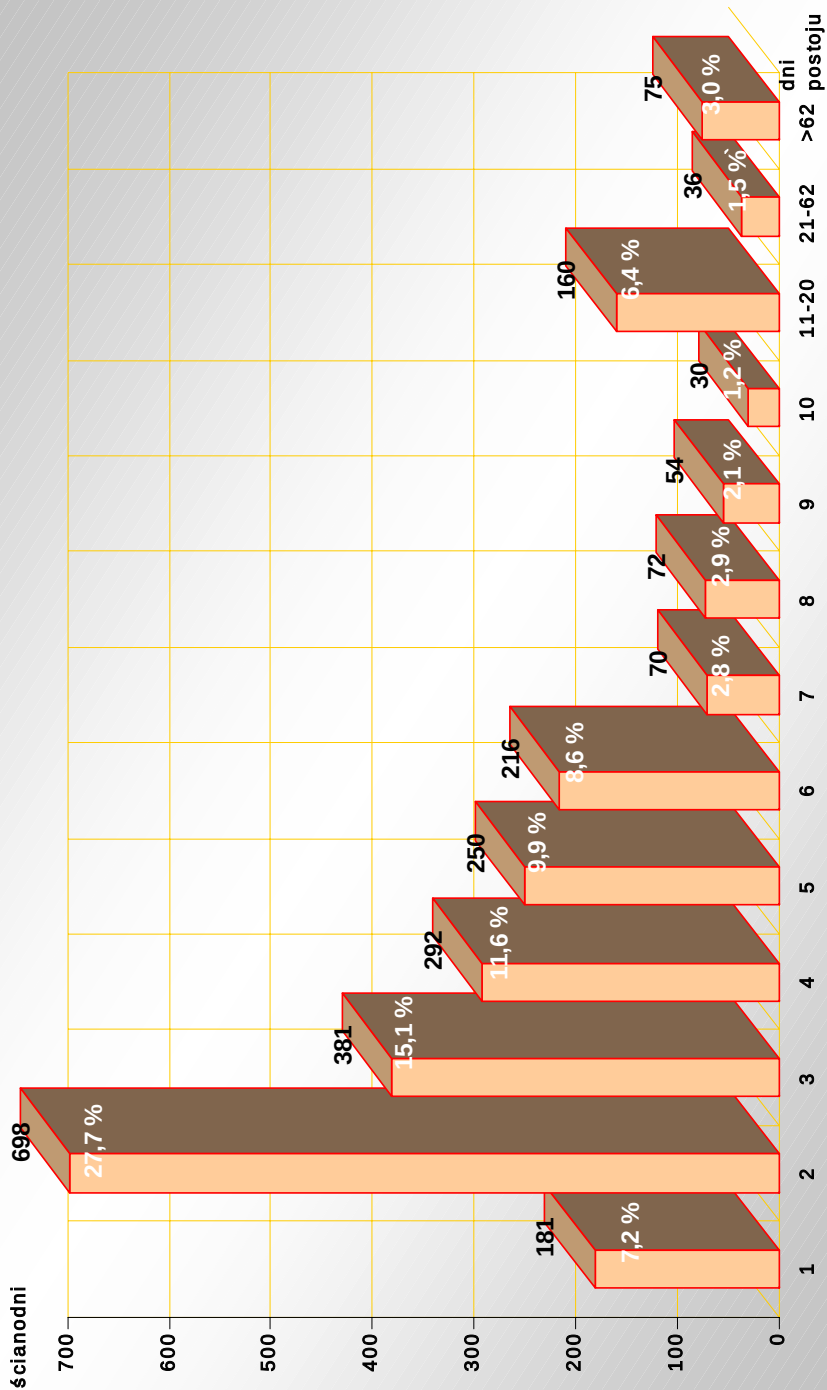


Rys. 7.11. Zużycie MW do strzałów profilaktycznych w ciągu doby i większej liczby dni postoj

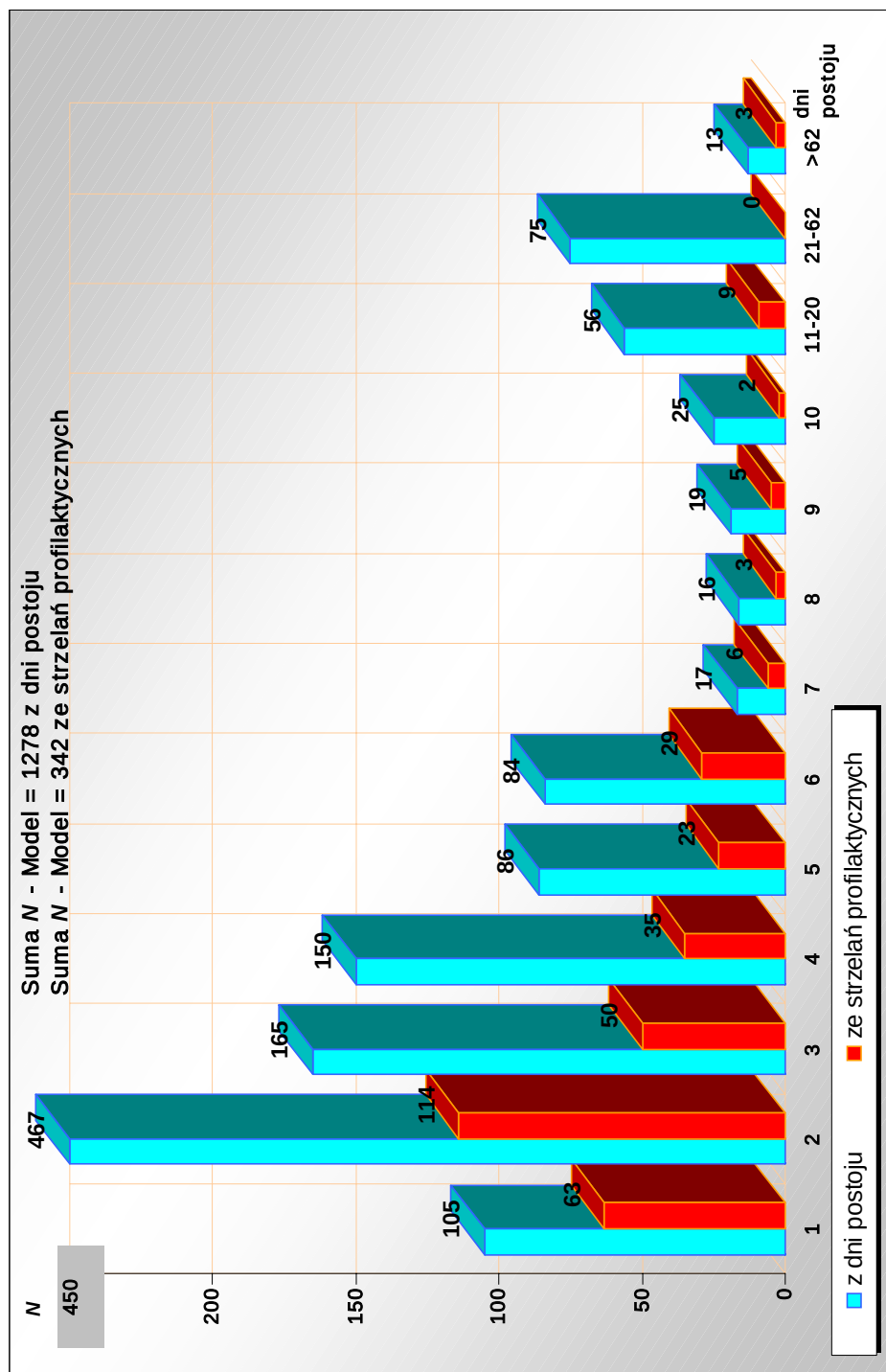
Tablica 7.27. Zestawienie aktywności i intensywności energii sejsmicznej w dniach postojowych wraz z charakterystyką strzelań profilaktycznych w modelu

Wyszczególnienie		Z dni postojowych ≥ doba						Ze strzelań profilaktycznych ≥ doba						MW kg	Liczba strzelań	Średnia ilość MW na 1 strze- lanie, kg
dni postoju	suma postojów ścianodni	ΣN	ΣE 10 ⁶ ·J	E _{max} J	WIS J/N 4 : 3	WES ₃ J/dzień 4 : 2	WAS ₃ N/dzień 3 : 2	ΣN	ΣE 10 ⁶ ·J	E _{max} J	WIS J/N 10 : 9	WES ₃ J/dzień 10 : 2	WAS ₃ N/dzień 9 : 2			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	181	105	0,418	2 · 5	3981	2309	0,58	63	0,294	8 · 4	4667	1624	0,35	3530	60	59
2	698	467	2,068	7 · 5	4428	2963	0,67	114	0,463	8 · 4	4061	663	0,16	8187	106	77
3	381	165	0,298	2 · 4	1806	782	0,43	50	0,19	1 · 4	3800	497	0,13	4007	56	72
4	292	150	0,361	3 · 4	2407	1236	0,51	35	0,099	7 · 3	2829	339	0,12	2844	31	92
5	250	86	0,188	8 · 4	2186	752	0,34	23	0,139	6 · 4	6043	556	0,09	1803	26	69
6	216	84	0,152	5 · 4	1809	704	0,39	29	0,117	4 · 4	4034	542	0,13	1655	24	69
7	70	17	0,024	2 · 4	1412	343	0,24	6	0,042	3 · 4	7000	600	0,08	470	5	94
8	72	16	0,111	3 · 4	6938	1542	0,22	3	0,01	4 · 3	3333	139	0,04	230	3	77
9	54	19	0,034	5 · 3	1789	630	0,35	5	0,01	4 · 3	2000	185	0,09	319	7	46
10	30	25	2,078	2 · 6	83120	69267	0,83	2	0,011	1 · 4	5500	367	0,07	120	1	120
11–20	160	56	0,137	5 · 4	2446	856	0,35	9	0,112	9 · 4	12444	700	0,06	734	12	61
21–62	36	75	0,357	7 · 4	4760	9917	2,08	-	-	-	-	-	-	-	-	-
≥62	75	13	0,004	2 · 3	308	53	0,17	3	0,014	8 · 3	4667	187	0,04	787	3	262
Razem	2515	1278	6,23	2 · 6	4875	2477	0,51	342	1,501	9 · 4	4389	597	0,14	24686	334	74

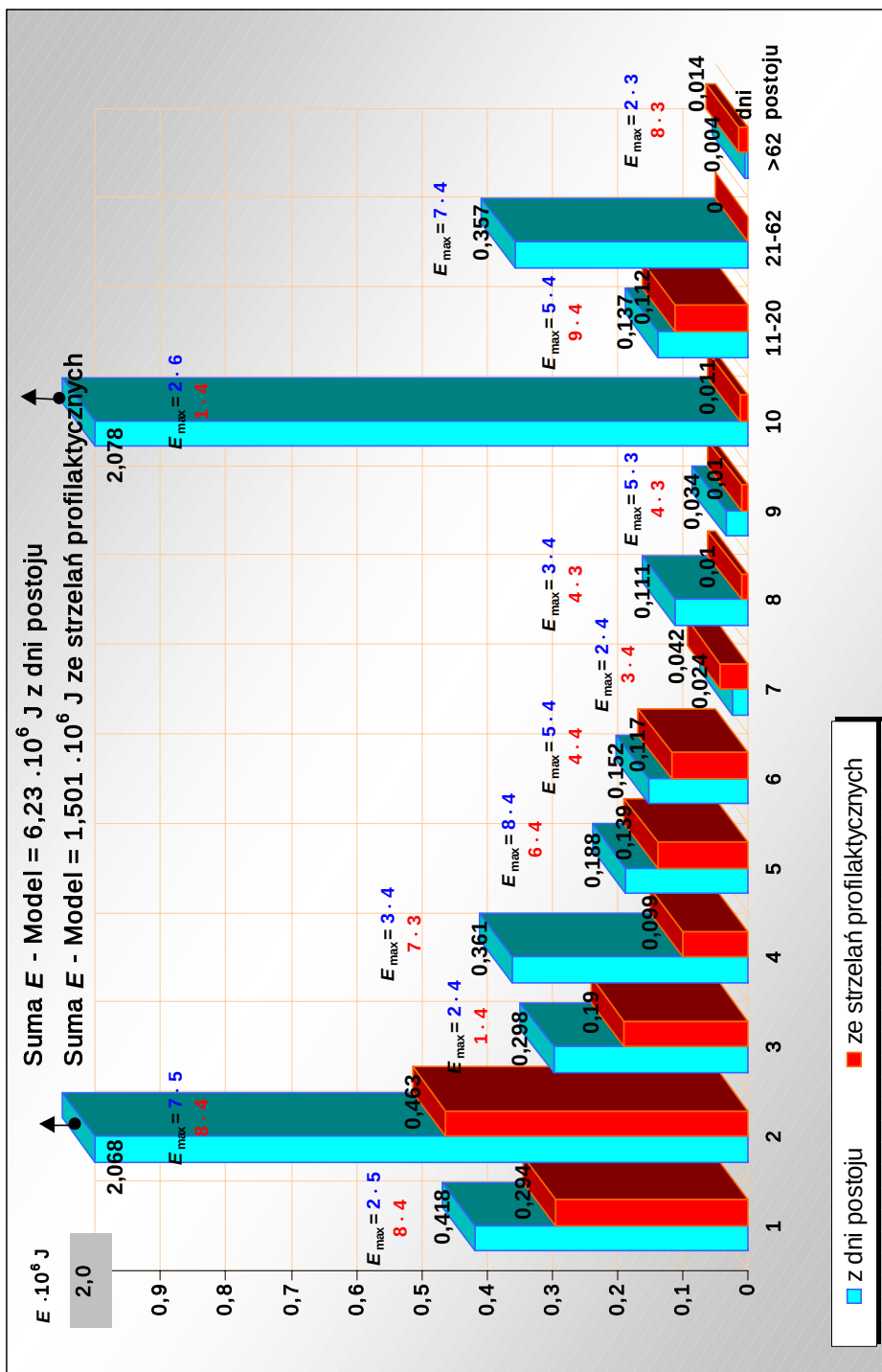
Suma postojów - Model = 2515 [ścianodni]



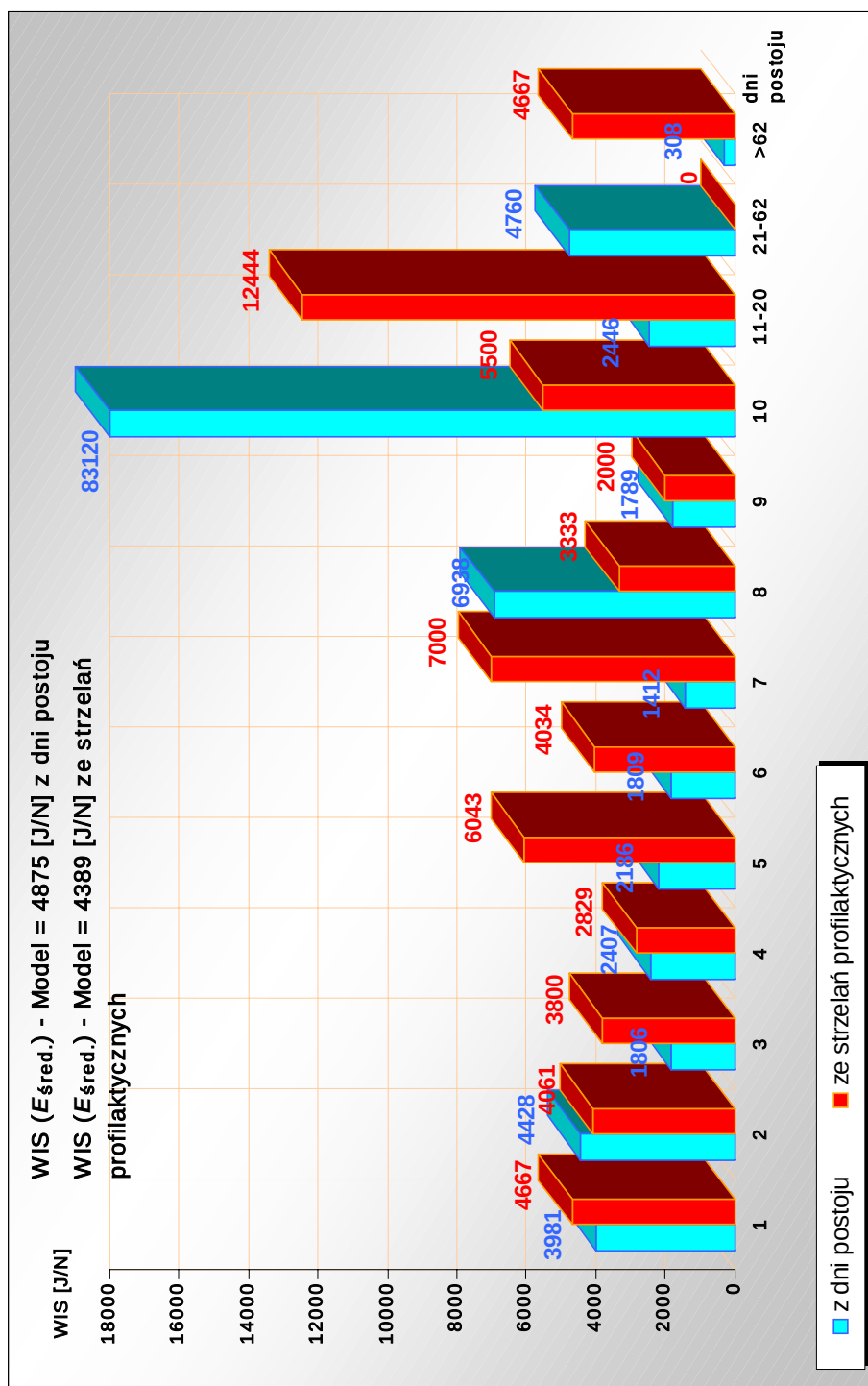
Rys. 7.12. Suma postojów jednodobowych i w większą liczbę dni oraz ich procentowy udział w sumie postojów we wszystkich ścianach modelu



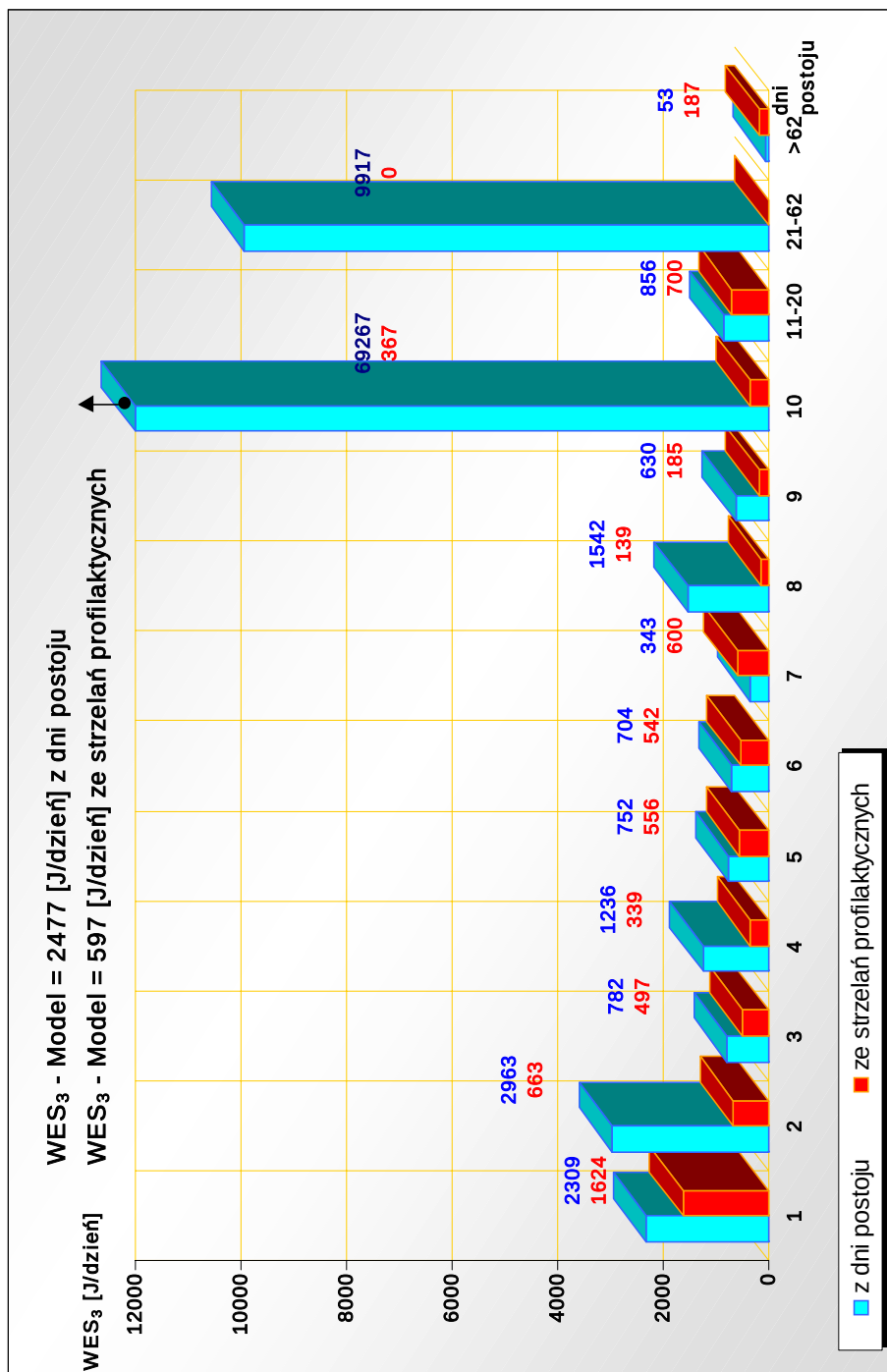
Rys. 7.13. Aktywność sejsmiczna N w dniach postoju i strzelań profilaktycznych w ciągu doby i w większej liczbie dni postoju



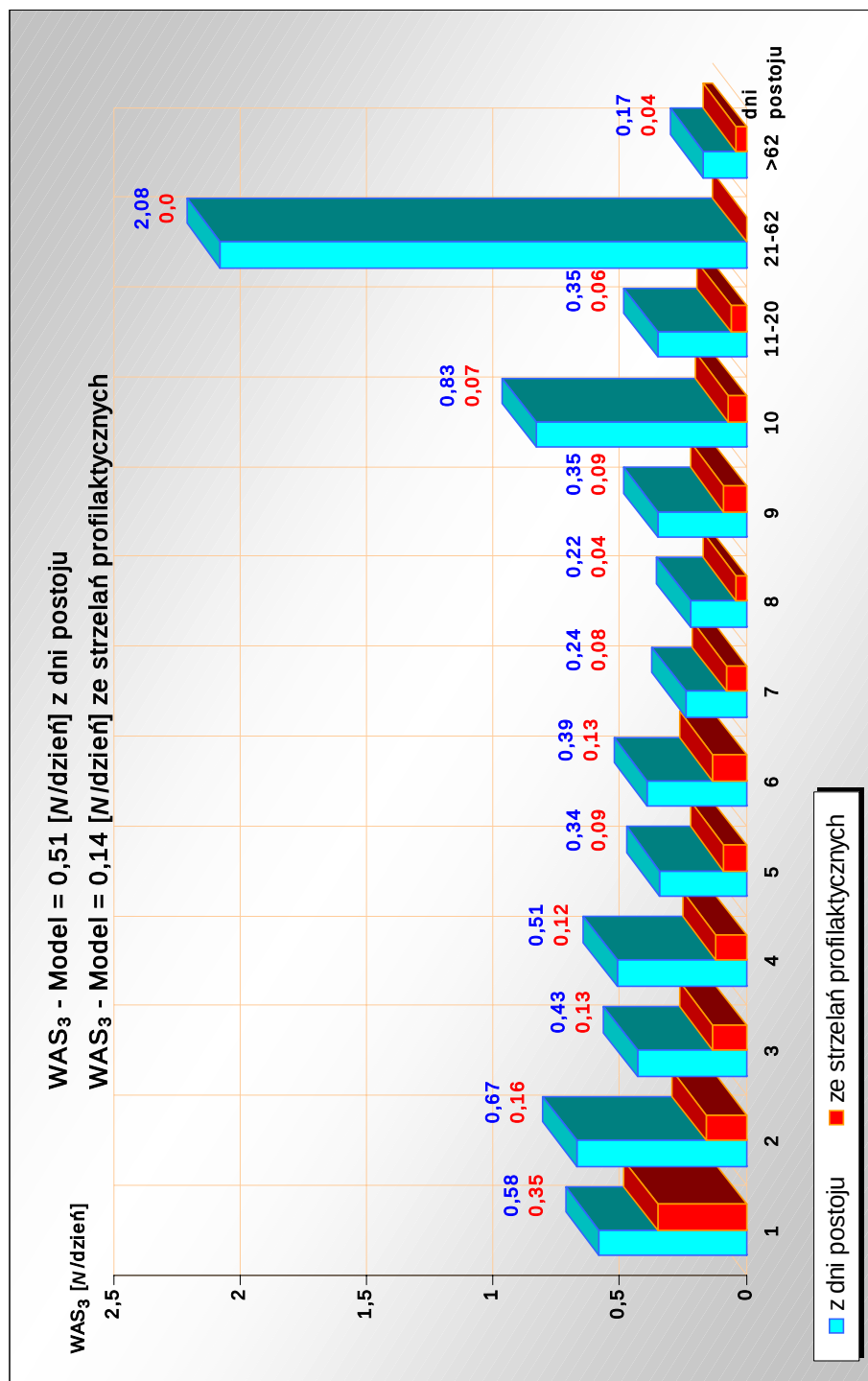
Rys. 7.14. Wielkość wyemitowanej energii sejsmicznej E w dniach postoju i strzelań profilaktycznych w ciągu doby i większej liczby dni postoju



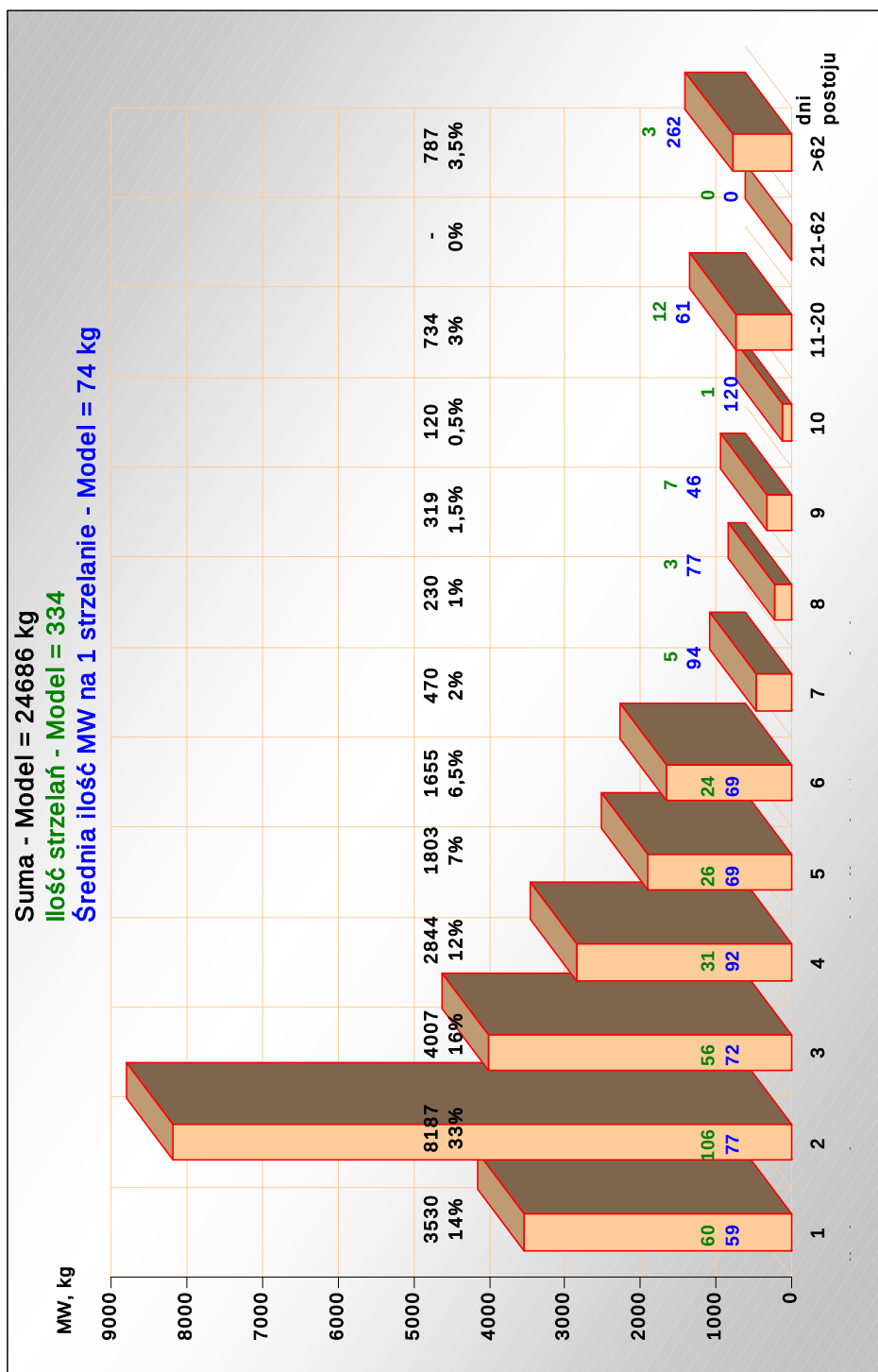
Rys. 7.15. Wskaźnik intensywności sejsmicznej – średnia wielkość wstrząsu $WIS (E_{\text{śred.}})$ w dniach postoju i strzelań profilaktycznych w ciągu doby i w większej liczbie dni postoju



Rys. 7.16. Wskaźnik energii sejsmicznej – średnia wielkość energii sejsmicznej wyemitowana na dobę w dniach postoju i strzelań profilaktycznych w ciągu doby i większej liczby dni postoju



Rys. 7.17. Wskaźnik aktywności sejsmicznej – średnia liczba wstrząsów na dobę w dniach postoju i strzelań profilaktycznych w ciągu doby i w większej liczbie dni postoju



Rys. 7.18. Zużycie MW do strzelań profilaktycznych w ciągu doby i większej liczby dni postoju

7.3. Wpływ nawadniania na aktywność i intensywność emisji energii sejsmicznej

W analizowanym modelu eksploatacji I warstwy pokładu 510 nawadnianie pokładu traktowane jako profilaktyka aktywna było stosowane jako metoda uzupełniająca do metod z wykorzystaniem materiału wybuchowego.

Stosowano nawadnianie wyprzedzające (otworami długości 50–100 m i średnicy 48 mm) z chodników przyścianowych, uwzględniając prędkość postępu frontu ścianowego. Niestety nie na wszystkich odcinkach pól eksploatacyjnych udawało się, przez kolejne zatłaczanie wody w caliznę, zniwelować proces osuszania pokładu. W przypadku lokalizacji otworów do nawadniania poza strefą (której długość w modelu wynosiła 40–180 m) szczególnego zagrożenia tapaniami, ze względów bezpieczeństwa i przy wolnym postępie ścian (10–50 m/miesiąc, średnio dla całego badanego obszaru około 23 m/miesiąc) były odcinki pola, gdzie okres (max. 3 miesiące) między kolejnymi zatłaczaniami wody w caliznę był przekroczony. Nawadnianie pokładu w większości przypadków było wykonane zgodnie z instrukcją [33]. Nie mniej jednak ze względów techniczno-organizacyjnych na pewnych odcinkach pól ścianowych zalecenia zawarte w instrukcji nie zostały zrealizowane (między innymi nie wykonywano nawadniania z frontu ścianowego). Stąd nie była możliwa pełna analiza efektywności tej metody profilaktycznej. Ograniczono się jedynie do analizy aktywności i intensywności emisji energii sejsmicznej w czasie samego tłoczenia wody w caliznę pokładu. Stanowiło to próbę odpowiedzi na pytanie, czy w czasie samego procesu zatłaczania wody do calizny pokładu węgla w ścianach objętych badanym modelem eksploatacji następował wzrost, czy też spadek aktywności i emisji energii sejsmicznej.

Dane z prowadzonych rejestracji sejsmiczności oraz uzyskane z analizy ujęto w tablicy zbiorczej 7.28.

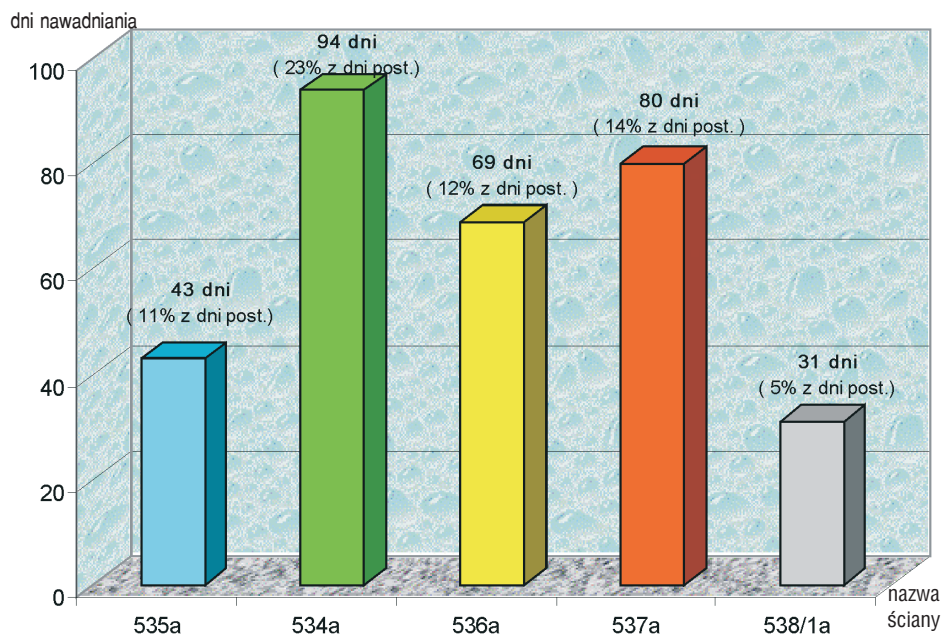
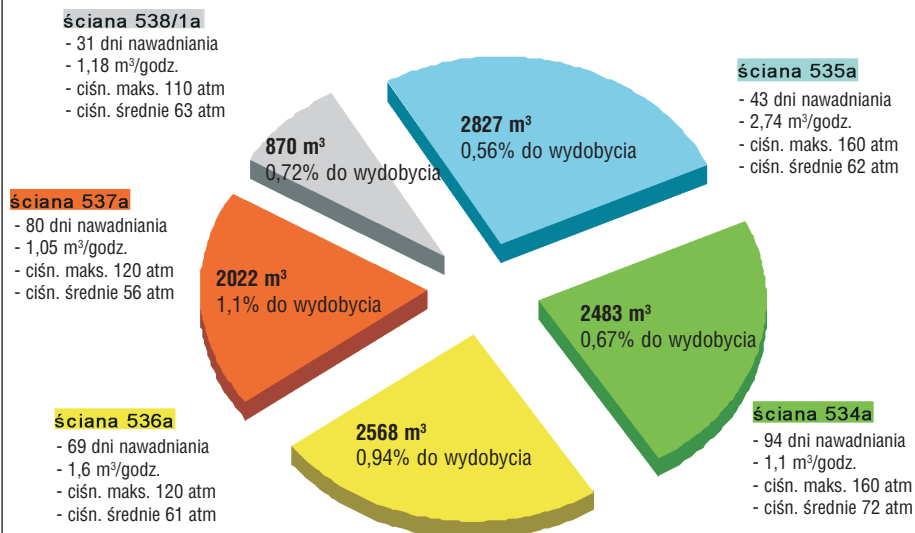
Dla każdej ściany i całego modelu eksploatacji podano: liczbę dni roboczych i postoju, aktywność i intensywność emisji energii sejsmicznej w dni postojowe. Ponadto w tych dniach wydzielono okresy, w których wtłaczano wodę i podano, jak kształtowała się wówczas aktywność i intensywność emisji energii sejsmicznej. Dla obydwu przypadków odnotowano wartości maksymalnej wyzwolonej energii sejsmicznej $E_{\max}$. Podano również inne parametry techniczne charakteryzujące proces nawadniania, a mianowicie: ilość wtłoczonej wody, średnią wydajność tłoczenia wody, średnie ciśnienie wody, wielkość wydobycia węgla i procent wtłoczonej wody w stosunku do wydobycia. Rozkład powyższych wartości wraz z podaniem wartości maksymalnego ciśnienia przedstawiono również na rysunku 7.19.

Na podstawie danych zawartych w tablicy 7.28 stwierdzono znaczny spadek zarówno aktywności, jak i intensywności emisji energii sejsmicznej w czasie procesu wtłaczania wody w caliznę węglową. Także wartości maksymalnej energii sejsmicznej wstrząsów zaistniałych w czasie postoju ścian w okresach bez nawadniania i z nawadnianiem wyraźnie różniły się, a mianowicie były mniejsze w czasie postoju ścian i wtłaczania wody. Należy podkreślić, że powyższa prawidłowość dotyczyła każdej ze ścian modelu.

Tablica 7.28. Zestawienie aktywności i intensywności emisji energii sejsmicznej w ścianach modelu i modelu z dni postoju, w tym z nawadniania (parametry nawadniania)

Wyszczególnienie		Z dni postojowych				W tym z nawadniania				Ilość włocz. wody m ³	Średnia ilość włocz. wody m ³ /godz.	Średnie ciśnienie wody atm.	Wydoby- cie m ³	% włocz. wody w stos. do wydob.
ściana dni	roboczo- dni	dni postoju	ΣN	ΣE 10 ⁶ ·J	$E_{\max}$	nawadnianie godz. dni	ΣN	ΣE 10 ⁶ ·J	$E_{\max}$					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
535a 1035	658	377	443	1,85	7 · 4	1031 43	4	0,005	3 · 3	2827	2,74	62	500735	0,56
534a 1006	595	411	186	0,38	9 · 4	2262 94	-	-	-	2483	1,1	72	367752	0,67
536a 1065	492	573	280	2,75	2 · 6	1650 69	1	0,009	9 · 3	2568	1,6	61	272398	0,94
537a 912	340	572	238	1,00	2 · 5	1915 80	2	0,002	1 · 3	2022	1,05	56	181923	1,1
538/1a 883	301	582	131	0,25	2 · 4	738 31	1	0,0008	8 · 2	870	1,18	63	120496	0,72
Model 1461	2386	2515	1278	6,23	2 · 6	7596 317	8	~0,017	9 · 3	10770	1,42	63	1443304	0,75

Model eksploatacji - 10770 m³, tj. 0,75% do wydobycia, średn. ciśn. 63 atm,
317 dni nawadniania (12,6% z dni postoju)



Rys. 7.19. Dane charakterystyczne nawadniania ścian modelu eksploatacji

W tablicy 7.29 przedstawiono wyniki porównania parametrów charakteryzujących sejsmiczność górotworu w okresie nawadniania i w okresie postoju, kiedy nawadniania nie prowadzono. Parametrami opisującymi sejsmiczność była aktywność (liczba wstrząsów N) i intensywność sejsmiczna (energia sejsmiczna wstrząsów E). Porównanie to wyrażono w postaci krotności spadku parametrów oraz z uwzględnieniem różnic w czasie postoju ścian bez nawadniania i z nawadnianiem (tzw. wartości znormalizowane).

Tablica 7.29. Aktywność i intensywność emisji energii sejsmicznej w poszczególnych ścianach i całym modelu w czasie bez nawadniania i w czasie tłoczenia wody

Ściana	Czas postoju dni		Krotność spadku aktywności sejsmicznej N z okresu nawadniania w stosunku do okresu bez nawadniania		Krotność spadku emisji energii sejsmicznej E z okresu nawadniania w stosunku do okresu bez nawadniania	
	bez nawadniania	z nawadnianiem	rzeczywista	znormalizowana	rzeczywista	znormalizowana
535a	334	43	110	14	369	47
534a	317	94	w ścianie 534a w okresie 94 dni nawadniania ani razu nie wystąpił wstrząs górotworu o energii sejsmicznej $\geq 10^2$ J			
536a	504	69	279	38	305	42
537a	492	80	118	19	499	81
538/1a	551	31	130	7	312	18
Model	2198	317	159	23	365	53

7.4. Analiza aktywności i intensywności emisji energii sejsmicznej pod kątem efektywności prowadzonej profilaktyki aktywnej

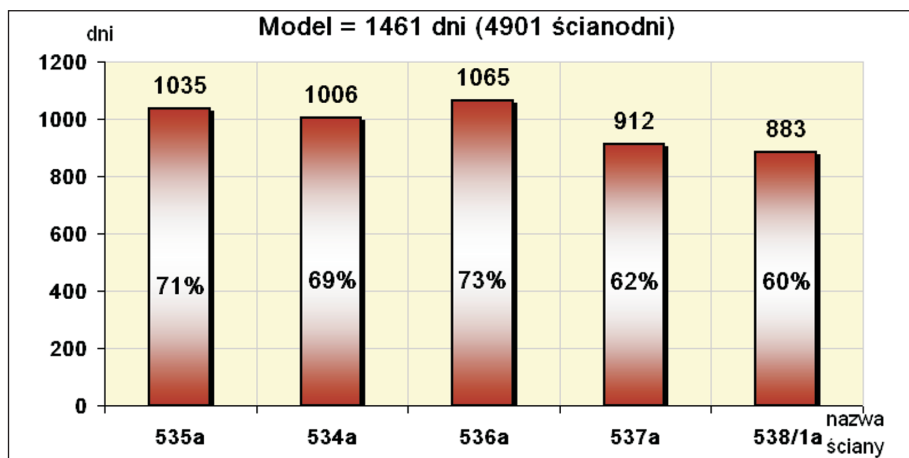
W celu przeprowadzenia analizy, w tablicy 7.30 zestawiono obliczone wartości sejsmiczności górotworu oraz dane charakteryzujące prowadzoną eksploatację wraz z parametrami stosowanej profilaktyki aktywnej. Wyniki analizy przedstawiono również na rysunkach 7.20–7.35. Poszczególne wykresy pokazują procentowe udziały dla takich wielkości, jak: czas eksploatacji, aktywność sejsmiczna, wyemitowana energia sejsmiczna, powierzchnia odsłoniętego stropu, wydobywanie, zużycie materiału wybuchowego, ilość wtłoczonej wody, wskaźnik profilaktyki z zastosowaniem materiału wybuchowego (WP_{MW}) oraz wskaźnik profilaktyki z zastosowaniem nawadniania (WP_w).

Tablica 7.30. Zestawienie aktywności i intensywności energii sejsmicznej ścian modelu i modelu wraz z podaniem charakterystycznych parametrów i wskaźników

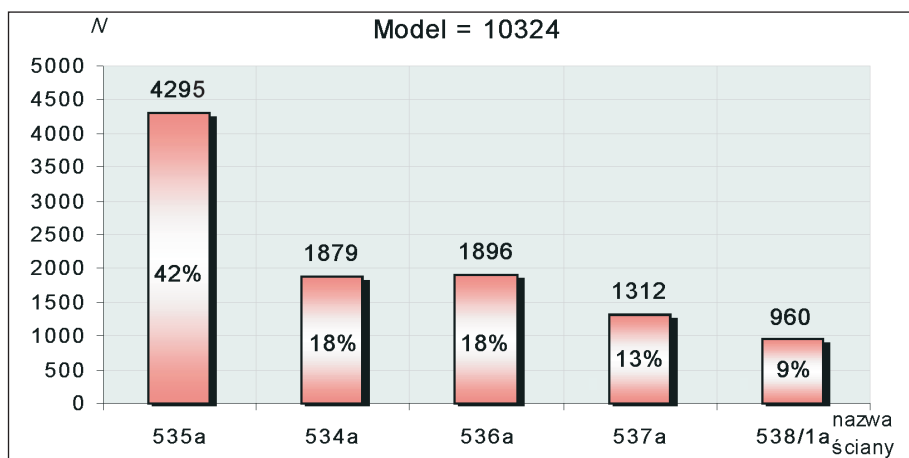
Ściany dni	ściano-dni	ΣN	ΣE $10^6 J$	E_{max}	Data godz. E_{max}	Pow. odsł. stropu m^2	Wydoby-cie m^3	Ilość zużytego MW kg	Ilość wtłocz. wody m^3	WAS_1 $N/m^3 \cdot 1000$ 3 : 8	WAS_2 $N/m^2 \cdot 1000$ 3 : 7	WAS_3 N/dni 3 : 1	WIS J/N 4 : 3	WES_1 J/m^3 4 : 8	WES_2 J/m^2 4 : 7	WES_3 J/dz 4 : 1	WP_{MW} kg/m^3 9 : 8	WP_w l/m^3 10 : 8
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
535a 1035	1035	4295	17,27	3 · 6	28.01.95 03:27	202727	500735	10949	2827	9	21	4	4021	34	85	16686	0,02	5,6
534a 1006	1006	1879	5,45	1 · 5 (2 razy)	13.09.95 02:21	150103	367752	7563	2483	5	13	2	2900	15	36	5417	0,02	6,7
536a 1065	1065	1896	6,29	2 · 6	25.02.96 15:00	112561	272398	8375	2568	7	17	2	3318	23	56	5906	0,03	9,4
537a 912	912	1312	4,22	2 · 5	23.08.97 08:02	76438	181923	19905	2022	7	17	1	3216	23	55	4627	0,11	11,0
538/1a 883	883	960	2,08	9 · 4	30.08.96 05:55	50628	120496	8133	870	8	19	1	2167	17	41	2356	0,07	7,2
Model 1461	4901	10342	35,31	3 · 6	28.01.95 03:27	592457	1443304	54925	10770	7	17	7	3414	24,5	59,6	24168	0,04	7,5

Objaśnienia:

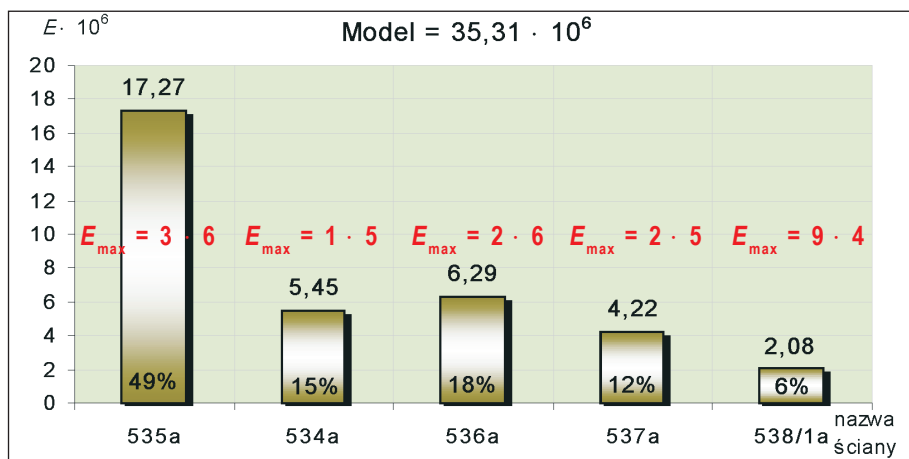
- WAS_1 - wskaźnik aktywności sejsmicznej (średnia liczba wstrząsów na 1 m³ wydobycia), $N/m^3 \cdot 1000$;
 WAS_2 - wskaźnik aktywności sejsmicznej (średnia liczba wstrząsów na 1 m² odsłoniętego stropu), $N/m^2 \cdot 1000$;
 WAS_3 - wskaźnik aktywności sejsmicznej (średnia liczba wstrząsów na dobę), $N/dzień$;
 $WIS = E_{\text{odsl.}}$ - wskaźnik intensywności energii sejsmicznej (średnia wielkość wstrząsu energii sejsmicznej), J/N ;
 WES_1 - wskaźnik energii sejsmicznej (średnia wielkość energii sejsmicznej wyemitowana na 1 m³ wydobycia), J/m^3 ;
 WES_2 - wskaźnik energii sejsmicznej (średnia wielkość energii sejsmicznej wyemitowana na 1 m² odsłoniętego stropu), J/m^2 (tzw. gęstość);
 WES_3 - wskaźnik energii sejsmicznej (średnia wielkość energii sejsmicznej wyemitowana na dobę), $J/dzień$;
 WP_{MW} - wskaźnik profilaktyki aktywnej za pomocą strzelań MW kg/m^3 wydobywania, kg/m^3 ;
 WP_w - wskaźnik profilaktyki aktywnej za pomocą nawadniania w litrach na m³ wydobywania, l/m^3 ;
- zapis [dni] oznacza żywotność ściany (modelu) od początku do zakończenia eksploatacji (analizy);
- zapis [ścianodni] dla ścian [ścianodni = dni], natomiast dla modelu stanowi sumę żywotności w dniach z poszczególnych ścian w okresie analizy.



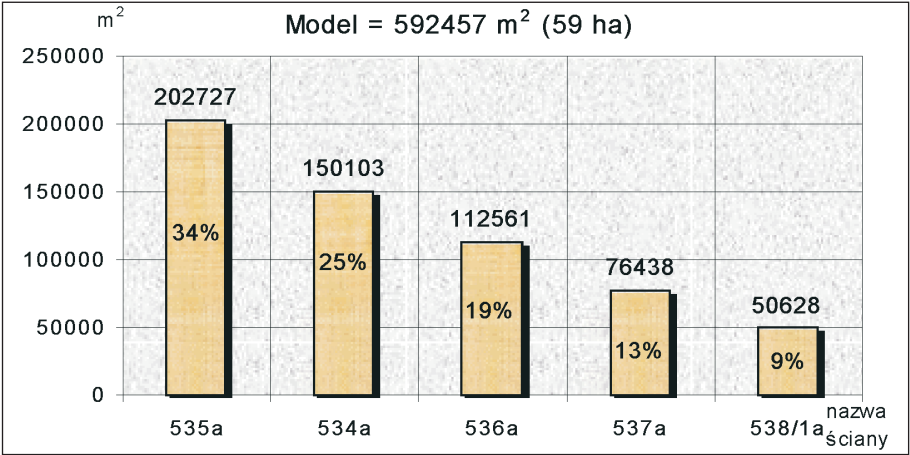
Rys. 7.20. Czas eksploatacji ścian w okresie analizy: 01.08.1994–31.07.1998



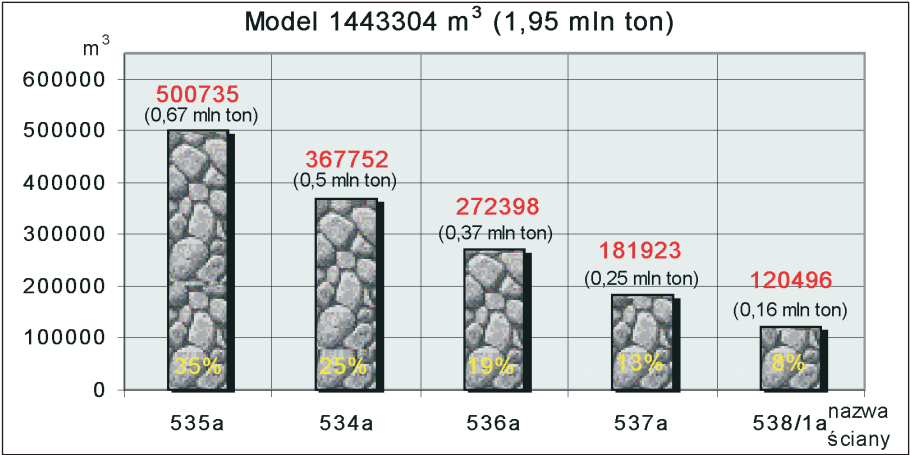
Rys. 7.21. Aktywność N w ścianach modelu w okresie analizy



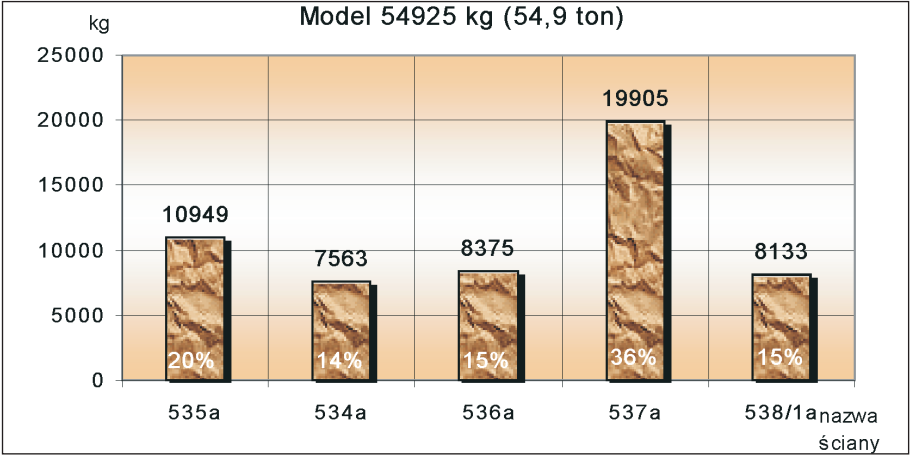
Rys. 7.22. Emisja energii sejsmicznej E ze ścian modelu w okresie analizy



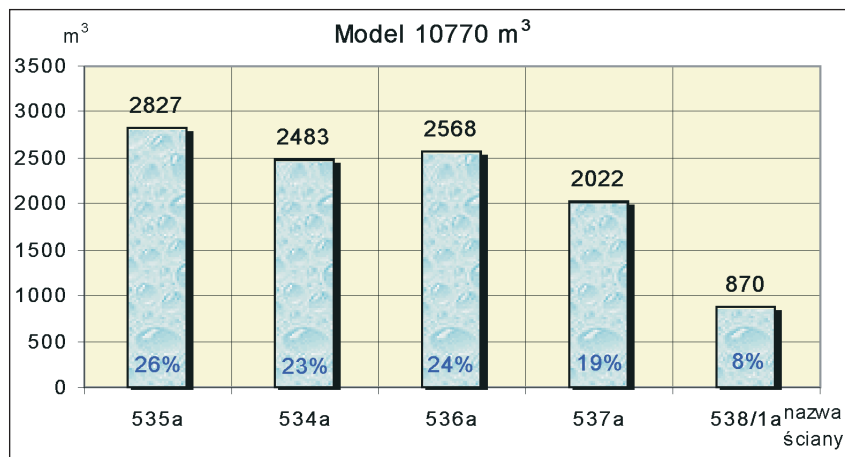
Rys. 7.23. Powierzchnia odsłoniętego stropu w ścianach modelu w okresie analizy



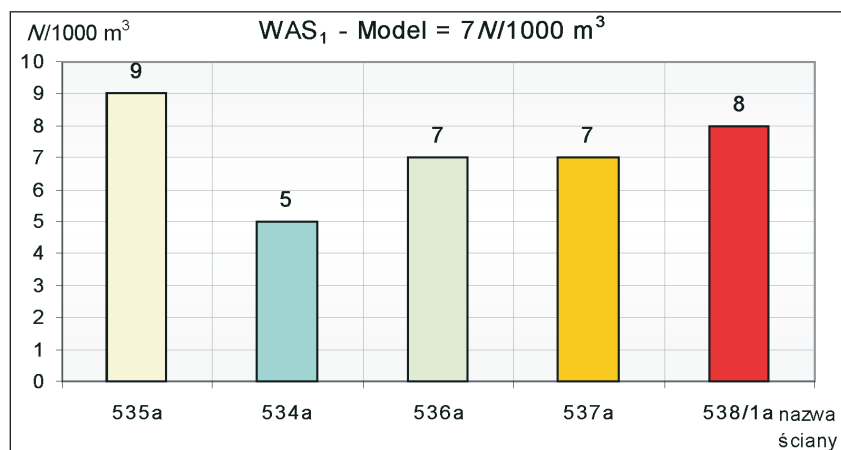
Rys. 7.24. Wydobywanie ze ścian modelu w okresie analizy



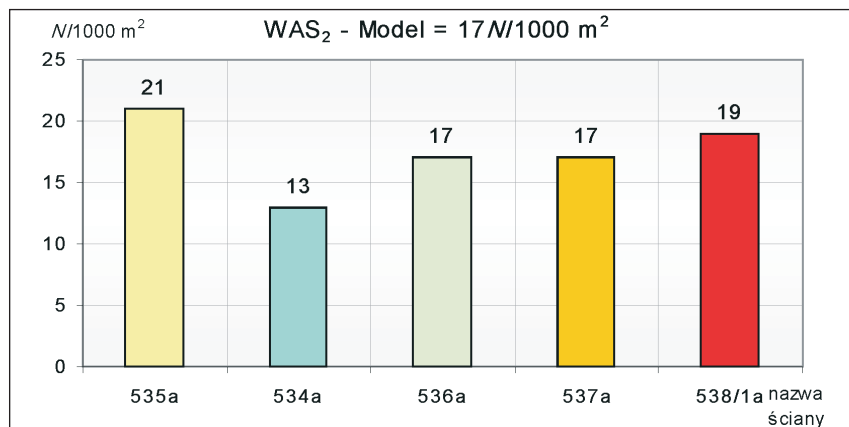
Rys. 7.25. Zużycie MW w ścianach modelu w okresie analizy



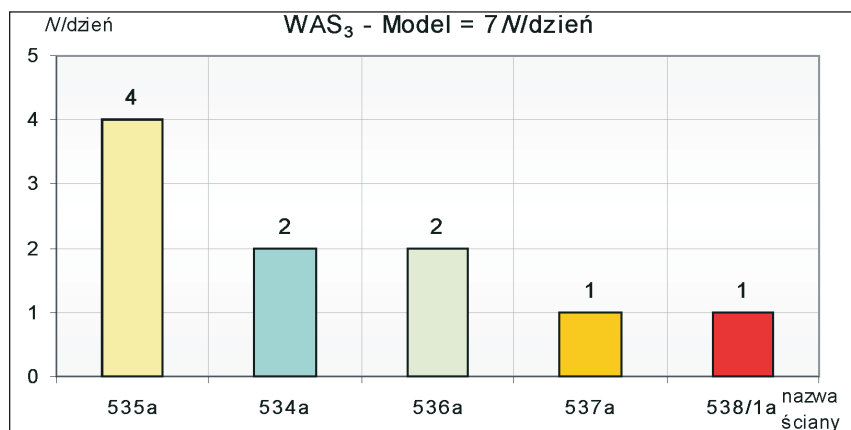
Rys. 7.26. Ilość wtłoczonej wody w caliznę ścian modelu w okresie analizy



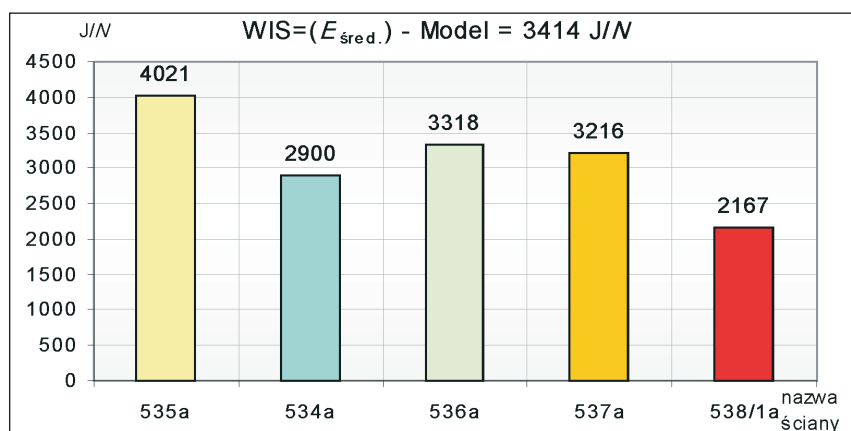
Rys. 7.27. WAS₁ – wskaźnik aktywności sejsmicznej – średnia liczba wstrząsów na 1000 m³ wydobywania w ścianach modelu w okresie analizy



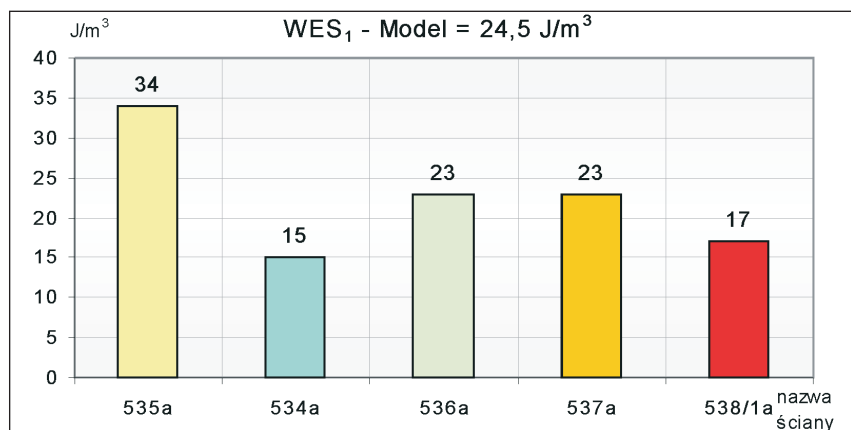
Rys. 7.28. WAS₂ – wskaźnik aktywności sejsmicznej – średnia liczba wstrząsów na 1000 m² odsłoniętego stropu w ścianach modelu w okresie analizy



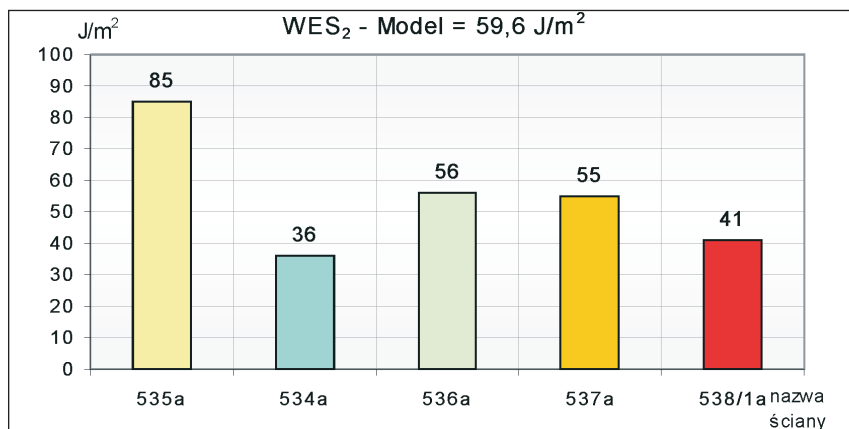
Rys. 7.29. WAS₃ – wskaźnik aktywności sejsmicznej – średnia liczba wstrząsów na dobę w ścianach modelu w okresie analizy



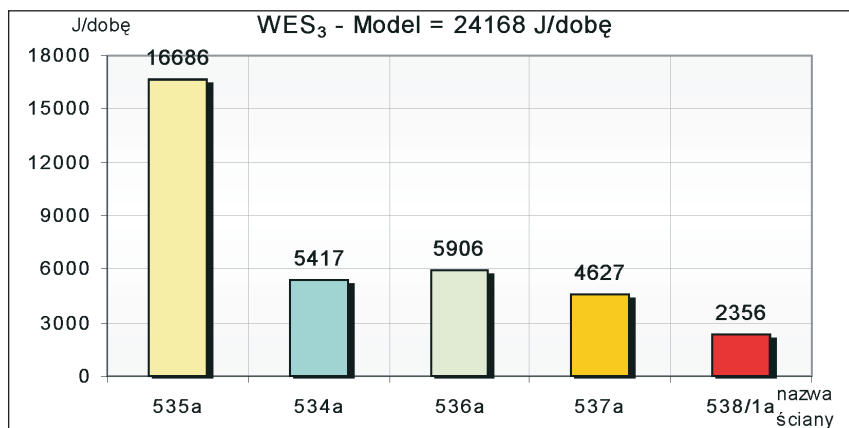
Rys. 7.30. WIS = $E_{\text{śred.}}$ – wskaźnik intensywności energii sejsmicznej – średnia wielkość wstrząsu energii sejsmicznej w ścianach modelu w okresie analizy



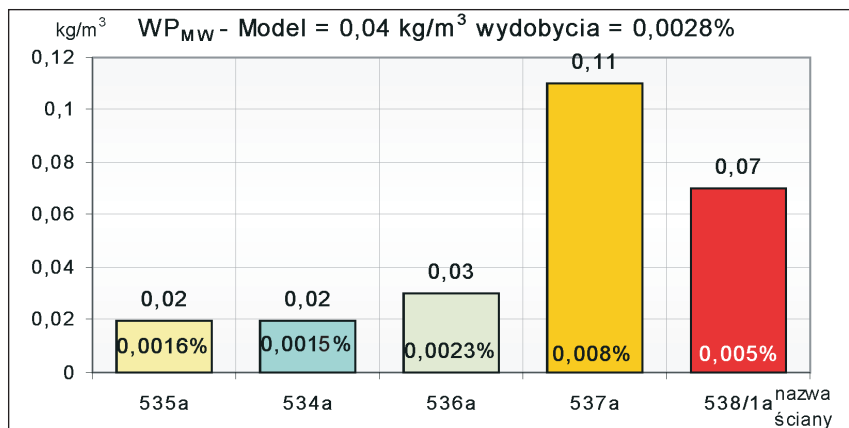
Rys. 7.31. WES₁ – wskaźnik energii sejsmicznej – średnia wielkość energii sejsmicznej wyemitowana na m³ wydobywania w ścianach modelu w okresie analizy



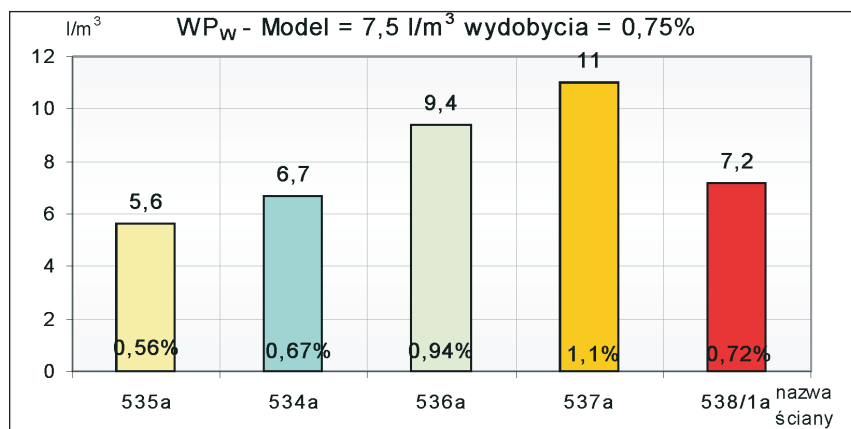
Rys. 7.32. WES₂ – wskaźnik energii sejsmicznej – średnia wielkość energii sejsmicznej wyemitowana na m² odsłoniętego stropu w ścianach modelu w okresie analizy



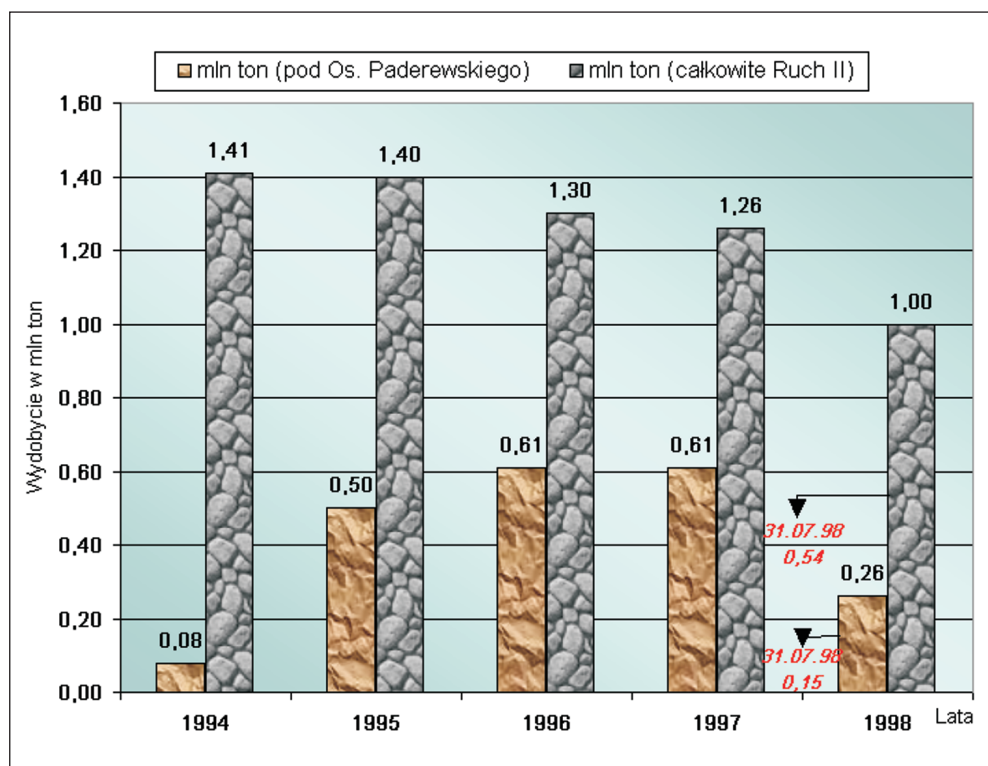
Rys. 7.33. WES₃ – wskaźnik energii sejsmicznej – średnia wielkość energii sejsmicznej wyemitowana na dobę w ścianach modelu w okresie analizy



Rys. 7.34. WP_{MW} – wskaźnik profilaktyki aktywnej za pomocą strzelań w ścianach modelu w okresie analizy



Rys. 7.35. WP_W – wskaźnik profilaktyki aktywnej za pomocą nawadniania w ścianach modelu w okresie analizy



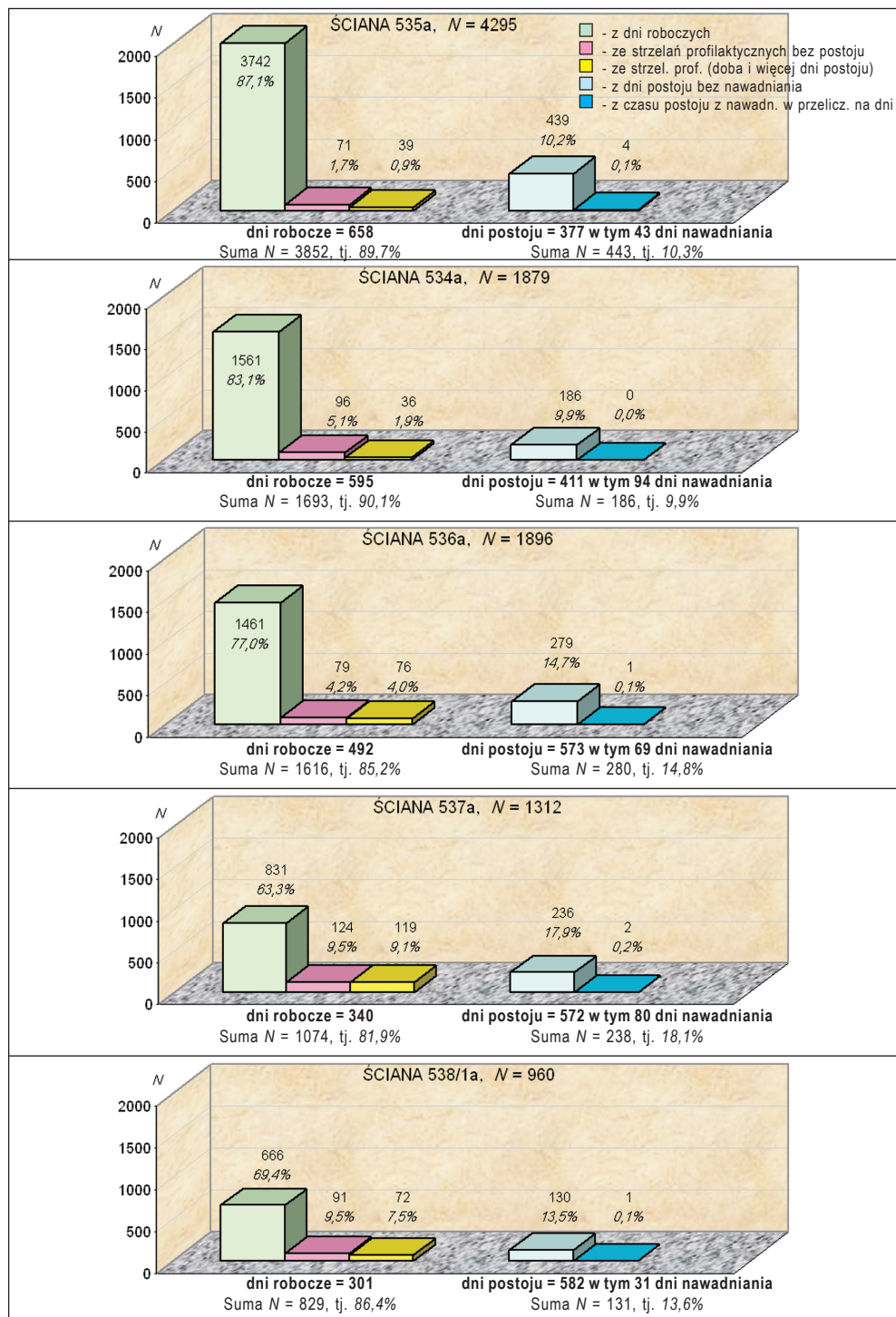
Rys. 7.36. Wydobywanie w czasie 1.08.1994–31.07.1998 z I warstwy pokładu 510 pod centralną częścią Osiedla Paderewskiego i całkowite w latach 1994–1998 przez KWK Katowice-Kleofas Ruch II (Katowice)

7.5. Aktywność sejsmiczna i intensywność emisji energii sejsmicznej w dniach roboczych i postoju z uwzględnieniem stosowanej profilaktyki aktywnej

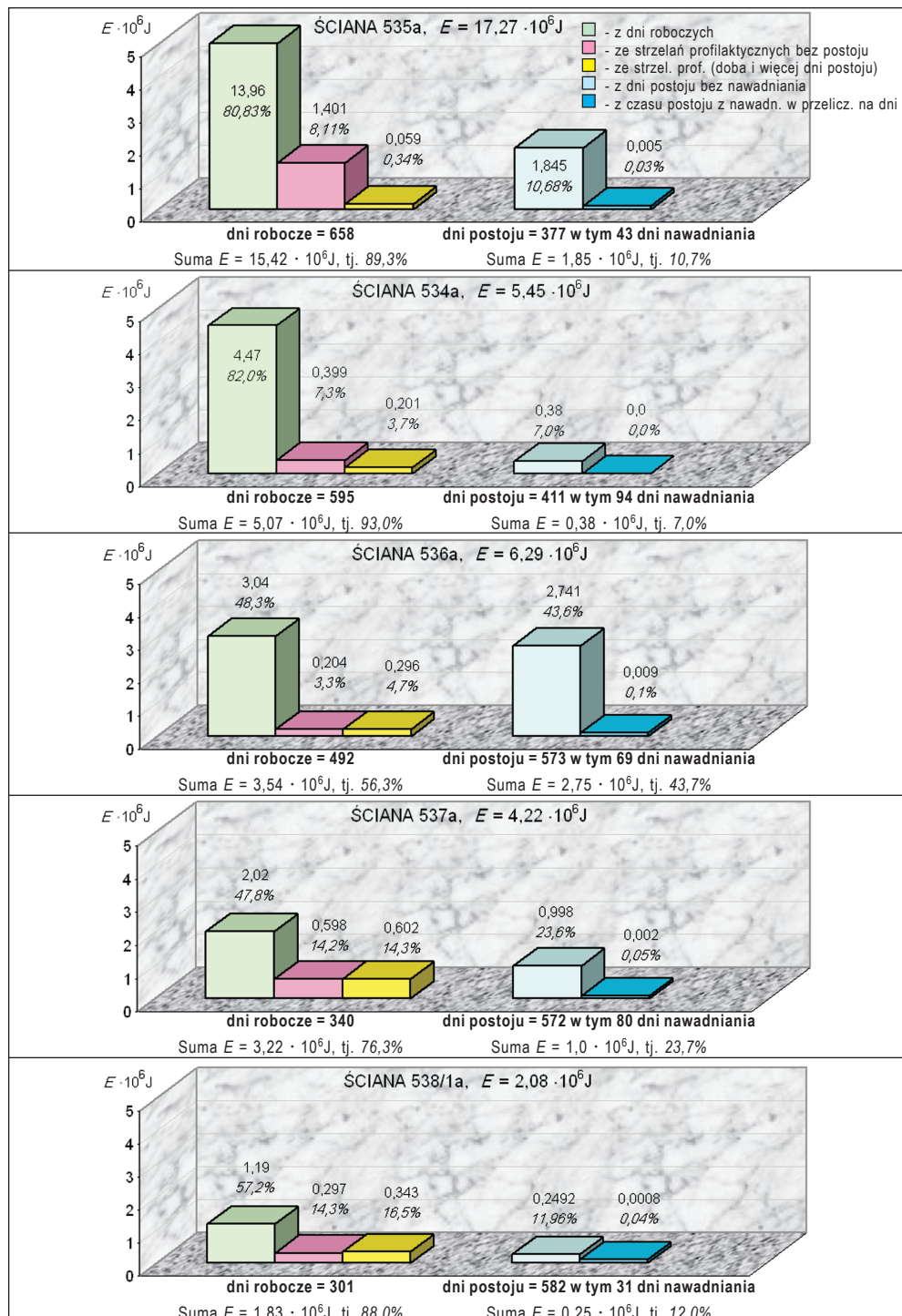
Przeprowadzona dotąd analiza kształtowania się aktywności i intensywności emisji energii sejsmicznej w kontekście przemieszczającego się frontu eksploatacyjnego oraz prowadzonej profilaktyki aktywnej (wyrażonej przez ilość zużytego w ramach profilaktyki materiału wybuchowego i ilości wtłoczonej wody z podaniem czasu tłoczenia) pozwala na określenie obrazu jej efektywności. Dla zbiorczego dokonania oceny tej efektywności oparto się na wybranych danych wynikowych przedstawionych w poprzednich częściach niniejszego rozdziału. W tym celu opracowana została tablica 7.31, a na jej podstawie rysunki 7.37–7.44 [66].

Tablica 7.31. Zestawienie wartości parametrów opisujących sejsmiczność górotworu w analizowanych ścianach z uwzględnieniem prowadzonej aktywnej profilaktyki tąpaniowej

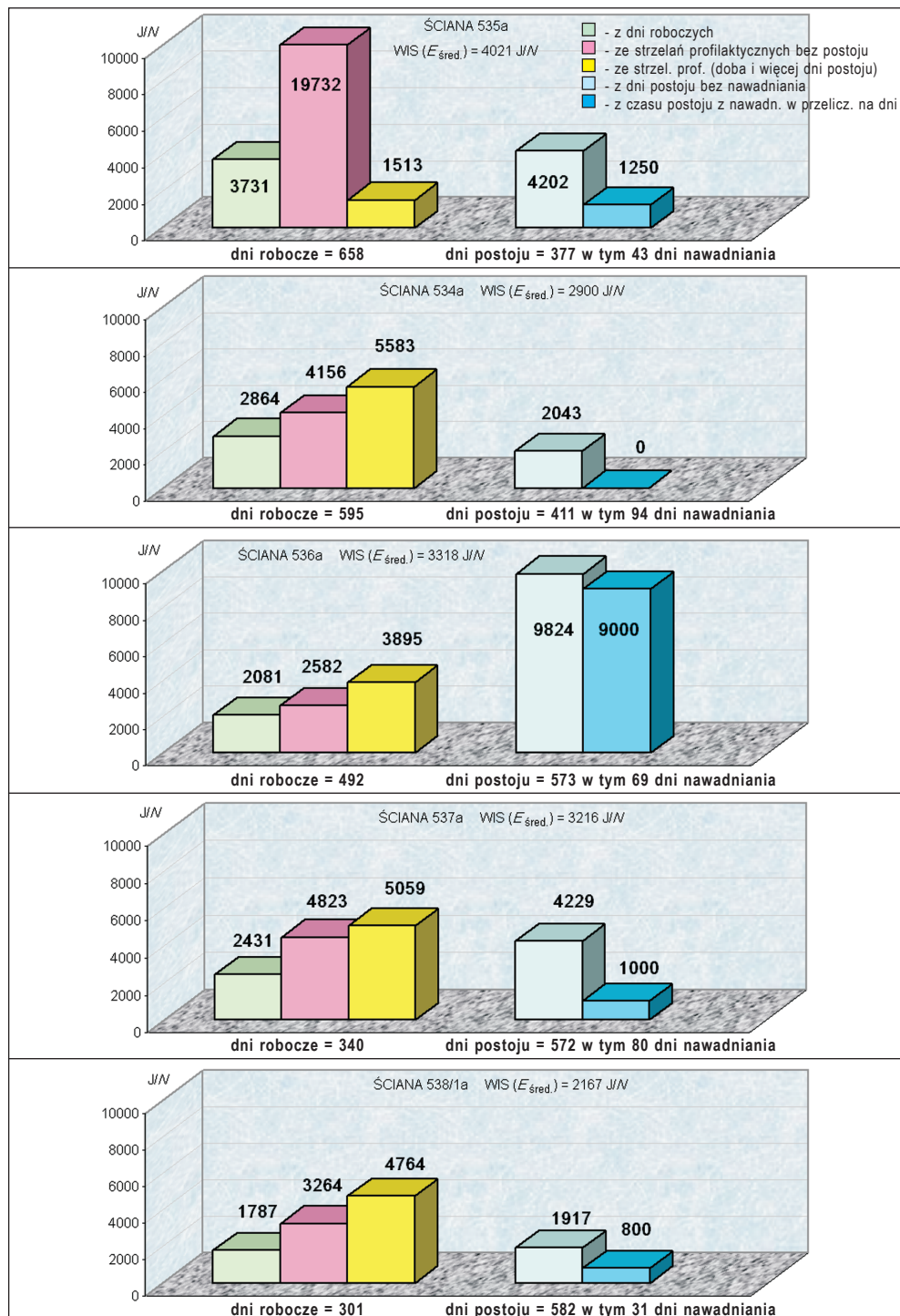
Ściana, liczba dni	Aktywność sejsmiczna (liczba zarejestrowanych wstrząsów) N = 10342					Intensywność emisji energii sejsmicznej (suma wyemitowanej energii sejsmicznej) E = 35,31 · 10 ⁶ J				
	w dniach robo- czych	w dniach postojowych		ze strzelań profilaktycznych		w dniach robo- czych	w dniach postojowych		ze strzelań profilaktycznych	
		bez nawad- niania	z nawad- niania	bez postoju	więcej niż doba postoju		bez nawad- niania	z nawad- niania	bez postoju	więcej niż doba postoju
535a - 1035	3742	439	4	71	39	13,96	1,845	0,005	1,401	0,059
534a - 1006	1561	186	-	96	36	4,47	0,38	-	0,399	0,201
536a - 1065	1461	279	1	79	76	3,04	2,741	0,009	0,204	0,296
537a - 912	831	236	2	124	119	2,02	0,998	0,002	0,598	0,602
538/1a - 883	666	130	1	91	72	1,19	0,2492	0,0008	0,297	0,343
Model - 1461	8261	1270	8	461	342	24,68	6,213	0,017	2,899	1,501
Ściana, liczba dni	Średnia wartość intensywności energii sejsmicznej wstrząsu WIS (E _{śred}), liczba/wstrząs, J/N					Całko- wita ilość zuży- tego MW kg	Stosun. zużycia MW do wydo- bycia %	Ilość MW zuży- t. w czasie postoju większe- go niż doba kg	Średnia ilość wtłoczo- nej wody m³/h	Stosunek wtłoczo- nej wody do wydo- bycia %
	w dniach robo- czych	z dni postojowych		ze strzelań profilaktycznych						
		bez nawad- niania	z nawad- niania	bez postoju	więcej niż doba postoju					
535a - 1035	3731	4202	1250	19732	1513	10949	0,0016	3078	2,74	0,56
534a - 1006	2864	2043	0	4156	5583	7563	0,0015	2015	1,1	0,67
536a - 1065	2081	9824	9000	2582	3895	8375	0,0023	4806	1,6	0,94
537a - 912	2431	4229	1000	4823	5059	19905	0,008	10740	1,06	1,1
538/1a - 883	1787	1917	800	3264	4764	8133	0,005	4047	1,18	0,72
Model - 1461	2988	4892	2125	6289	4389	54925	0,0028	24686	1,42	0,75



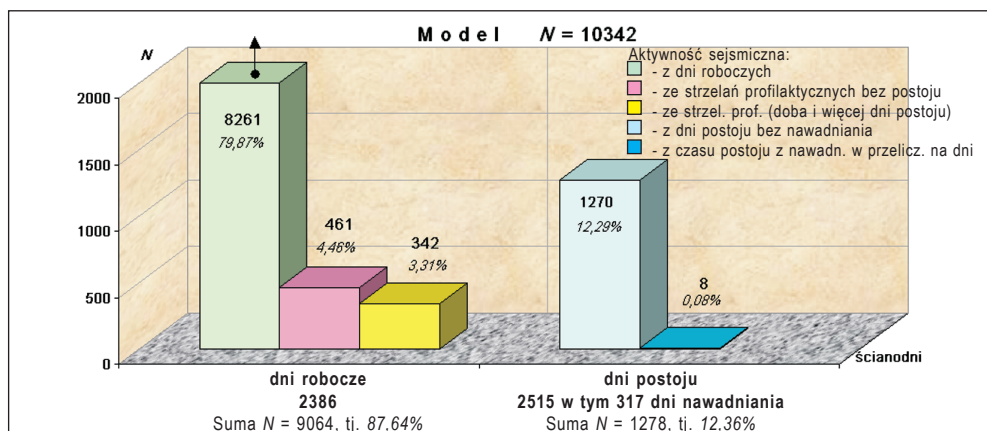
Rys. 7.37. Rzeczywiste i procentowe kształtowanie się aktywności sejsmicznej N w dniach roboczych i postoju z uwzględnieniem prowadzonej profilaktyki aktywnej w poszczególnych ścianach modelu



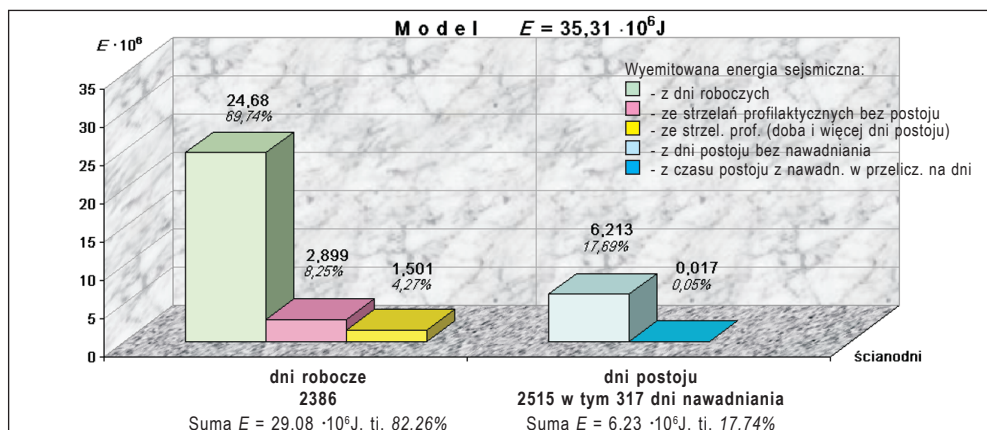
Rys. 7.38. Rzeczywiste i procentowe kształtowanie się wyemitowanej energii sejsmicznej E w dniach roboczych i postoju z uwzględnieniem prowadzonej profilaktyki aktywnej w poszczególnych ścianach modelu



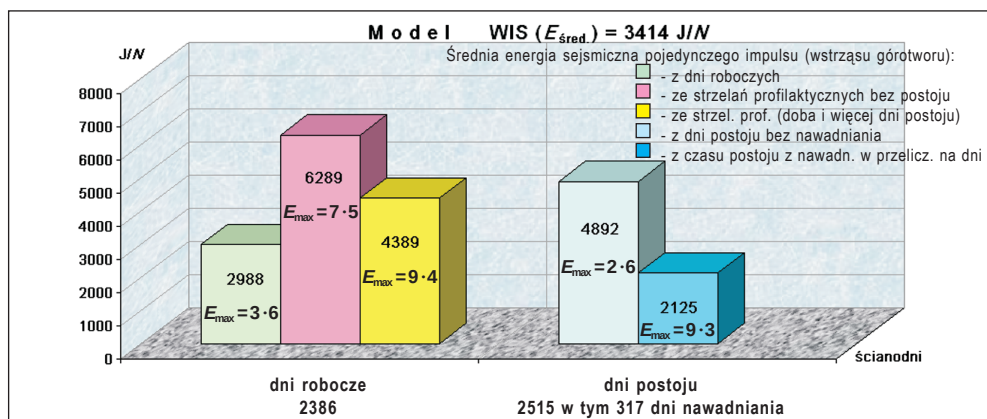
Rys. 7.39. Rzeczywiste kształtowanie się wskaźnika intensywności sejsmicznej $WIS (E_{\text{śred.}})$ w dniach roboczych i postu z uwzględnieniem prowadzonej profilaktyki aktywnej w poszczególnych ścianach modelu



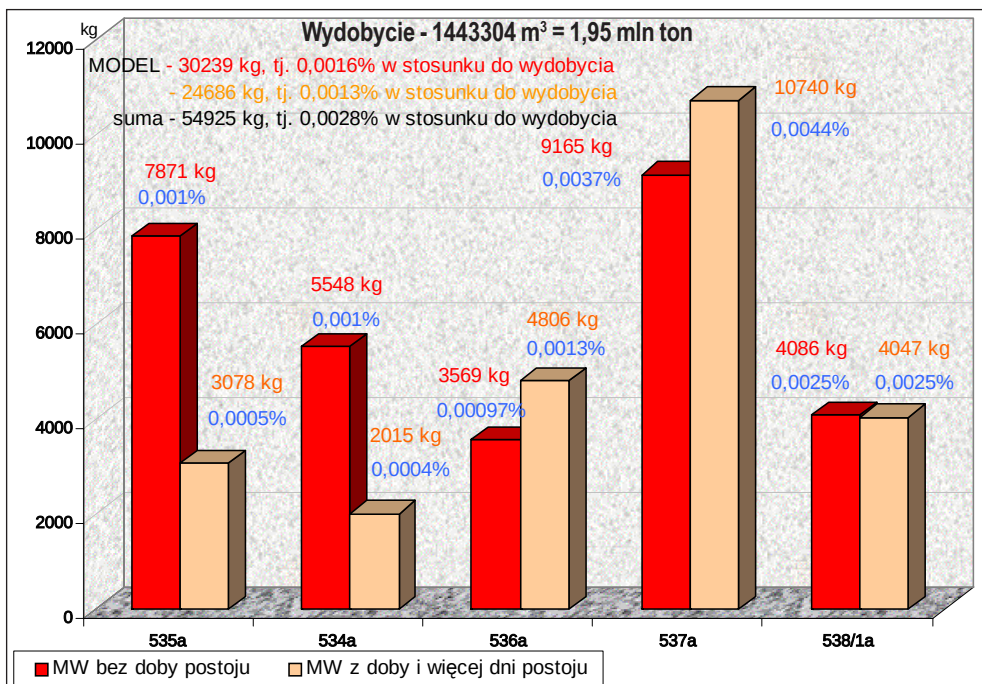
Rys. 7.40. Rzeczywiste i procentowe kształtowanie się aktywności sejsmicznej N w dniach roboczych i postoju z uwzględnieniem prowadzonej profilaktyki aktywnej w modelu



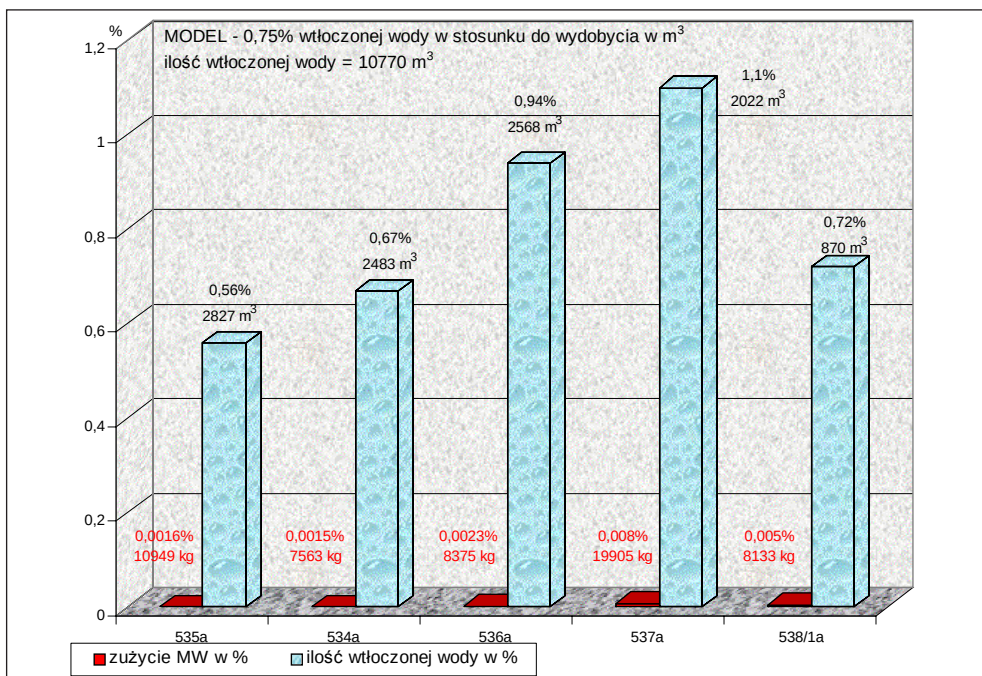
Rys. 7.41. Rzeczywiste i procentowe kształtowanie się wyemitowanej energii sejsmicznej E w dniach roboczych i postoju z uwzględnieniem prowadzonej profilaktyki aktywnej w modelu



Rys. 7.42. Rzeczywiste kształtowanie się wskaźnika intensywności energii sejsmicznej $WIS (E_{\text{śred.}})$ w dniach roboczych i postoju z uwzględnieniem prowadzonej profilaktyki aktywnej w modelu



Rys. 7.43. Rzeczywiste i procentowe zużycie MW do strzałów profilaktycznych całkowitych z rozdziałem na zużycie bez doby postoju oraz dobę i większą liczbę dni postoju w stosunku do wydobywania z danej ściany



Rys. 7.44. Procentowe i rzeczywiste zużycie MW do strzałów profilaktycznych całkowitych i wtłoczonej wody w stosunku do wydobywania z danej ściany

7.6. Ilość materiału wybuchowego konieczna do uzyskania skuteczności strzelań profilaktycznych

Na podstawie wyników uzyskanych podczas stosowania metod profilaktyki aktywnej prowadzonej z wykorzystaniem techniki strzelniczej rozpatrzono również problem określania ilości materiału wybuchowego, która powinna zapewnić pożądaną efektywność stosowania strzelań profilaktycznych (tabl. 7.32).

Tablica 7.32. Skuteczność strzelań profilaktycznych

Ściana	$E_{MW}=E_{\max}$ (OK) strzelanie uznane za skuteczne	$E_{MW} \leq E \leq E_{\max}$	$E_{\max}$ OP>40'	Brak wstrząsu po strzelaniu profilakt. w ciągu doby	Liczba strzelań	E_{MW}/MW J/kg _{MW}	Stosunek ilości zużytego MW do wielkości wydobycia %	Liczba cykli podsad- dzania w ścianach modelu
535a	38	13	46	4	101	133	0,0016	450
534a	67	6	51	4	128	79	0,0015	472
536a	58	28	37	0	123	60	0,0023	349
537a	177	12	85	0	274	60	0,008	327
538/1a	95	27	91	13	226	79	0,005	348
MODEL	435	86	310	21	852	80	0,0028	1946

W celu ustalenia wymaganej ilości materiału wybuchowego koniecznej do skutecznego wykonywania strzelań profilaktycznych wykonano następujące obliczenia

$$\frac{(2386 + 1946) : 2}{852} = \frac{2166}{852} = 2,54 \approx 3$$

gdzie:

2386 – liczba ścianodni roboczych w analizowanym modelu eksploatacji,

1946 – liczba wykonanych cykli podsadzkowych we wszystkich ścianach modelu,

852 – liczba wykonanych strzelań profilaktycznych.

Z powyższego wynika, że co około trzeci cykl podsadzkowy w modelu poprzedzony był strzelaniami profilaktycznymi. Średnia ilość zużytego materiału wybuchowego do strzelań profilaktycznych na zagrożonych tąpnięciami odcinkach w stosunku do wydobywania z tego obszaru wyniosła zatem

$$0,0028 \cdot 3 = 0,008\% \text{ uzyskanego wydobywania.}$$

Należy zauważyć, że największą ilość materiału wybuchowego (0,008% wydobywania) zużyto w ścianie „zamykającej” 537a i także w niej uzyskano najlepszą skuteczność wykonywanych strzelań profilaktycznych (w 177 przypadkach po strzelaniu wystąpił spowodowany wstrząs). Jednak w przypadku tej ściany stwierdzano największe różnice w ilości stosowanego materiału wybuchowego do strzelań profilaktycznych, co było zjawiskiem niekorzystnym. Ponieważ tylko 51% strzelań profilaktycznych zostało uznanych za skuteczne (oznaczenie „OK”), biorąc

pod uwagę lokalne uwarunkowania górniczo-geologiczne zawnioskowano, by na jeden cykl podsadzkowy w warunkach silnego zagrożenia tapaniami, ilość materiału wybuchowego w stosunku do wydobywania (Q) wyniosła

$$I_{\text{MW}} = \frac{0,008Q}{100} + (\text{od } +25\% \text{ do } -25\%), \text{ kg}$$

W przypadku niezrealizowania w dobie cyklu podsadzkowego należy powtórzyć strzelanie profilaktyczne (powinny decydować warunki stropowe), przy czym ilość materiału wybuchowego wylicza się z zależności

$$I_{\text{MW}} = \frac{0,008Q_1}{100} + (\text{od } +25\% \text{ do } -10\%), \text{ kg}$$

dla postępu ściany w granicach od 1 do 2,4 m (uzyskiwane wydobywanie oznaczono przez Q_1)

lub

$$I_{\text{MW}} = \frac{0,008Q_2}{100} + (\text{do } +50\%), \text{ kg}$$

dla postępu ściany w granicach od 0,5 do 1 m (uzyskiwane wydobywanie oznaczono przez Q_2).

7.7. Stwierdzenia i wnioski z analizy skuteczności aktywnych metod profilaktyki tapaniowej

Na podstawie przeprowadzonej analizy efektywności aktywnej profilaktyki tapaniowej w obszarze badań sformułowano następujące wnioski:

1. Przeprowadzona analiza skuteczności górniczych metod zwalczania tapani podczas eksploatacji pod miejską zabudową (centralna część Osiedla Paderewskiego) stanowi pozytywny przykład zastosowania profilaktyki długofalowej. Działania doraźne były dostosowane do lokalnych warunków i zagrożeń – co dotyczyło wzmocnień obudowy chodnikowej (obudowy podwójne, spągownice, projekt nowego typu obudowy prostokątno-łukowej itp.) i przedsięwzięć organizacyjnych. W założeniu autora efektywność znanych i stosowanych metod profilaktyki aktywnej (traktując je jako uzupełniające do metod profilaktyki długofalowej) można powiększyć, poprawiając zarządzanie - w szczególności w zakresie informacji, kontroli i dyscypliny zgodności prowadzonych robót z wypracowanymi ustaleniami.
2. Z analizy wybranych zdarzeń, które spowodowały zmiany w prowadzeniu frontu eksploatacyjnego w badanym modelu wynika, że w każdym przypadku decydujący udział w ich powstaniu miała niezrealizowana w odpowiednim

czasie lub nie w pełni wykorzystana ustalona profilaktyka aktywna, szczególnie technika strzelnicza. Stwierdzenie to, w odniesieniu do wyrobisk korytarzowych, można uznać za istotne w spowodowaniu zagrożenia tąpnięciami, w specyficznym układzie również nadmiernego rozciągnięcia złoża. Należy nadmienić, że omawiany w pkt. 6.1. przykład, to jedyny przypadek nie do końca wykorzystanej możliwości zastosowania profilaktyki długofalowej w całej działalności górniczej pod centralną częścią Osiedla Paderewskiego.

3. Koordynacja prowadzenia ścian w układzie badanego modelu, ich wzajemne oddziaływanie oraz wpływ na środowisko powierzchniowe, przy założeniu minimalizacji skutków, stanowiły podstawowy czynnik, który spowodował, że 51% wszystkich ścianodni to ścianodni postoju (dni, w których nie prowadzono eksploatacji). Ograniczenia intensywności postępu ścian, a przez to i wydobywania, powodowały również ograniczenie faktycznego zagrożenia wstrząsami górotworu i tąpnięciami. Nawiązując do projektu eksploatacji i jego nieznacznych modyfikacji w czasie wybierania stwierdzić można, że przyjęte w nim założenia stanowiły podstawową profilaktykę, będącą elementem profilaktyki długofalowej, która minimalizując skutki zachodzące w wyrobiskach górniczych, minimalizowała jednocześnie skutki od nich zależne występujące na powierzchni, umożliwiając tym samym prowadzenie działalności górniczej.
4. Największa aktywność sejsmiczna, jak i intensywność emisji energii sejsmicznej występowała w dni robocze. Porównując natomiast te wielkości rejestrowane podczas dni postoju i po strzelaniach profilaktycznych, stwierdzono ich większe wartości w dniach postoju. Należy podkreślić, że w poszczególnych ścianach procent aktywności i emisji energii sejsmicznej z dni postoju i strzelań profilaktycznych był jednak różny, co wskazuje na pewną możliwość ich kształtowania.
5. Suma maksymalnej energii sejsmicznej, jaka wyzwoliła się w poszczególnych ścianach wydobywczych analizowanego modelu, odniesiona do dni roboczych i postoju była prawie jednakowa. W porównaniu tym suma wyemitowanej maksymalnej energii sejsmicznej odniesiona do strzelań profilaktycznych była zbyt mała. Można więc wnioskować, że profilaktyka aktywna z wykorzystaniem techniki strzelniczej nie została – w danych warunkach górniczo-geologicznych – w pełni wykorzystana.
6. Niewątpliwie wiele zjawisk sejsmicznych występujących w analizowanym obszarze, w szczególności w dni postoju należy przypisać komponentcie regionalnego pola naprężeń oraz komponentcie tektonicznej badanego rejonu [12, 18, 24, 26, 28, 38].
7. Wyraźną odmiennosć w stosunku do ścian modelu zaobserwowano w ścianie 537a („zamykającej”), w której aktywność spowodowana strzelaniami profilaktycznymi znacznie przekraczała aktywność stwierdzoną w dniach postoju. Świadczy to o szybkiej kumulacji naprężeń w tym przodku.

Potwierdzeniem powyższego jest również fakt, że z tej ściany wyemitowana została największa energia sejsmiczna w pierwszym dniu postoju, jako wstrząs samoistny, jak również największa średnia energia sejsmiczna w wyniku strzelań profilaktycznych.

8. Obserwując wielkość wyemitowanej energii sejsmicznej w funkcji czasu postoju ściany stwierdzono, że zdecydowanie wyróżniają się okresy – druga doba postoju oraz dziesiąta. Z wyjątkiem siódmej i powyżej sześćdziesiątej drugiej doby, w pozostałe dni postojowe wyemitowana energia sejsmiczna w postaci wstrząsów samoistnych była większa od sprowokowanej strzelaniami profilaktycznymi. Odnotowano również najwyższe $E_{\max}$ w pierwszym i drugim dniu postoju w wyniku strzelań profilaktycznych oraz powyżej jedenastego dnia. Jednak największe $E_{\max}$ w analizowanym modelu wystąpiły w pierwszym, drugim, dziesiątym i ponad dwudziestym pierwszym dniu postoju jako „samoistne”. Taką prawidłowość należy ocenić jako zjawisko niekorzystne.
9. Analizując wskaźnik WIS charakteryzujący intensywność energii sejsmicznej, czyli energię średnią wyemitowaną w jednym wstrząsie w odniesieniu do dni postoju i dni, w których wykonywano strzelania profilaktyczne w ciągu doby lub w ciągu większej liczby dni postoju, zauważyć można korzystną prawidłowość, a mianowicie, z wyjątkiem drugiej, ósmej i dziesiątej doby, energia sejsmiczna powodowana strzelaniem profilaktycznym była większa od energii zjawisk „samoistnych”. Niekorzystną sytuację zaobserwowano natomiast w okresie od dwudziestej pierwszej do sześćdziesiątej drugiej doby postoju, gdzie na 36 przypadków ścianodni postojowych ani razu nie zastosowano strzelań profilaktycznych. Uogólniając można stwierdzić, że istnieje określona możliwość ograniczenia, przez odpowiednio zaprojektowane strzelania profilaktyczne, wartości maksymalnej energii sejsmicznej $E_{\max}$ wstrząsów „samoistnych”, a przez to i średniej wartości energii sejsmicznej. W badanym modelu nie w pełni tę możliwość wykorzystano.
10. Analizując średnią wartość energii sejsmicznej wyemitowanej w dni postoju i ze strzelań profilaktycznych, z uwzględnieniem czasu postoju ściany (doba lub więcej) stwierdzono, że z wyjątkiem siódmego dnia postoju i powyżej sześćdziesiątego drugiego w każdym innym czasie występowała emisja „samoistna” większej ilości energii średniej przypadająca na doby postoju w stosunku do zjawisk sejsmicznych spowodowanych strzelaniami profilaktycznymi, co uznać należy za niekorzystne.
11. Analizując średnią aktywność sejsmiczną przypadającą na dobę, z uwzględnieniem dni postojowych i strzelań profilaktycznych, jak również kryterium długości okresu postoju, stwierdza się, że w każdym przypadku jest ona z dni postojowych większa od sprowokowanych strzelaniami profilaktycznymi. Jest to przede wszystkim związane z liczbą dni postojowych i liczbą strzelań profilaktycznych z przewagą tych pierwszych.

12. Projekt eksploatacji w analizowanym modelu, ze względów bezpieczeństwa pod ziemią i ochrony powierzchni, zakładał dużą liczbę ścianodni postojowych, dlatego szczegółowa obserwacja zjawisk sejsmicznych w te dni miała istotne znaczenie. Stwierdzono, że najbardziej zagrożonym czasem postoju była druga doba, nie dotyczyło to jednak ściany „zamykającej” 537a, gdzie tym dniem był pierwszy dzień postoju. Wartość średniej energii sejsmicznej WIS w drugiej dobie postoju zarówno w odniesieniu do zjawisk „samoistnych”, jak i sprowokowanych powinna była być „sygnałem”, że przy dłuższym postoju frontu ściany może dojść do silnych niekontrolowanych wstrząsów. Takim sygnałem dla ściany „zamykającej” 537a był pierwszy dzień postoju. W analizowanym modelu ścian powstający układ naprężeniowy w pojedynczej ścianie miał charakter dynamiczny i w większości przypadków nie mógł być uzależniony tylko od geometrii przestrzennej w jej bezpośrednim otoczeniu. Tworzący się, zmienny w czasie i przestrzeni, układ naprężeniowo-deformacyjny wynikał zarówno z lokalnych uwarunkowań geologiczno-górnictwowych, jak i ruchu poszczególnych ścian. Wynikiem tego były okresy kumulacji naprężeń i dużego wzrostu zagrożenia, czego przejawem było powstawanie silnych wstrząsów i tapnięć. Przykładem takim był wstrząs z dnia 26.02.1996 r., o energii sejsmicznej $2 \cdot 10^6$ J, zaistniały w rejonie ściany 536a. Wystąpił on w dziesiątym dniu jej postoju, przy czym sąsiednie ściany 535a i 537a miały w tym czasie zintensyfikowany postęp (szczególnie ściana 537a), ponadto dla nich był to drugi dzień postoju.
13. W warunkach zagrożenia tapaniami, jak w większości odcinków analizowanego modelu, zatrzymanie ściany na więcej niż na dobę i jej ponowne uruchomienie powinno być poprzedzone strzelaniami profilaktycznymi. Gdy planowy postój ściany miał być dłuższy niż dwie doby i gdy w tym czasie nie wystąpił silniejszy ($E \geq 1 \cdot 10^4$ J) wstrząs, ponowne uruchomienie przodka powinno było być bezwzględnie poprzedzone strzelaniami odprężająco-urabiającymi. Ponadto, w przypadkach koniecznych w celu zwiększenia ilości odpalonego materiału wybuchowego należało równocześnie wykonywać otwory z pochylni w stropie. Analiza efektywności stosowania MW w modelu potwierdziła prawidłowość [19, 35, 43, 58], że im większa ilość odpowiednio rozmieszczonego (dobrze opracowana metryka strzelnicza) jednorazowo odpalonego materiału wybuchowego, tym większa możliwość spowodowania silnego wstrząsu w kontrolowany sposób, czyli odprężenia górotworu w przyciosowej strefie, najbardziej niebezpiecznej dla załogi.
14. Nie w pełni przeanalizowano aktywne zwalczanie tapani poprzez ingerencję w strukturę skał stropowych. Złożyło się na to kilka przyczyn, przede wszystkim: duża skuteczność prowadzonej profilaktyki długofalowej, dostateczna skuteczność profilaktyki aktywnej prowadzonej w pokładzie, duża pracochłonność i nie najlepszy sprzęt wiertniczy. Wszystkie, chociaż nieliczne przypadki zastosowanych działań profilaktycznych w stropie należy ocenić pozytywnie.

15. W czasie tłoczenia wody do calizny węglowej z pochylni przyścianowych wystąpiło wielokrotne (tabl. 7.29) natychmiastowe zmniejszenie aktywności i intensywności emisji energii sejsmicznej, zarówno w przypadkach gdy maksymalne ciśnienia tłoczenia były rzędu 100 czy w granicach 15 atm. (pokładogramy). Potwierdzeniem tego był fakt, że w ścianie 534a, w której sumaryczny łączny czas tłoczenia wody był najdłuższy, nie wystąpił ani jeden wstrząs w czasie samego tłoczenia. W przypadku ściany 537a natomiast zarówno długi czas, jak i największy procent wtłoczonej wody w stosunku do wydobycia spowodował, że i tu wystąpiła bardzo duża krotność spadku emisji energii sejsmicznej. Ponieważ w czasie dni postoju bez nawadniania występowała znacznie większa aktywność sejsmiczna i intensywność emisji energii sejsmicznej niż w czasie tłoczenia wody w caliznę oznacza to, że okres tłoczenia wody w caliznę był, z uwagi na zagrożenie tąpnięciami, najbezpieczniejszy. Potwierdza to prawidłowość, że naturalna skłonność węgla do tępnięć maleje wraz ze wzrostem wilgotności. Mając na uwadze akcje ratunkowe, czy niezbędne roboty remontowe w warunkach silnego zagrożenia tąpnięciami, uzyskane wyniki badań uzasadniają do rozpatrzenia zagadnienia w szerszej skali.

8. BADANIE WPŁYWU FAZ KSIĘŻYCA NA SEJSMICZNOŚĆ GÓROTWORU NA PRZYKŁADZIE ANALIZOWANEGO MODELU EKSPLOATACJI

8.1. Założenia ogólne

W praktyce górniczej, w szczególności w okresie występowania wzmożonej sejsmiczności, a więc aktywności i intensywności sejsmicznej, rozważany jest problem ewentualnego oddziaływania sił lunisolarnych, a przede wszystkim Księżyca, na stan górotworu oraz stabilność występujących w nim stref nieciągłości. Problem tkwi w zmienności siły przyciągania Księżyca występującej w zależności od fazy w jakiej się on znajduje. Utworzona baza danych o: parametrach eksploatacji, stosowanej profilaktyce, a także o sejsmiczności górotworu i jej przejawach, zawarta w pokładogramach, pozwala na analizę relacji sejsmiczności i faz Księżyca. Opracowana prosta metoda tej analizy polega na wprowadzeniu do każdej z kart pokładogramu, wykonywanych dla poszczególnych ścian rozpatrywanego modelu eksploatacji I warstwy pokładu 510 pod Osiedlem Paderewskiego, dodatkowej informacji o występowaniu dni szczytowych Księżyca, tj. NOWIU i PEŁNI. Tak więc, dla kolejnych miesięcy okresu obserwacyjnego (od 1.08.1994 do 31.07.1998 r.) wydzielono przedziały NOWIU i PEŁNI, zaliczając do nich po 6 dni, a mianowicie: dzień szczytowy oraz dwa dni przed i trzy dni po jego wystąpieniu. Dla tak ustalonych przedziałów NOWIU i PEŁNI określano zaistniałą w tych dniach sejsmiczność, dokonując sumowania liczby wstrząsów N (aktywności) oraz intensywności emisji energii sejsmicznej E . W ten sposób każdy miesiąc obserwacyjny zawierał dane charakteryzujące sejsmiczność górotworu w trzech okresach czasu, to jest: PEŁNIA, NÓW, RESZTA.

8.2. Wyniki obserwacji

Wyniki obserwacji uzyskane według przedstawionej metody przedstawiają tablice 8.1–8.5. W celu ilościowej charakterystyki, na podstawie danych w nich zawartych, zostały wykonane odpowiednie wykresy (rys. 8.1–8.3).

Tablica 8.1. Aktywność i intensywność energii sejsmicznej – f a z y K s i ę ż y c a – 1994 rok

M-ce 1994	Pełnia					Nów					Σ w miesiącach				
	od – do	ΣN	ΣE 10 ⁶ , J	E _{max}	data godz. E _{max}	od – do	ΣN	ΣE 10 ⁶ , J	E _{max}	data godz. E _{max}	ΣN	ΣE 10 ⁶ , J	E _{max} poza P i N	data godz. E _{max}	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
08	19–24	6	0,013	-	-	05–11	16	0,021	6 · 3	07.08 15:44	52	0,079	1 · 4	31.08 09:18	
09	17–22	13	0,091	6 · 4	21.09 18:01	03–08	17	0,039	-	-	123	0,449	6 · 4	09.09 13:34	
10	17–22	29	0,167	9 · 4	17.10 06:53	03–08	29	0,036	-	-	131	0,300	-	-	
11	16–21	41	0,246	8 · 4	16.11 04:17	01–06	27	0,048	-	-	221	0,743	-	-	
12	16–21	49	0,073	-	-	30–05.12	28	0,109	4 · 4	02.12 10:53	206	0,573	-	-	
Razem 1994		138	0,590	9 · 4	17.10 06:53		117	0,253	4 · 4	02.12 10:53	733	2,144	6 · 4	09.09 13:34	

Tablica 8.2. Aktywność i intensywność energii sejsmicznej – f a z y K s i ę z y c a – 1995 rok

M-ce 1995	Pełnia					Nów					Σ w miesiącach				
	od – do	ΣN	ΣE 10 ⁶ , J	E _{max}	data godz. E _{max}	od – do	ΣN	ΣE 10 ⁶ , J	E _{max}	data godz. E _{max}	ΣN	ΣE 10 ⁶ , J	E _{max} poza P i N	data godz. E _{max}	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
01	14-19	30	0,087	-	-	26–02.02	101	3,08	3 • 6	28.01 03:27	235	3,561	-	-	
02	13-18	40	0,039	-	-	-	-	-	-	-	150	0,239	2 • 4	12.02 10:07	
03	15-20	46	0,461	4 • 5	17.03 18:16	27.02–04	30	0,104	-	-	156	0,799	-	-	
04	13-18	21	0,022	-	-	27–02.05	10	0,017	-	-	162	0,212	8 • 3	05.04 09:47 24.04 22:52	
05	12-17	42	0,082	-	-	27–01.06	35	0,750	7 • 5	27.05 15:26	178	1,011	-	-	
06	11-16	39	0,047	-	-	26–31	42	0,091	-	-	207	0,435	3 • 4	22.06 05:18	
07	12-15	54	0,193	9 • 4	15.07 20:10	25–30	37	0,063	-	-	215	0,772	-	-	
08	08-13	21	0,044	-	-	24–29	17	0,080	-	-	145	0,485	6 • 4	05.08 01:26	
09	07-12	51	0,178	-	-	22–27	40	0,204	1 • 5	23.09 01:26	302	0,951	1 • 5	13.09 02:21	
10	06-11	67	0,217	-	-	22–27	67	0,084	-	-	350	0,841	4 • 4	03.10 13:12 16.10 11:21	
11	05-10	80	0,103	-	-	20–25	74	0,272	-	-	330	0,806	5 • 4	29.11 20:24	
12	05-10	61	0,252	-	-	20–25	44	0,101	-	-	270	0,787	7 • 4	15.12 09:55	
Razem 1995		552	1,725	4 • 5	17.03 18:16		497	4,846	3 • 6	28.01 03:27	2700	10,899	1 • 5	13.09 02:21	

Tablica 8.3. Aktywność i intensywność energii sejsmicznej – f a z y K s i ę z y c a – 1996 rok

M-ce 1996	Pełnia					Nów					Σ w miesiącach				
	od – do	ΣN	ΣE 10 ⁶ , J	E _{max}	data godz. E _{max}	od – do	ΣN	ΣE 10 ⁶ , J	E _{max}	data godz. E _{max}	ΣN	ΣE 10 ⁶ , J	E _{max} poza P i N	data godz. E _{max}	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
01	03-08	81	0,846	7.5	08.01 11:09	18-23	79	0,265	-	-	427	2,712	7.5	24.01 06:35	
02	02-07	126	0,380	-	-	16-21	118	0,342	-	-	543	3,690	2.6	25.02 15:00	
03	03-08	47	0,167	-	-	17-22	68	0,157	-	-	310	0,866	8.4	01.03 17:33	
04	02-07	46	0,108	-	-	15-20	51	0,100	3.4	18.04 17:18	284	0,461	-	-	
05	01-06	41	0,054	-	-	15-20	36	0,122	6.4	15.05 23:36	214	0,502	-	-	
06	30.05-03	48	0,068	-	-	14-19	54	0,124	-	-	265	0,682	6.4	23.06 17:34	
07	29.06-03	130	0,073	-	-	13-18	63	0,222	3.4	13.07 00:39 13.07 02.10 17.07 19:03	379	0,991	3.4	11.07 04:31 19.07 12:25 25.07 12:14	
08	26-31	71	0,380	9.4	30.08 05:55	12-17	62	0,299	-	-	327	1,364	-	-	
09	25-30	77	0,369	8.4	30.09 11:29	10-15	97	0,333	-	-	446	1,738	8.4	16.09 05:37 23.09 18:04	
10	24-29	46	0,164	5.4	24.10 02:33	10-15	80	0,250	-	-	390	1,274	5.4	09.10 20:53 18.10 15:34 23.09 12:06	
11	23-28	70	0,150	-	-	09-14	26	0,057	-	-	307	0,813	8.4	21.11 13:09	
12	22-27	34	0,049	-	-	08-13	83	0,221	3.4	10.12 19:45	280	0,660	4.4	28.12 03:02	
Razem 1996		817	2,808	7.5	08.01 11:09		817	2,492	6.4	15.05 23:36	4172	15,753	2.6	25.02 15:00	

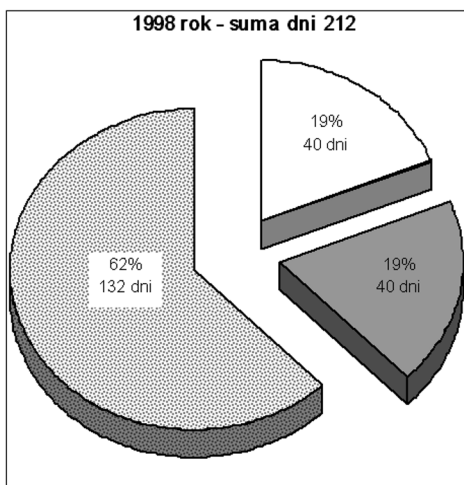
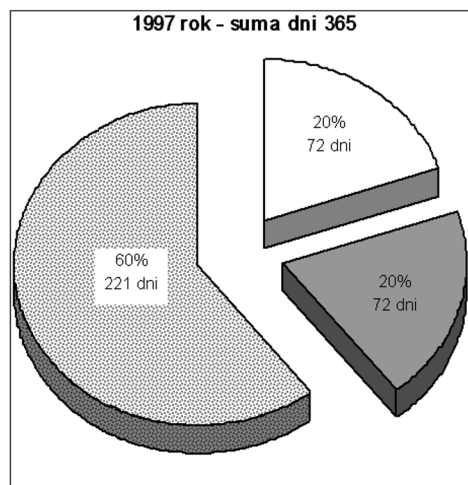
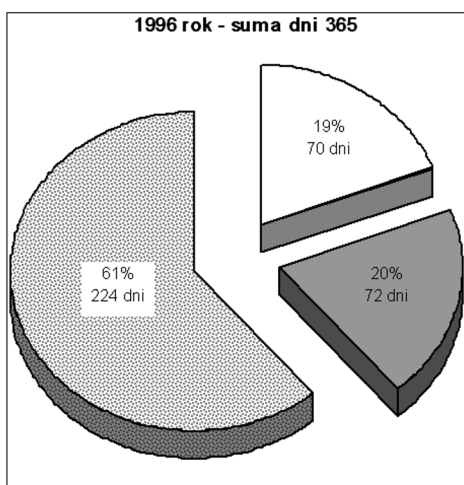
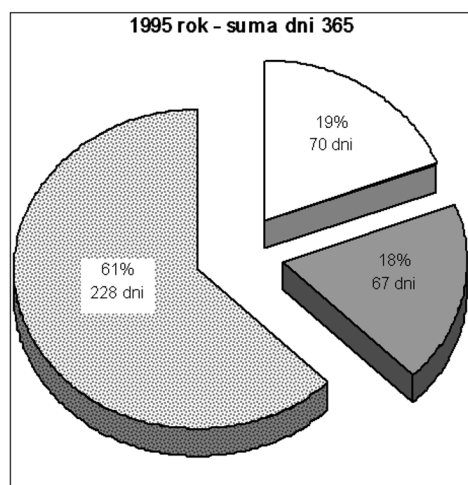
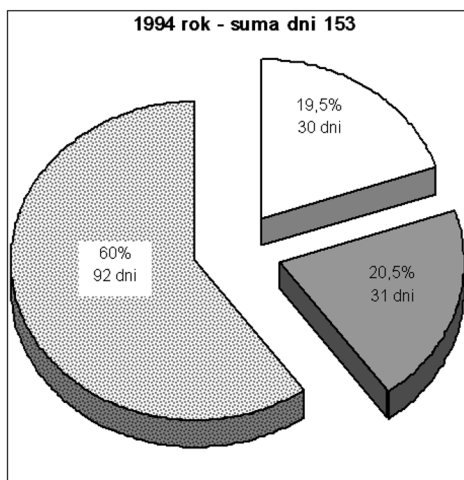
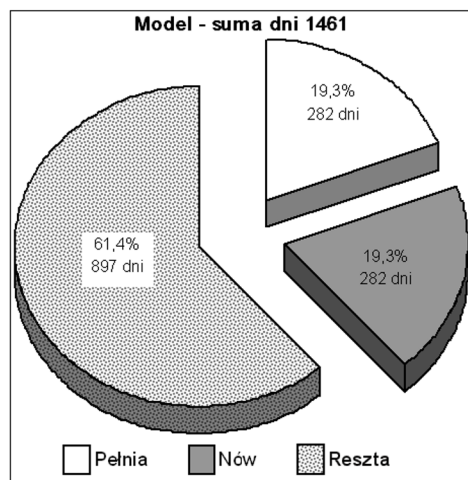
Tablica 8.4. Aktywność i intensywność energii sejsmicznej – f a z y K s i ę ż y c a – 1997 rok

M-ce 1997	Pełnia					Nów					Σ w miesiącach			
	od – do	ΣN	ΣE 10 ⁶ , J	E _{max}	data godz. E _{max}	od – do	ΣN	ΣE 10 ⁶ , J	E _{max}	data godz. E _{max}	ΣN	ΣE 10 ⁶ , J	E _{max} poza P i N	data godz. E _{max}
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
01	21–26	26	0,084	-	-	07–12	51	0,165	-	-	230	0,681	7 • 4	27.01 18:35
02	20–25	39	0,080	-	-	05–10	34	0,169	3 • 4	10.02 05:10	175	0,536	3 • 4	04.02 11:13 17.02 16:44 27.02 19:05
03	22–27	52	0,092	-	-	07–12	64	0,068	-	-	271	0,376	2 • 4	02.03 08:48 03.03 16:41
04	20–25	56	0,109	-	-	05–10	39	0,086	3 • 4	05.04 14:57	256	0,529	3 • 4	03.04 20:23
05	20–25	29	0,047	1 • 4	21.05 17:17	04–09	66	0,109	1 • 4	08.05 13:33	208	0,311	-	-
06	18–23	53	0,104	-	-	03–08	60	0,089	-	-	279	0,513	6 • 4	24.06 11:49
07	18–23	32	0,079	-	-	02–07	31	0,075	-	-	184	0,452	5 • 4	29.07 22:05
08	16–21	33	0,061	-	-	01–06	26	0,071	-	-	150	0,585	2 • 5	23.08 08:02
09	14–19	14	0,019	-	-	30.08–04	27	0,019	-	-	90	0,113	5 • 3	09.09 14:39
10	14–19	19	0,042	2 • 4	18.10 12:28	29–03.11	18	0,050	2 • 4	30.10 19:37	100	0,191	2 • 4	28.10 16:26
11	12–17	18	0,049	-	-	28–03.12	16	0,078	2 • 4	03.11 08:58	85	0,240	2 • 4	06.11 17:52 20.11 19:32 26.11 23:52
12	12–17	35	0,137	2 • 4	12.12 18:08 17.12 15:47	27–01.01	9	0,051	2 • 4	30.12 05:44 30.12 21:45	123	0,373	2 • 4	03.12 08:59
Razem 1997		406	0,903	2 • 4	18.10 12:28 12.12 18:08 17.12 15:47		411	1,030	3 • 4	10.02 05:10 05.04 14:57	2149	4,900	2 • 5	23.08 08:02

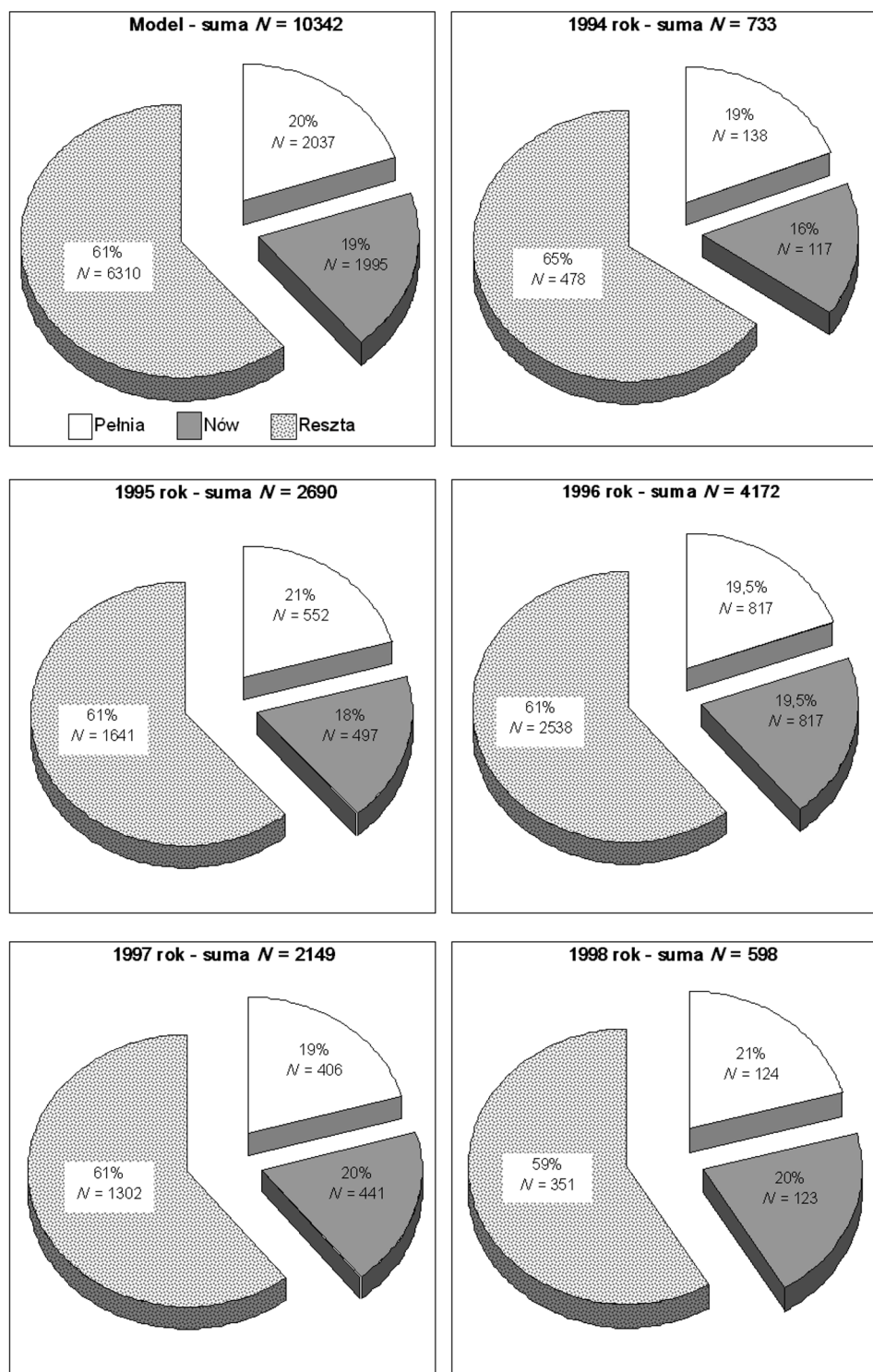
Tablica 8.5. Aktywność i intensywność energii sejsmicznej – f a z y K s i ę ż y c a – 1998 rok

M-ce 1998	Pełnia					Nów					Σ w miesiącach			
	od – do	ΣN	ΣE 10 ⁶ , J	E _{max}	data godz. E _{max}	od – do	ΣN	ΣE 10 ⁶ , J	E _{max}	data godz. E _{max}	ΣN	ΣE 10 ⁶ , J	E _{max} poza P i N	data godz. E _{max}
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
01	10–15	33	0,139	8 · 4	15.01 07:05	26–31	19	0,072	-	-	124	0,636	-	-
02	09–14	22	0,059	-	-	24–01.03	22	0,078	-	-	112	0,358	5 · 4	04.02 21:52
03	11–16	14	0,023	-	-	26–31	8	0,022	-	-	67	0,148	7 · 3	17.03 06:02 24.03 14:56
04	09–14	15	0,028	6 · 3	10.04 06:02	24–29	21	0,023	-	-	77	0,133	6 · 3	07.04 05:16
05	09–14	13	0,018	-	-	23–28	21	0,075	5 · 4	26.05 03:43	89	0,179	-	-
06	08–13	14	0,015	3 · 3	13.06 15:10	22–27	18	0,016	3 · 3	23.06 05:13	81	0,094	3 · 3	13.06 15:10 15.06 17:21 17.06 05:27 26.06 13:25 28.06 00:04
07	07–12	13	0,015	-	-	21–26	14	0,008	-	-	48	0,069	7 · 3	16.07 20:08
Razem 1998		124	0,297	8 · 4	15.01 07:05		123	0,294	5 · 4	26.05 03:43	598	1,617	5 · 4	04.02 21:52

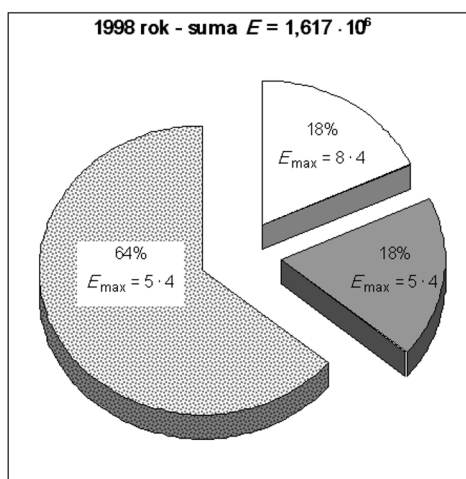
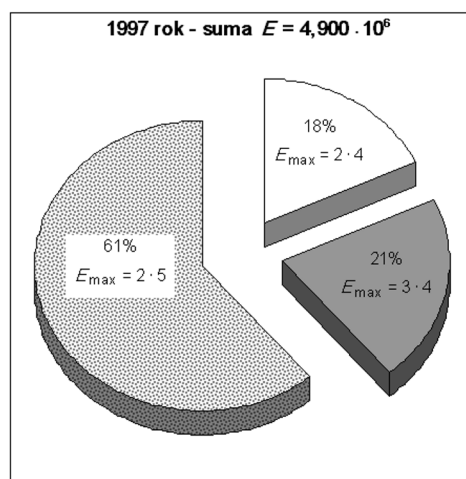
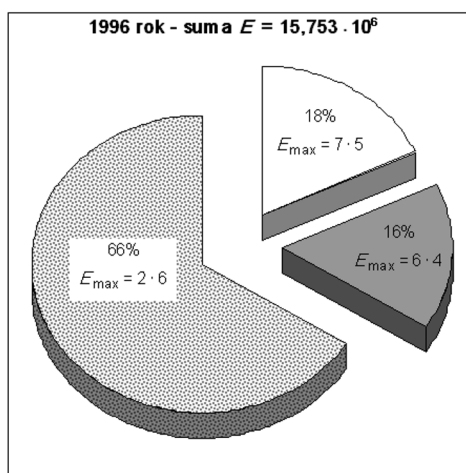
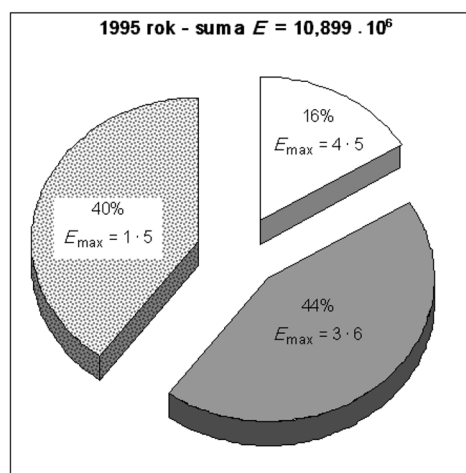
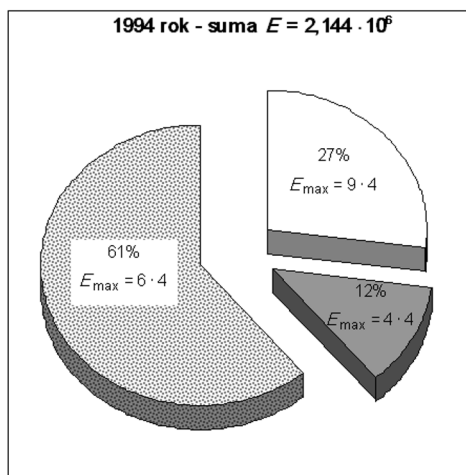
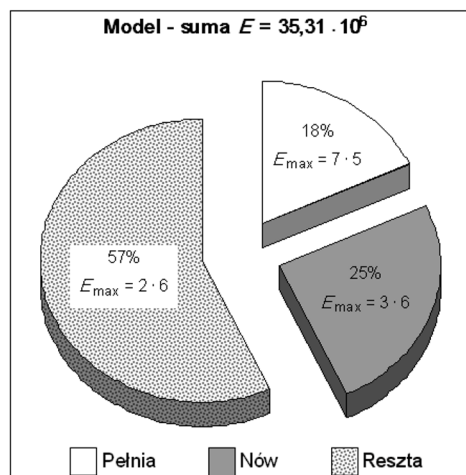
Model 1.08.1994–31.07.98	2037	6,323	7 · 5	08.01.1996 11:09		1995	8,915	3 · 6	28.01.1995 03:27	10342	35,313	2 · 6	25.02.1996 15:00
-----------------------------	------	-------	-------	---------------------	--	------	-------	-------	---------------------	-------	--------	-------	---------------------



Rys. 8.1. Czas trwania poszczególnych faz Księżyca w modelu i w analizowanych latach



Rys. 8.2. Aktywność sejsmiczna N w poszczególnych fazach Księżyca w modelu i w analizowanych latach



Rys. 8.3. Wyemitowana energia sejsmiczna E w poszczególnych fazach Księżyca w modelu i w analizowanych latach

Tablica 8.6. Aktywność i intensywność energii sejsmicznej w modelu (1.08.1994–31.07.1998) i poszczególnych obejmujących go latach z podziałem na fazy Księżyca

Rok	Pełnia							Nów							Reszta							Razem						
	dni	%	N	%	$E \cdot 10^6$	%	$E_{\max}$	dni	%	N	%	$E \cdot 10^6$	%	$E_{\max}$	dni	%	N	%	$E \cdot 10^6$	%	$E_{\max}$	dni	%	N	%	$E \cdot 10^6$	%	$E_{\max}$
1994	30	2,1	138	1,3	0,590	1,7	9 · 4	31	2,1	117	1,1	0,253	0,7	4 · 4	92	6,3	478	4,6	1,301	3,7	6 · 4	153	10,5	733	7,0	2,144	6,1	9 · 4
1995	70	4,8	552	5,3	1,725	4,9	4 · 5	67	4,7	497	4,8	4,846	13,7	3 · 6	228	15,5	1641	15,9	4,328	12,3	1 · 5	365	25	2690	26,0	10,899	30,9	3 · 6
1996	70	4,8	817	7,9	2,808	7,9	7 · 5	72	4,9	817	7,9	2,492	7,1	6 · 4	224	15,4	2538	24,5	10,453	29,6	2 · 6	366	25,1	4172	40,3	15,753	44,6	2 · 6
1997	72	4,9	406	4,3	0,903	2,6	2 · 4	72	4,9	441	4,0	1,030	2,9	3 · 4	221	15,2	1302	12,6	2,967	8,4	2 · 5	365	25	2149	20,9	4,9	13,9	2 · 5
1998	40	2,7	124	1,2	0,297	0,8	8 · 4	40	2,2	123	1,2	0,294	0,8	5 · 4	132	9,0	351	3,4	1,026	2,9	5 · 4	212	14,4	598	5,8	1,617	4,5	8 · 4
Model	282	19,3	2037	20	6,323	17,9	7 · 5	282	19,3	1995	19	8,915	25,2	3 · 6	897	61,4	6310	61	20,075	56,9	2 · 6	1461	100	10342	100	35,31	100	3 · 6

8.3. Analiza wyników

Uzyskane wyniki poddano analizie pod kątem przede wszystkim korelacji aktywności sejsmicznej i intensywności emisji energii sejsmicznej z okresami fazy NOWIU i fazy PEŁNI. Stwierdzenie w tych okresach anomalii sejsmiczności może być podstawą do poszukiwania ewentualnych związków jakościowych, gdyż nie wydaje się zasadne założenie, że możliwe są jakieś związki ilościowe w tak złożonym zjawisku fizycznym.

Tablica 8.6 zawiera dane sumaryczne opracowane na podstawie wyników ujętych w tablicach 8.1–8.5, z wydzieleniem każdego roku obserwacyjnego.

W dalszym etapie analizy dokonano znormalizowania wielkości opisujących sejsmiczność w całym okresie obserwacji, dzieląc sumaryczną liczbę wstrząsów i energii sejsmicznej w każdym roku z uwzględnieniem liczby dni wspomnianych już charakterystycznych faz szczytowych Księżyca i reszty dni poza tym fazami. Wskaźniki te uzyskano, dzieląc procentowe udziały liczby wstrząsów N i energii sejsmicznej E przez procentowe udziały odpowiadającej im liczby dni w modelu. Dane te przedstawia tablica 8.7.

Tablica 8.7. Znormalizowane wskaźniki sejsmiczności dla wydzielonych faz Księżyca

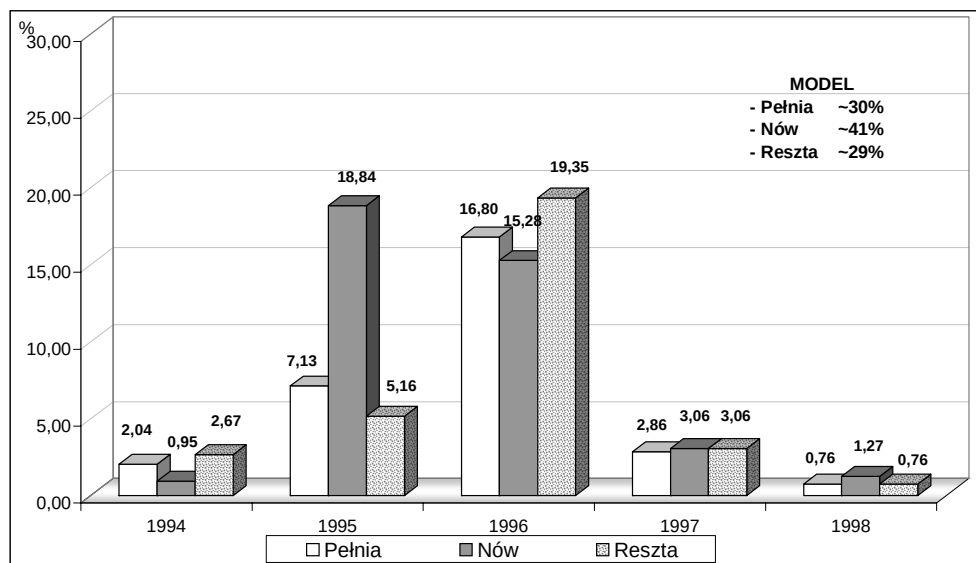
Rok	Znormalizowane wskaźniki sejsmiczności w poszczególnych fazach Księżyca					
	Pełnia		Nów		Reszta	
	Liczba wstrząsów N	Suma energii sejsmicznej E	Liczba wstrząsów N	Suma energii sejsmicznej E	Liczba wstrząsów N	Suma energii sejsmicznej E
1994	0,4	0,8	0,5	0,3	0,7	0,6
1995	1,1	1,02	1,02	2,9	1,01	0,8
1996	1,6	1,65	1,6	1,5	1,6	1,9
1997	0,9	0,5	0,8	0,6	0,8	0,6
1998	0,4	0,3	0,5	0,4	0,4	0,3
Model	1,04	0,93	0,98	1,31	0,99	0,93

Z kolei w tablicy 8.8 dokonano zestawienia wartości, które można uznać za wskaźniki **wagowe** zagrożenia sejsmicznego, również odniesione do poszczególnych faz Księżyca. Wskaźniki te utworzono jako iloczyny podanych w tablicy 8.7 znormalizowanych wskaźników odpowiednio dla liczby wstrząsów i dla energii sejsmicznej. Podano także procentowy ich udział w całym okresie i dla całego modelu obserwacyjnego.

Tabela 8.8. Wskaźniki określające wagę zagrożenia sejsmicznego dla wydzielonych faz Księżyca

Rok	Pełnia		Nów		Reszta		Suma	
	$N \cdot E$	%	$N \cdot E$	%	$N \cdot E$	%	$\Sigma (N \cdot E)$	$\Sigma, \%$
1994	0,32	2,04	0,15	0,95	0,42	2,67	0,89	5,7
1995	1,12	7,13	2,96	18,84	0,81	5,16	4,89	31,1
1996	2,64	16,8	2,4	15,28	3,04	19,35	8,08	51,4
1997	0,45	2,86	0,48	3,06	0,48	3,06	1,41	9,0
1998	0,12	0,76	0,2	1,27	0,12	0,76	0,44	2,8
Suma	4,65	29,6	6,19	39,4	4,87	31,0	15,71	100
Model	0,97	30,4	1,30	40,8	0,92	28,8		

Na bazie danych podanych w tabelicy 8.8 sporządzono wykres – rysunek 8.4, który pozwala na dobrą ocenę jakościową badanej relacji „sejsmiczność – faza Księżyca”, przez tzw. wagę zagrożenia fazowego.



Rys. 8.4. Kształtowanie się wagi zagrożenia fazowego (pełnia, nów, reszta) w badanym okresie (01.08.1994–31.07.1998) w poszczególnych latach analizowanego modelu

Uzyskane wyniki mogą prowadzić do następujących stwierdzeń:

1. Nie przeceniając z uwagi na praktykę górnictwą uzyskanych wyników, wskazują one, że w badanym okresie największa waga zagrożenia fazowego w analizowanym modelu wystąpiła w fazie Nowiu. Wynosiła ona 41%, przy 30% podczas Pełni i 29% w czasie Reszty. Jednak obserwacje w poszczególnych latach nie potwierdzają jednoznacznie tej zależności.

2. Obserwując cały model i traktując w nim oddzielnie aktywności N i energię sejsmiczną E można zauważyć, że proporcjonalnie do czasu trwania największa aktywność N występowała podczas Pełni, zaś podczas Nowiu i Reszty można ją przyjąć na tym samym poziomie. Największa emisja energii sejsmicznej E była podczas Nowiu, a w czasie Pełni i Reszty miała w przybliżeniu równą wartość. Analiza tego zagadnienia w odniesieniu do poszczególnych lat obejmujących model nie potwierdza jakiegś istotnej i jednoznacznej prawidłowości.
3. W uzupełnieniu powyższych wyników obserwacji relacji „sejsmiczność – faza Księżyca” należy podać, że około 60% emisji maksymalnych energii sejsmicznych (o $E \geq 1 \cdot 10^4$ J) wystąpiło w badanym modelu w okresie Nowiu i Pełni.

PODSUMOWANIE

W podsumowaniu wyników analiz i we wnioskach końcowych zostały wzięte pod uwagę również realia polskiej gospodarki z początku lat dziewięćdziesiątych XX wieku. Konieczność dostosowywania poziomu wydobycia węgla kamiennego do potrzeb kraju i ewentualnego eksportu, a także obniżania kosztów produkcji wiąże się ze znacznym zmniejszeniem zdolności produkcyjnych górnictwa. Powyższe wymagania i wynikające z nich działania trwają nadal.

Mając to na uwadze podkreślić należy, że podjęta przez kopalnię „Katowice-Kleofas” eksploatacja w zagrożonym tąpniętami pokładzie 510 i w obszarze o „bogatej” przeszłości górniczej pod centralną częścią wielosegmentowego i wysokokondygnacyjnego osiedla mieszkaniowego wymagała szczególnej wnikliwości w opracowywaniu jej założeń. Założenia do tej eksploatacji wynikały ze szczegółowo opracowanego projektu profilaktyki długofalowej i działań doraźnych, które powinny były skutecznie zminimalizować zagrożenie w wyrobiskach górniczych oraz zapewnić bezpieczeństwo powszechne na powierzchni. Jednocześnie większy zakres niezbędnych prac profilaktycznych powodował zwiększenie kosztów tej eksploatacji, co w zaistniałych uwarunkowaniach gospodarczych nie może być preferowanym kierunkiem przemian w sektorze górnictwa węgla kamiennego.

Tym niemniej eksploatacja z podsadzką hydrauliczną pięciu ścian modelu w I przyspągowej warstwie pokładu 510 pod Osiedlem Paderewskiego w Katowicach pozwoliła na uzyskanie niezwykle cennego materiału pomiarowego i obserwacyjnego oraz na ustalenie charakterystycznych związków przyczynowo-skutkowych występujących zagrożeń wstrząsami górotworu i tąpniętami. Na podstawie uzyskanych wyników sformułowano istotne wnioski o charakterze ogólnym, jak i szczegółowym, które przedstawiono poniżej.

1. Zaprojektowana i przeprowadzona eksploatacja I warstwy pokładu 510 z podsadzką hydrauliczną pod centralną częścią Osiedla Paderewskiego potwierdziła możliwość prowadzenia działalności wydobywczej pod wysoko zurbanizowaną częścią miasta. Obserwacje wykazały, że zjawiska o energii sejsmicznej mniejszej od $5 \cdot 10^4$ J były w zasadzie „tolerowane” i warunkowo akceptowane przez mieszkańców. Występujące raczej sporadyczne problemy dotyczyły dyskomfortu psychicznego nielicznych mieszkańców, uszkodzenia natomiast zgłaszano po zaistnieniu wstrząsów o energii sejsmicznej większej od $5 \cdot 10^4$ J. Podkreślić należy, że natychmiastowe działania odpowiednich służb kopalni prowadziły każdorazowo do osiągnięcia kompromisu umożliwiającego ruch zakładu górniczego. Należy mieć na uwadze, że w każdej fazie prowadzonej eksploatacji zasadniczy stopień ryzyka dotyczył prac górniczych odbywających się pod ziemią, nigdy z przyczyn działalności górniczej nie dotyczył powierzchni. Nieznaczne korekty parametrów w czasie prowadzenia frontu eksploatacji nie powodowały przekroczenia przyjętych założeń wyjściowych w zakresie oddziaływania eksploatacji na powierzchnię.

2. Obserwacje i badania dotyczące wpływu wstrząsów górniczych na powierzchnię, rozchodzenia się fali sejsmicznej oraz związku między kierunkami przejawiania się skutków wstrząsów sejsmicznych w wyrobiskach dołowych i na powierzchni pozwalają na następujące zasadnicze spostrzeżenia:
 - wyznaczona strefa epicentralna na powierzchni tworzyła obszar o najmniej (lub wcale) odczuwalnych wpływach oddziaływania drgań sejsmicznych; podobnie można odnieść się do skutków i odczuć w wyrobiskach dołowych,
 - kierunki skąd zgłaszano skutki na powierzchni były w zdecydowanej większości odwrotne w stosunku do występowania skutków w wyrobiskach dołowych.

Powyższe prawidłowości świadczą jednoznacznie o wyraźnej kierunkowości emisji energii sejsmicznej z ogniska wstrząsu, zazwyczaj prostopadle do płaszczyzny ogniskowej (stąd możliwa jest asymetria skutków wstrząsów pod ziemią i na powierzchni).

3. Zastosowany szeroki front wybierania, jako część przyjętej profilaktyki długofalowej, wymagał wyposażenia w stosunkowo krótkim czasie (tabl. 4.2) w kosztowne maszyny, urządzenia i sprzęt pięciu ścian wydobywczych prowadzonych zgodnie z obowiązującymi w przypadku takiej eksploatacji założeniami, wyróżniającymi się przede wszystkim ograniczonym postępem dobowym, miesięcznym i kwartalnym, ograniczoną wysokością wybierania, ściśle ustaloną i koordynowaną odległością pomiędzy poszczególnymi frontami ścian wraz z przemiennością ich obłożeń i dobrą jakościowo podszadką hydrauliczną.

W zaistniałych realiach gospodarczych tak złożona eksploatacja z pewnością nie stanowi konkurencji dla systemu z zawalem, szczególnie w terenie niewymagającym tak starannej ochrony powierzchni. Nawet argument bardzo dobrej jakości wydobywanego węgla w sytuacji funkcjonowania nowoczesnych elektrowni czy ciepłowni, w których spalanie węgla o dużym zapopieleniu i zasiarczeniu może odbywać się przy małych kosztach, nie przemawia za działalnością górnictwem w podobnych do analizowanego modelu uwarunkowaniach. Należy jednak podkreślić, że doprowadzenie do końcowego etapu tej eksploatacji miało głęboki społeczny sens, a jednocześnie świadczyło o wysokim poziomie naukowym, technicznym i organizacyjnym polskiego górnictwa. Była to prawdopodobnie ostatnia tego typu eksploatacja.

4. Obserwacje wykazały, że w miejscach najbardziej zagrożonych tąpnięciami w ścianach eksploatowanych w ramach przyjętego modelu możliwe było uzyskanie jeszcze wyższego poziomu bezpieczeństwa prowadzonego frontu, bez zwiększania kosztów. Eksploatację należało prowadzić ze stałym postępem, uruchamiając poszczególne przodki co drugi dzień, niezależnie od niedzieli i dni świątecznych. Optymalne warunki i rygory prowadzenia frontu w szczegółach powinny przedstawiać się następująco:

- zachowanie zasady wolnego i stałego postępu frontu ścianowego, czyli około 27 m/miesiąc (15 dni $\cdot$ 1,8 m postępu),
- niedopuszczanie do drugiego dnia postoju, najbardziej niekorzystnego pod względem kształtowania się układu naprężeniowo-deformacyjnego w warunkach modelu,
- zwiększenie skuteczności profilaktyki aktywnej przez zapewnienie czasu na wykonywanie pełnego jej zakresu, a w przypadkach koniecznych również przez ingerencję w strop (strzelanie torpedujące, USS, UHS),
- dobieranie optymalnej wielkości ładunku materiału wybuchowego do jednorazowej profilaktyki aktywnej z wykorzystaniem techniki strzelniczej,
- ograniczenie prac w pobliżu ociosu ściany do pierwszego silniejszego wstrząsu $E \geq 10^4$ J, w przypadkach koniecznego postoju powyżej jednej doby, ponowne uruchomienie przodka, po takim postoju, powinno być poprzedzone połączonymi strzelaniami pokładowo-stropowymi i jak najdłuższym czasem nawadniania,
- w przypadku zastosowania strzelań w stropie metodą USS lub strzelań torpedujących, ilość użytego materiału wybuchowego wynikać powinna z parametrów technicznych i liczby wykonanych otworów z dążeniem do jednorazowego odpalenia jak największego jednorazowo załadowanego ładunku,
- minimalizowanie możliwości rozwoju procesów występowania wstrząsów górotworu i tąpnięć przez „zamykanie” cyklu podszkockowego w dobie.

5. Działalność górnicza w wybranym modelu eksploatacji wyraźnie unaoczniała konieczność zmodyfikowania rejestracji i archiwizacji danych. Opracowane pokładogramy wyszły tej potrzebie naprzeciw i mogą być bardzo pomocne w każdym innym przypadku prowadzenia ścian i chodników w warunkach zagrożenia wstrząsami górotworu i tąpnięciami, przede wszystkim z uwagi na umożliwienie precyzyjnej i wielofunkcyjnej obserwacji przebiegu eksploatacji, a przez to efektywniejsze jej prowadzenie. Mogą one również służyć do analiz wykorzystanych w innych celach.

6. Na podstawie uzyskanych wyników można stwierdzić, że zapewniając, przez działania profilaktyczne, bezpieczeństwo wyrobisk dołowych i pracujących w nich górników, zapewnia się równocześnie bezpieczeństwo powszechne na powierzchni zarówno obiektów budowlanych, jak i powierzchniowej infrastruktury technicznej.

LITERATURA

1. Ajdukiewicz A. i inni: *Opinia budowlana w sprawie wysokiej zabudowy Osiedla Paderewskiego w Katowicach z testowaniem prognozowanych wpływów dynamicznych i odporności wytypowanych budynków mieszkalnych na wysokoenergetyczne wstrząsy oraz przyspieszenia*. Gliwice, Politechnika Śląska 1996.
2. Biliński A. i inni: *Dobór optymalnej profilaktyki przeciwtąpaniowej w KWK „Katowice” w oparciu o prognozowane wstrząsy górotworu*. Katowice, GIG 1989.
3. Biliński A.: *Ocena zagrożenia tąpnięciem wyrobiska eksploatacyjnego*. Prace GIG, Seria dodatkowa. Katowice 1992.
4. Budryk W.: *Eksploatacja złóż. Część 2. Podziemna eksploatacja pokładów węgla*. Katowice, PWT 1952.
5. Cianciara B.: *Sejsmiczne prekursorzy wstrząsów górniczych*. Szkoła Eksploatacji Podziemnej, Kraków, CPPGSMiE PAN 1995.
6. Cianciara B.: *Badania geotomograficzne w polu ścian 534a – 538/1a w pokładzie 510 KWK „Katowice-Kleofas” Ruch II „Katowice”*. 1995-1998.
7. Ciesielski R., Kawecki J., Maciąg E.: *Doświadczenia z badań oraz uściślenia interpretacji oceny wpływu wibracji na ludzi w budynkach*. Inżynieria i Budownictwo 1995 nr 9.
8. Drzęzła B. i inni: *Ustalenie optymalnej kolejności wybierania ścian w pokładzie 510 z uwagi na zagrożenia tąpnięciami i wymogi ochrony powierzchni w obszarze Osiedla Paderewskiego*. Gliwice, Politechnika Śląska 1992.
9. Drzęzła B., Kwiatek J. i inni: *Weryfikacja rygorów eksploatacji pokładu 510 I warstwa pod Osiedlem Paderewskiego z uwagi na wstrząsy i ochronę powierzchni*. Gliwice, Politechnika Śląska 1995.
10. Drzęzła B.: *Przybliżona ocena niektórych parametrów kinematyki niecki osiadania przy zmianach prędkości wybierania i postojach ścian*. Przegląd Górniczy 1995 nr 9.
11. Dubiński J. i inni: *Analiza możliwości kontynuowania eksploatacji pokładu 510 I warstwa pod Osiedlem Paderewskiego w aspekcie zagrożenia wstrząsami górotworu, tąpnięciami i bezpieczeństwa powszechnego*. Katowice, GIG 1996.
12. Dubiński J.: *Sejsmiczna metoda wyprzedzającej oceny zagrożenia wstrząsami górotworu w kopalniach węgla kamiennego*. Katowice, GIG 1989.
13. Dubiński J.: *Poradnik geofizyka-sejsmologa*. Biblioteka Szkoły Eksploatacji Podziemnej nr 8. Kraków, CPPGSMiE 1995.
14. Dubiński J. i inni: *Projektowanie eksploatacji górniczej minimalizującej wpływy wstrząsów górniczych na powierzchnię*. Materiały Międzynarodowej Konferencji: Ekologiczne aspekty podziemnej eksploatacji złóż kopalin użytkowych. Katowice, GIG 1993.
15. Dubiński J., Konopko W.: *Kierunki zwiększenia efektywności profilaktyki tąpniowej*. Przegląd Górniczy 1995 nr 4.
16. Dubiński J., Gerlach Z.: *Ocena oddziaływania górniczych wstrząsów górotworu na środowisko naturalne*. Przegląd Górniczy 1983 nr 3.
17. Filcek H., Majcherczyk T.: *Analiza rozkładu naprężeń z uwzględnieniem oddziaływania krawędzi i resztek w pokładach wyżej zalegających w strefie uskoku II na wybiegu ścian: 534a, 535a, 536a, 537a w pokładzie 510 I warstwa z uwagi na zagrożenie tąpnięciami*. Kraków, AGH 1996.
18. Filcek H.: *Współczesne poglądy na temat mechanizmu tąpnięć*. Przegląd Górniczy 1994 nr 2.
19. Goszcz A.: *Elementy mechaniki skał oraz tąpnięcia w polskich kopalniach węgla i miedzi*. Szkoła Eksploatacji Podziemnej. Kraków, CPPGSMiE PAN 1999.

20. Greń K., Popiołek E.: *Wpływ eksploatacji górniczej na powierzchnię i górotwór*. Skrypt uczelniany nr 1179. Kraków, AGH 1990.
21. Gerlach Z.: *Sieć pomiarowa przyspieszeń drgań gruntu*. Konferencja nt. Eksploatacja w górnictwie, a geofizyka. Kraków, AGH 1994.
22. Hejmanowski R., Kwinta A.: *Zastosowanie techniki satelitarnej GPS do monitorowania przemieszczeń punktów na terenach górniczych*. II Światowy Kongres Ochrony Środowiska na Terenach Górniczych. Katowice, GIG 1997.
23. Knothe S. i inni: *Próba ustalenia zależności pomiędzy intensywnością eksploatacji podziemnej, deformacjami terenu a uszkodzeniami obiektów*. Prace Naukowe GIG, Seria Konferencje 1995 nr 3.
24. Kijko A., Drzęzła B., Mendecki A.: *Dlaczego rozkłady ekstremalnych zjawisk w kopalniach mają rozkład bimodalny?* Acta Montana 1985 nr 7.
25. Kłeczek Z. i inni: *Ocena stanu zagrożenia tąpniętami i wstrząsami w trakcie eksploatacji pierwszej warstwy pokładu 510 w filarze ochronnym dla Osiedla Paderewskiego*. Kraków, AGH 1992.
26. Kłeczek Z., Zorychta A.: *Warunki wywoływania tąpnięć stropowych przez zjawisko wstrząsów*. Górnictwo. Kwartalnik AGH 1996 z. 2.
27. Kłeczek Z., Zorychta A.: *Wpływ zaszłości eksploatacyjnych na stan naprężenia górotworu zagrożonego tąpniętami*. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej 1990 nr 185.
28. Kłeczek Z.: *Tąpnięcia jako nagłe zagrożenia litologiczne*. Materiały z Sympozjum, Wisła 1998.
29. Konopko W. i inni: *Badania skuteczności USS techniką strzelniczą*. Katowice, GIG 1997.
30. Konopko W. i inni: *Badania nad optymalizacją szczelinowania skał techniką strzelniczą – dobór rodzaju MW*. Katowice, GIG 1998.
31. Konopko W. i inni: *Ukierunkowane hydroszczelinowanie skał (UHS) i możliwości jego wykorzystania*. Katowice, GIG 1997.
32. Konopko W., Kabiesz J., Cygankiewicz J.: *Wstrząsy i tąpnięcia jako inicjatory zagrożenia metanowego*. Przegląd Górniczy 1994 nr 2.
33. Kabiesz J., Konopko W.: *Instrukcja stosowania metody zapobiegania tąpniętom przez nawadnianie pokładów węgla*. Seria Instrukcje nr 2. Katowice, GIG 1996.
34. Krawczyk W., Pawełczyk H., Franczak J.: *Zarządzanie marketingowe w górnictwie węglowym na przykładzie kopalni*. Konferencja Naukowo-Techniczna nt.: Zarządzanie marketingowe. Poznań, Kiekrz 1994.
35. Krawiec A.: *Zwalczanie tąpnięć metodami strzelań wstrząsowych*. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, Seria Górnictwo 1993 nr 1188.
36. Kwiatek J. i inni: *Projektowanie eksploatacji górniczej w pokładzie 510 I warstwa z podszadką hydrauliczną pod Osiedlem Paderewskiego w Katowicach*. Katowice, GIG 1991.
37. Kwiatek J. i inni: *Opinia dotycząca możliwości eksploatacji pokładu 510 pod Osiedlem Paderewskiego według zmodyfikowanego wariantu*. Katowice, GIG 1992.
38. Kwiatek J. i inni: *Ochrona obiektów budowlanych na terenach górniczych*. Katowice, GIG 1997.
39. Kwiatek J. i inni: *Opinia górniczobudowlana dla terenu Osiedla im. I. Paderewskiego w Katowicach w związku z projektowaną eksploatacją górniczą I fazy II etapu*. Katowice, GIG 1988.
40. Kowalski A.: *Deformacje powierzchni nad szybko postępującym frontem eksploatacyjnym na podstawie badań na Kopalni „Staszic”*. Prace Naukowe GIG. Seria Konferencje 1995 nr 3.

41. Kicki J., Mazurkiewicz M.: *O niektórych aspektach stosowania podsadzki hydraulicznej*. Cuprum 1986 nr 1.
42. Kawulok M., Sulimowski Z.: *Kryteria dopuszczalnych deformacji budowli na terenach górniczych*. Bezpieczeństwo Pracy i Ochrona Środowiska w Górnictwie 1993 nr 2.
43. Kidybiński A.: *Metoda prognostycznej oceny jakości stropów wyrobisk ścianowych*. Komunikat GIG nr 459. Katowice 1969.
44. Ledwoń A.: *Budownictwo na terenach górniczych*. Warszawa, Wydaw. Arkady 1983.
45. Lisowski A.: *Podsadzka hydrauliczna w polskim górnictwie*. Katowice, GIG 1997.
46. Mazurkiewicz M.: *Rodzaj i jakość podsadzki w świetle ochrony powierzchni*. Ochrona Terenów Górniczych 1984 nr 70.
47. Mazurkiewicz M., Piotrowski Z.: *Składowanie pod ziemią odpadów z kotłów fluidalnych*. Materiały Szkoły Gospodarki Odpadami, Rytyro 1997.
48. Mazurkiewicz M., Piotrowski Z., Tajduś A.: *Lokowanie odpadów w kopalniach podziemnych*. Biblioteka Szkoły Eksploatacji Podziemnej. Kraków, CPPGSMiE PAN 1997.
49. Maciąg E., Tataro T.: *Szkodliwość dla niektórych budynków i uciążliwość dla ludzi drgań wzbudzanych wstrząsami górniczymi*. Prace Naukowe GIG. Seria Konferencje 1997 nr 20.
50. Marczak H.: *Zastosowanie fal pokładowych do rozpoznania tektoniki złoża*. Materiały Szkoły Eksploatacji Podziemnej. Kraków, CPPGSMiE PAN 1998.
51. Niemiec T., Gromysz T.: *Metody prostowania budynków przechylonych*. Budownictwo Górnicze i Tunelowe 1995 nr 3.
52. Neyman B.: *Źąpania w kopalniach węgla Górnego Śląska*. Komunikat GIG. Seria A nr 342. Katowice 1964.
53. Piwowarski W., Dżegniuk B., Niedojadło Z.: *Współczesne teorie ruchów górotworu i ich zastosowanie*. Kraków, AGH 1995.
54. Piotrowski Z.: *Technologiczne i ekologiczne uwarunkowania lokowania w pustkach podziemnych produktów odsiarczania spalin metodą pól suchą*. Praca doktorska. Kraków, AGH 1998.
55. Popiołek E., Milewski M., Ostrowski J.: *Próba oceny przydatności krzywizny profilu niecki obniżeniowej, jako wskaźnika zagrożenia obiektu podatnego wpływom podziemnej eksploatacji górniczej (na przykładzie LGOM)*. Przegląd Górniczy 1995 nr 11.
56. Parysiewicz W.: *Źąpania w kopalniach*. Katowice, Wydaw. „Śląsk” 1966.
57. Praca zbiorowa. Górnictwo. Kwartalnik AGH 1986 z. 2.
58. Praca zbiorowa: *Technika strzelnicza w górnictwie. Perspektywy rozwoju*. Kraków, AGH 1996.
59. Pawełczyk H., Gerlach Z.: *Dobór metod i środków profilaktycznych dla prowadzenia wyrobisk w warunkach zwiększonego zagrożenia ąpaniami w pokładzie 510 I warstwa w KWK „Katowice”*. Konferencja Naukowo-Techniczna Źąpania’95 nt.: Bezpieczne wyrobiska w niebezpiecznych warunkach. Katowice, GIG 1995.
60. Pawełczyk H.: *Działania KWK „Katowice” dla wzrostu skuteczności ochrony Śródmieścia Katowic przed szkodami górniczymi*. Konferencja Naukowo-Techniczna nt.: Ochrona powierzchni i obiektów budowlanych przed szkodami górniczymi. Katowice, GIG 1995.
61. Pawełczyk H., Gerlach Z.: *Zastosowanie systemów pomiarowych dla oceny zagrożenia wstrząsami górotworu i ąpaniami przy wybieraniu pokładu 510 w KWK „Katowice-Kleofas” Ruch II „Katowice”*. Mechanizacja i Automatyzacja Górnictwa 1997 nr 12.
62. Pawełczyk H., Pytlarz T.: *Eksploatacja w filarze ochronnym Śródmieścia Katowic*. Szkoła Eksploatacji Podziemnej. Kraków, CPPGSMiE PAN 1996.

63. Pawełczyk H., Skrzyński K., Paczeński K., Kowalski E.: *Obudowa podwójna dla przecinek ścianowych wykonywanych w trudnych warunkach górniczo-geologicznych*. Konferencja Naukowo-Techniczna nt. Sposoby i środki dla poprawy stanu utrzymania chodników przyścianowych zagrożonych tąpnięciami przy uwzględnieniu dużych koncentracji wydobywania. Ustroń 1999. SITG Koło Zakładowe GIG, Huta Łabędy, Fosroc -Poland.
64. Pawełczyk H.: *Ocena skuteczności górniczych metod zwalczania tąpnięć przy eksploatacji pod miejską zabudową*. Kraków, AGH 1999. (Praca doktorska).
65. Pawełczyk H.: *Badanie oddziaływania energii sejsmicznej na środowisko dołowe i powierzchniowe*. Szkoła Eksploatacji Podziemnej. Kraków 2000.
66. Pawełczyk H.: *Kształtowanie się aktywności i intensywności energii sejsmicznej z rozkładem na dni robocze i postojowe z uwzględnieniem zastosowanej profilaktyki aktywnej*. Szkoła Eksploatacji Podziemnej. Kraków 2000.
67. Pawełczyk H.: *Pokładogramy - zmodyfikowany sposób rejestracji i archiwizacji danych dotyczących eksploatacji górniczej*. Szkoła Eksploatacji Podziemnej. Kraków 2000.
68. Pawłowicz K., Major M.: *Zapobieganie tąpnięciom w Kopalni Węgla Kamiennego „Staszic” metodami techniki strzelniczej*. Katowice, GIG 1987.
69. Pytlarz T.: *Pomiary przemieszczeń poziomych na terenach górniczych*. Ochrona Terenów Górniczych 1988 nr 4.
70. Pielok J., Piwowarski W.: *Analiza niestacjonarnych pogórnich przemieszczeń poziomych*. Konferencja Naukowo-Techniczna nt. Nowoczesne technologie w badaniach deformacji na terenach eksploatacji górniczej. Zakopane 1998.
71. Sałustowicz A.: *Warunki ciśnienia przy odbudowie pokładów węgla z podsadzką*. Przegląd Górniczy 1948 nr 5/6.
72. Skinderowicz B.: *Prognozowanie deformacji jako podstawa zagospodarowania terenów górniczych*. Ochrona Terenów Górniczych 1980 nr 51.
73. Skrzypek Z., Major M., Gerlach Z.: *Dobór kompleksu metod i środków profilaktycznych przy wybieraniu silnie zagrożonego tąpnięciami pokładu 510 w KWK „Katowice”*. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, Seria Górnictwo 1987.
74. Skrzypek Z., Gerlach Z.: *Geofizyczna kontrola skuteczności profilaktyki aktywnej*. Acta Montana 1990.
75. Tajduś A.: *Utrzymanie wyrobisk korytarzowych w świetle wpływu czasu na naprężenia, odkształcenia i strefy zniszczenia w górotworze*. Zeszyty Naukowe AGH, Seria Górnictwo 1990.
76. Tyrała A. i inni: *Raporty od „0” do „8” dotyczące stanu technicznego budynków mieszkalnych, użyteczności publicznej i infrastruktury Osiedla Paderewskiego w dostosowaniu do robót górniczych i związanych z tym deformacji*. 1994–1998.
77. Wierzchowska Z.: *Mikrosejsmologiczne kryteria oceny stanu zagrożenia tąpnięciami w kopalniach*. Przegląd Górniczy 1978 nr 9.
78. Znański J.: *Kryteria powolnego i gwałtownego zruszania się środowiska do wyrobisk*. Komunikat GIG nr 250. Katowice 1960.
79. Zajac E.: *Organizacja zarządzania nowoczesną kopalnią*. Kraków, AGH 1991.
80. Zorychta A., Burtan Z., Chlebowski D.: *Wpływ zaszłości eksploatacyjnych na możliwość powstawania wstrząsów górniczych*. I Międzynarodowa Konferencja nt. Eksploatacja złóż w warunkach występowania zagrożeń naturalnych. Kraków, AGH 1991.
81. Zorychta A.: *Geomechaniczne przesłanki doboru metod minimalizacji zagrożenia wstrząsowego*. Bezpieczeństwo Pracy i Ochrona Środowiska w Górnictwie 1997 nr 7.

**WYKAZ PODSTAWOWYCH DOKUMENTÓW, NA PODSTAWIE
KTÓRYCH URUCHOMIONO I PROWADZONO EKSPLOATACJĘ
I WARSTWY POKŁADU 510 Z PODSADZKĄ HYDRAULICZNĄ,
POD OSIEDLEM PADEREWSKIEGO**

1. Program skoordynowanej eksploatacji górniczej KWK „Katowice” na lata 1986–1996. Protokół nr 2/87 – Uchwała nr 27 z dnia 12.02.1987 Resortowej Komisji ds. Tępań przy GIG.
2. Uchwała nr 144 plenarnego posiedzenia Komisji ds. Ochrony Powierzchni przed Szkodami Górniczymi przy Wyższym Urzędzie Górniczym z dnia 24.09.1987 r.
3. Notatka z narady, która odbyła się w dniu 10.06.1988 r. pod przewodnictwem Dyrektora Generalnego WWK mgr inż. Jana Szlachty we Wspólnocie Węgla Kamiennego w Katowicach.
4. Uchwała nr XXV/143/1988 Miejskiej Rady Narodowej w Katowicach z 16.06.1988 r.
5. Aneks nr 1 do Programu skoordynowanej eksploatacji górniczej na lata 1986–1996 w filarze ochronnym śródmieścia Katowic w ramach I fazy II etapu z uwzględnieniem rejonu Osiedla Paderewskiego, Doliny Trzech Stawów i szybu Południowego KWK „Katowice” – protokół nr 5/88 – uchwała nr 67 Resortowej Komisji ds. Tępań przy GIG.
6. Opinia Prezydium Komisji ds. Ochrony Powierzchni przed Szkodami Górniczymi przy WUG z dnia 22.03.1989 r. w sprawie Aneksu nr 1 do Programu skoordynowanej eksploatacji górniczej na lata 1986–1996.
7. Umowa zawarta w dniu 3.04.1989 r. pomiędzy Prezydentem Miasta Katowice mgr inż. Jerzym Świradem a Naczelnym Dyrektorem Przedsiębiorstwa Eksploatacji „Północ” w Katowicach mgr inż. Krzysztofem Krajewskim.
8. Uchwała Nr 162 plenarnego posiedzenia Komisji ds. Ochrony Powierzchni przed Szkodami Górniczymi przy WUG z dnia 8.07.1992 r., dotycząca Aneksu do „Programu skoordynowanej eksploatacji górniczej w ramach I fazy II etapu ze szczególnym uwzględnieniem Osiedla im. Paderewskiego”.
9. Aneks nr 2 do Programu skoordynowanej eksploatacji górniczej KWK „Katowice” na lata 1986–1996.
 - Protokół nr 12/92 Komisji ds. Tępań w Kopalniach Węgla Kamiennego z dnia 18.12.1992 r. dotyczący Aneksu Nr 2 do „Programu skoordynowanej eksploatacji górniczej w filarze ochronnym dla Śródmieścia Katowic w ramach I fazy II etapu ze szczególnym uwzględnieniem rejonu Osiedla Paderewskiego w Katowicach”.
 - Uchwała nr 33 z dnia 18.12.1992 r. (Podstawowe założenia eksploatacji pod Osiedlem Paderewskiego).
10. Aneks nr 3 do Programu Kompleksowego na lata 1986–1996.
 - Protokół nr 5/93 Komisji ds. Tępań w Kopalniach Węgla Kamiennego z dnia 18.06.1993 r. dotyczący Aneksu nr 3 w zakresie prowadzenia eksploatacji górniczej w filarze ochronnym dla przekopu głównego na poz. 630 m.
 - Uchwała nr 15 z dnia 18.06.1993 r. (zwiększenie długości ściany 535a i skrócenie 534a po tapnięciu w rejonie szybika 29 o energii, $E=7 \times 10^6$ J w dniu 19.05.1993 r.
11. Zezwolenie OUG l.dz. V-700/3/93 z dnia 6.12.1993 r. na oddanie do ruchu nowego oddziału wydobywczego w pokładzie 510 na poziomie 630 m (Partia środkowa pod Osiedlem Paderewskiego).
12. Plan Ruchu na lata 1994–1995.
13. Zezwolenie OUG l.dz. V-700/1/94 z dnia 1.08.1994 r. na uruchomienie ściany 535a.

14. Zezwolenie OUG l.dz. V-514/12/94 z dnia 6.08.1994 r. na prowadzenie eksploatacji górniczej w filarze ochronnym dla przekopu głównego na poziomie 630 m w pokładzie 510.
15. Zezwolenie OUG l.dz. V-700/1/95 z dnia 22.02.1995 r. na uruchomienie ściany 534a.
16. Aneks nr 4 do Programu Kompleksowego na lata 1986–1996.
 - Protokół nr 2/95 Komisji ds. Tapań w Zakładach Górniczych Wydobywających Węgiel Kamienny z dnia 24.02.1995 r. dotyczący Aneksu nr 4 do „Programu skoordynowanej eksploatacji górniczej KWK „Katowice” w latach 1986–1996 w ramach 1 fazy II etapu ze szczególnym uwzględnieniem Osiedla Paderewskiego w Katowicach”.
 - Uchwała nr 4/95 z dnia 24.02.1995 r. dotycząca zmiany usytuowania rozczinki ściany 536a i ustalenia rygorów dla ściany.
17. Uchwała nr 173 z posiedzenia Komisji ds. Ochrony Powierzchni przed Szkodami Górniczymi przy WUG z dnia 12.04.1995 r.
18. Zezwolenie OUG l.dz. V-700/2/95 z dnia 26.05.1995 r.
19. Zezwolenie OUG l.dz. V-700/3/95 z dnia 9.08.1995 r. na uruchomienie ściany 536a.
20. Protokół nr 4P/95 z posiedzenia Prezydium Komisji ds. Tapań w Zakładach Górniczych Wydobywających Węgiel Kamienny dotyczącego przyczyn okoliczności tąpnięcia zaistniałego w KWK „Katowice” w dniu 15.08.1995 r. odbytego w dniu 25.08.1995 r.
 - Uchwała nr 25/95 Prezydium Komisji ds. Tapań z dnia 25.08.1995 r. (Po tąpnięciu w rejonie ściany 538/1 $E=4 \times 10^6 \text{ J}$ – ograniczająca postęp ściany 536a do 30 m do czasu zakończenia biegu ścian 538/1 i 537).
21. Plan Ruchu na lata 1996–1997.
22. Zezwolenie OUG V-0234/4/96/JS z dnia 30.01.1996 r. na uruchomienie ściany 537a.
23. Zezwolenie WUG l.dz. GG/024/0016/96/02545/PL z dnia 23.02.1996 r. na pozostawienie resztki pod ścianą 536a.
24. Zezwolenie OUG l.dz. V-0234/5/96/JS z dnia 27.02.1996 r. na uruchomienie ściany 538/1a.
25. Zezwolenie OUG nr 37/D/96 z dnia 1.03.1996 r. dotyczące zatrzymania ściany 536a po wstrząsie $E=2 \times 10^6 \text{ J}$ w dniu 25.02.1996 r.
26. Aneks nr 5 do Programu skoordynowanej eksploatacji górniczej KWK „Katowice” na lata 1986–1996.
 - Uchwała nr 1/96 z dnia 29.04.1996 r. połączonych Komisji ds. Tapań w Zakładach Górniczych Wydobywających Węgiel Kamienny i Komisji ds. Ochrony Powierzchni przed Szkodami Górniczymi przy WUG (zatrzymanie ścian 537a i 538/1a, zmiana rygorów dalszej eksploatacji pod Osiedlem Paderewskiego).
27. Decyzja OUG l.dz. V-0234/7/96 z dnia 22.05.1996 r. dotycząca zmiany rygorów.
28. Program skoordynowanej eksploatacji górniczej KWK „Katowice” na lata 1996–2000.
 - Protokół nr 8/96 Komisji ds. Tapań w Zakładach Górniczych Wydobywających Węgiel Kamienny z dnia 30.08.1996 r.
 - Uchwała nr 28/96 – akceptacja Programu Kompleksowego na lata 1996–2000 (obowiązuje w dalszym ciągu Uchwała nr 1/96 z dnia 29.04.1996 r.).
29. Aneks nr 1 do Programu skoordynowanej eksploatacji górniczej KWK „Katowice” na lata 1996–2000.
 - Protokół nr 12/96 Komisji ds. Tapań w Zakładach Górniczych Wydobywających Węgiel Kamienny z udziałem zespołu roboczego Komisji ds. Ochrony Powierzchni z dnia 20.12.1996 r.
 - Uchwała nr 39/96 dotycząca uruchomienia ścian 537a i 538/1a i zmian rygorów eksploatacji pod Osiedlem im. I. Paderewskiego.

30. Decyzja OUG l.dz. V-234/1/JŚ/97 z dnia 13.01.1997 r. na uruchomienie ścian 537a, 538/1a i zmianę rygorów eksploatacji pod Osiedlem im. I. Paderewskiego.
31. Zarządzenie OUG nr 96a/G/DA/97 z dnia 25.08.1997 r. dotyczące zatrzymania ścian 537a i 538/1a.
32. Projekt dalszej eksploatacji pokładu 510 z dnia 26.08.1997 r. po tąpnięciu $E=2 \times 10^5$ J w dniu 23.08.1997 r.
33. Protokół nr 6P/97 Prezydium Komisji ds. Tąpań w Zakładach Górniczych Wydobywających Węgiel Kamienny z dnia 28.08.1997 r.
 - Uchwała nr 25/97 dotycząca rygorów eksploatacji pokładu 510 pod Osiedlem im. I. Paderewskiego – zatrzymanie i odświeżanie ścian 537a i 538/1a.
34. Decyzja Dyrektora OUG w Katowicach z dnia 2.09.1997 r. l.dz. V-0234/49/97.
35. Uchwała nr 12/97 z dnia 8.09.1997 r. Komisji ds. Ochrony Powierzchni przy WUG.
36. Aneks nr 3 do Programu skoordynowanej eksploatacji górniczej ... na lata 1996–2000.
37. Uchwała nr 29/97 z dnia 14.10.1997 r. Komisji ds. Tąpań w Zakładach Górniczych Wydobywających Węgiel Kamienny wraz z Zespołem Roboczym Komisji ds. Ochrony Powierzchni.
38. Zezwolenie Dyrektora OUG w Katowicach l.dz. V-0234/59/JŚ/97 z dnia 23.10.1997 r. – Etap I.
39. Zezwolenie Dyrektora OUG w Katowicach l.dz. V-0234/67/JŚ/97 z dnia 18.12.1997 r. – Etap II.
40. Plan Ruchu na lata 1998–2000.
41. Aneks nr 5 do Programu skoordynowanej eksploatacji pod śródmieściem Katowic na lata 1996–2000 – maj 1998 r.
 - Dodatek do Aneksu nr 5 do Programu skoordynowanej eksploatacji górniczej Kopalni Węgla Kamiennego „Katowice-Kleofas” Ruch II na lata 1996–2000 – czerwiec 1998 r.
 - Protokół nr 2/98 Komisji ds. Tąpań w Zakładach Górniczych Wydobywających Węgiel Kamienny z udziałem Zespołu Roboczego Komisji ds. Ochrony Powierzchni – czerwiec 1998 r.
 - Uchwała nr 7/98 zatwierdzająca Aneks nr 5 i dodatek do Aneksu nr 5.
42. Zezwolenie Dyrektora OUG l.dz. V-0234/24/JŚ/98 z dnia 29.07.1998 r. dotyczące dalszego prowadzenia eksploatacji pokładu 510 ścianami 537a i 538/1a.

Uchwałą nr 78/99 KHW S.A. Kopalnię „Katowice-Kleofas” Ruch II „Katowice” postawiono w stan likwidacji. 31.07.1999 r. zatrzymując ostatnie dwie ściany: 537a i 538/1a Kopalnia o kolejnych nazwach: „Ferdynand”, „Katowice”, a od czerwca 1996 roku „Katowice-Kleofas” Ruch II „Katowice” – wydobywając od 1823 roku około 120 mln ton węgla i dając pracę 7 pokoleniom zatrudnionych w niej ludzi – zaprzestała działalności górniczej.

ISBN 83-87610-58-5