

PRACA
DOKTORSKA

AKADEMIA GÓRNICZO – HUTNICZA im. Stanisława Staszica
WYDZIAŁ GÓRNICZY

PRACA DOKTORSKA

Ocena skuteczności górniczych metod zwalczania tępów przy eksploatacji pod miejską zabudową

Mgr inż. Henryk Pawełczyk

Promotor:

Prof. dr hab. inż. Maciej Mazurkiewicz

Kraków 1999

*Składam serdeczne podziękowania Promotorowi
Panu Prof. dr hab. inż. Maciejowi Mazurkiewiczowi
za cenne wskazówki oraz pomoc okazaną podczas pisania pracy*

*Tę pracę poświęcam
Żonie Danucie Pawełczyk
dedykując ją równocześnie
Córkom Jadwidze i Aleksandrze ...*

Spis treści

Wstęp	4
1. Metody zwalczania tąpań opisane w literaturze	5
1.1. Metody rozpoznawania i bieżącej oceny zagrożenia tąpaniami	6
1.2. Górnicze metody technologiczne i środki techniczne ograniczające zagrożenie tąpaniami oraz zmniejszające ich skutki	6
1.2.1. Profilaktyka długofalowa	7
1.2.2. Działania doraźne	7
1.2.2.1. Aktywne metody zwalczania tąpań i ich charakterystyka	8
1.2.2.1.1. Metoda nawadniania	8
1.2.2.1.2. Metoda rozwiercania pokładu	9
1.2.2.1.3. Strzelania wstrząsowe	9
1.2.2.1.4. Metoda torpedowania stropu	11
1.2.2.1.5. Metoda UHS (ukierunkowane hydroszczelinowanie skal)	11
1.2.2.1.6. Metoda USS (ukierunkowane szczelinowanie skal techniką strzelniczą)	13
2. Teza i cel pracy	17
3. Metoda analizy materiałów empirycznych	19
3.1. Zbiór danych do analizy – Pokladogramy	19
4. Analiza stanu górotworu i powierzchni przed podjęciem eksploatacji górniczej w I warstwie pokładu 510 w obszarze modelu (przed 1.08.1994) oraz samej powierzchni w czasie i po eksploatacji (1.08.1994 – 31.07.1998)	26
4.1. Analiza stanu górotworu	26
4.1.1. Stratygrafia i litologia	26
4.1.2. Charakterystyka złoża	32
4.1.3. Tektonika złoża	41
4.2. Analiza stanu powierzchni	42
4.2.1. Charakterystyka wpływów skoordynowanej eksploatacji górniczej prowa- dzonej poza obszarem modelu na jego powierzchnię (przed 1.08.1994)	42
4.2.2. Charakterystyka zabudowy terenu w obszarze modelu	47
4.2.3. Analiza stanu powierzchni w czasie i po eksploatacji pod centralną częścią Osiedla Paderewskiego (1.08.1994 – 31.07.1998)	53

5. Analiza zagrożeń górniczych w obszarze modelu	62
5.1. Systemy pomiarowe stosowane do oceny zagrożenia wstrząsami górotworu i tąpnięciami przy wybieraniu I warstwy pokładu 510 w KWK „Katowice-Kleofas” Ruch II „Katowice”	62
5.1.1. Zakres i sposób obserwacji zagrożenia wstrząsami górotworu i tąpnięciami	62
5.1.2. Metody obserwacji zagrożenia wstrząsami górotworu i tąpnięciami	65
5.2. Prognozowane zagrożenie wstrząsami górotworu i tąpnięciami	68
5.3. Rzeczywiste zagrożenie wstrząsami górotworu i tąpnięciami	70
5.4. Zagrożenie metanowe	74
5.5. Zagrożenie pożarowe	76
5.6. Zagrożenie wodne, rola podsadzki hydraulicznej	77
6. Analiza charakterystycznych zdarzeń geodynamicznych	80
6.1. Pochylnia I wschodnia pokład 510, warstwa przyspągowa, poziom 630 m	82
6.1.1. Opis tąpnięcia	82
6.1.2. Stosowana profilaktyka przed tąpnięciem	85
6.1.3. Warunki prowadzenia pochylni I wschodniej po tąpnięciu	85
6.1.4. Analiza zdarzenia	85
6.2. Ściana 538/1 pokład 510, warstwa przyspągowa, poziom 630 m	88
6.2.1. Opis tąpnięcia	88
6.2.2. Stosowana profilaktyka przed tąpnięciem	89
6.2.3. Warunki prowadzenia ściany 538/1 po tąpnięciu	90
6.2.4. Analiza zdarzenia	91
6.3. Ściana 536a pokład 510, warstwa przyspągowa, poziom 630 m	95
6.3.1. Opis wstrząsu	95
6.3.2. Stosowana profilaktyka przed wstrząsem	96
6.3.3. Warunki prowadzenia ściany 536a po wstrząsie	97
6.3.4. Analiza zdarzenia	97
6.4. Ściana 537a pokład 510, warstwa przyspągowa, poziom 630 m	105
6.4.1. Opis tąpnięcia	105
6.4.2. Stosowana profilaktyka przed tąpnięciem	106
6.4.3. Warunki prowadzenia ściany 537a po tąpnięciu	107
6.4.4. Analiza zdarzenia	108
6.5. Ściana 536a pokład 510, warstwa przyspągowa, poziom 630 m (analizowana z uwagi na tąpnięcia drugi raz)	115
6.5.1. Opis tąpnięcia	115
6.5.2. Stosowana profilaktyka przed tąpnięciem	116

6.5.3. Warunki prowadzenia ściany 536a po tąpnięciu	116
6.5.4. Analiza zdarzenia	120
7. Analiza skuteczności zastosowanej profilaktyki górniczej	124
7.1. Aktywność i intensywność energii sejsmicznej z dni obłożonych, postojowych i strzelań profilaktycznych	126
7.2. Aktywność i intensywność energii sejsmicznej z dni postojowych i strzelań profilaktycznych, wskaźniki $\geq$ doba postoju	138
7.3. Wpływ nawadniania na aktywność i intensywność energii sejsmicznej	172
7.4. Analiza aktywności i intensywności energii sejsmicznej wraz z podstawowymi danymi charakteryzującymi poszczególne ściany modelu pod kątem prowadzonej profilaktyki aktywnej	175
7.5. Analiza aktywności i intensywności energii sejsmicznej oraz energii średniej z dni roboczych i postojowych z uwzględnieniem zastosowanej profilaktyki aktywnej	183
8. Podsumowanie i wnioski końcowe	197
Wykaz literatury	201
Spis tabel	205
Spis rysunków	207
 Załącznik nr 1	
 Załącznik nr 2	
 Załącznik nr 3	
 Załącznik nr 4	

Wstęp

Zagadnienie tapani w kompleksie zagrożeń w górnictwie węgla kamiennego należy obecnie do najistotniejszych, tąpnięcia były bowiem przyczyną najtragiczniejszych zdarzeń, w wyniku których wypadkom uległo wielu górników. Ich skutki, zwłaszcza w warunkach eksploatacji pod zabudową miejską, odczuwane są nie tylko w wyrobiskach dołowych, ale również w budynkach. Mieszkańcy tych budynków, odczuwając dyskomfort, są kolejnymi (oprócz górników) potencjalnymi poszkodowanymi. Równocześnie same budynki mogą ulegać uszkodzeniom, a zatem i ten aspekt skutków musi być brany pod uwagę przez projektujących eksploatację.

Problematyka tapani jest niezwykle obszerna. Została ona podsumowana w wydanej ostatnio monografii autorstwa Antoniego Goszcza [19]. Z tematyki tej do badań wybrałem zagadnienie skuteczności górniczych metod przeciwdziałania tapaniom. Posłużyłem się również innymi opracowaniami. Wykorzystałem doświadczenie zebrane podczas projektowania i nadzorowania eksploatacji pod Osiedlem Paderewskiego, gdzie Kopalnia „Katowice-Kleofas” Ruch II „Katowice” od 1.08.1994 do 31.07.1998 r. prowadziła działalność górnictw w pierwszej, przyspągowej warstwie pokładu 510 w najbardziej zagrożonym tapaniowo obszarze. Przedmiotowe pole składało się z pięciu poprzecznych ścian z podsadzką hydrauliczną, wybieranych pod centralną częścią osiedla.

Kryteria realizacji tej eksploatacji zostały sprecyzowane w wymaganych dokumentach (Załącznik nr 4), jej warunki zaś oparto na aktualnym stanie wiedzy dotyczącym techniki i technologii wybierania spod terenów zabudowanych pokładów węgla zagrożonych tapaniami. Podstawowymi rygorami, które umożliwiły podjęcie decyzji o tej eksploatacji były:

- nie przekroczenie emisji energii rzędu 10^7 J,
- nie przekroczenie deformacji powierzchni odpowiadających I kategorii,

a przyjęto je na podstawie opinii, których głównymi autorami byli: A. Ajdukiewicz [1], A. Biliński [2], B. Drzęzła [8], J. Dubiński [11], H. Filcek [17], Z. Kłeczek [25], J. Kwiatek [36, 37, 39]. Wiele cennych uwag w formie koreferatów, konsultacji czy merytorycznych

wypowiedzi wniesli m.in. B. Dżegniuk, J. Pielok, M. Chudek, A. Popiołek, T. Majcherczyk, E. Maciąg, M. Kawulok, B. Cianciara, W. Konopko, A. Zorychta, S. Knothe oraz Przewodniczący Komisji ds. Tapań w Zakładach Wydobywających Węgiel Kamienny – W. Etryk.

Nad przebiegiem eksploatacji naukowy nadzór sprawował Zespół pod kierunkiem H. Filcka, którego członkami byli: B. Drzęzła, J. Dubiński, A. Frycz, J. Kwiatek, W. Konopko oraz M. Bohosiewicz, P. Mitręga, B. Syrek.

Odpowiadając za przebieg eksploatacji zgodnie z wypracowanymi założeniami, gromadziłem materiały, które posłużyły do dalszych analiz. Stanowią one przedmiot niniejszej pracy.

1. Metody zwalczania tapań opisane w literaturze

Wysoki potencjalny stopień zagrożenia tapaniami w polskim górnictwie węglowym spowodowany jest następującymi czynnikami:

- zwiększającą się głębokością eksploatacji,
- wzrostem udziału wydobywania z pokładów skłonnych do tapań,
- wysokim natężeniem eksploatacji w odniesieniu do jednostki powierzchni czynnego obszaru górniczego,
- znacznym stopniem wyeksploatowania złoża, silnie naruszającym równowagę górotworu nad aktualnie prowadzonymi robotami górnictwem, w tym eksploatacją pod krawędziami,
- eksploatacją resztkowych fragmentów pokładów, filarów oporowych i ochronnych.

W zależności od położenia ogniska wstrząsu inicjującego tąpnięcie, wyróżnia się tapania pokładowe i stropowe. Skutkiem występujących tapań są przede wszystkim uszkodzenia wyrobisk górniczych, co powoduje utratę ich funkcji. Stopień uszkodzenia zależy od stanu technicznego wyrobisk, energii i mechanizmu zjawiska sejsmicznego towarzyszącego tąpnięciu oraz odległości ogniska wstrząsu od czynnych ścian, chodników i obiektów dołowych. Skutki w budynkach na powierzchni przejawiają się przede wszystkim uszkodzeniami architektonicznymi (zwanymi również kosmetycznymi) - nie dotyczą one konstrukcji nośnych. Zalicza się tutaj: rysy i spękania w ścianach, odpadanie płytek ceramicznych ściennych szklonych i okładzin, rysy i spękania ścianek działowych. Do uszkodzeń elementów nośnych zalicza się takie, które prowadzą do

zmniejszenia wytrzymałości fragmentów konstrukcyjnych budynku, a mianowicie: rysy i spękania murów nośnych, połączeń między ścianami, nadproży, filarów itp.

Dominującą rolę w powstawaniu zagrożenia ma załamywanie się grubych i zwięzłych warstw stropowych, występujące często w znacznej odległości od wyrobisk górniczych (tąpania stropowe). Zjawiskom takim towarzyszą wysokoenergetyczne wstrząsy, które stanowią zagrożenie dla miejskich aglomeracji i zabudowy powierzchniowej [18, 26, 27, 28, 52, 57, 59, 62, 63, 67, 73, 75].

1.1. Metody rozpoznawania i bieżącej oceny zagrożenia tąpaniami

Zaliczamy do nich metody wstępnej oceny zagrożenia na podstawie cech złożowych, analizy warunków górniczo-geologicznych danego rejonu eksploatacyjnego, skłonności węgla i skał otaczających do tąpań.

Bieżąca kontrola stanu zagrożenia tąpaniami obejmuje lokalizację w górotworze stref szczególnego zagrożenia tąpaniami oraz analizę aktywności sejsmicznej rejestrowanej podczas prowadzenia robót górniczych. Wykorzystuje się w tym zakresie doświadczenia z eksploatacji pokładów zagrożonych tąpaniami, a także cały kompleks pomiarowych metod górniczo-geofizycznych. Szczególne znaczenie mają metody geofizyczne, które pozwalają na bieżącą ocenę aktywności sejsmicznej poszczególnych pól eksploatacyjnych, określenie kryteriów oceny zagrożenia i stwierdzenie na tej podstawie przekroczeń stanów bezpiecznych [12, 13, 15, 21, 43, 50, 57, 69].

1.2. Górnicze metody technologiczne i środki techniczne ograniczające zagrożenie tąpaniami oraz zmniejszające ich skutki

Całokształt przedsięwzięć technologicznych i technicznych związanych ze zwalczaniem zagrożenia tąpaniami w literaturze dzieli się na dwie podstawowe grupy działań: profilaktykę długofalową oraz działania doraźne [57].

1.2.1. Profilaktyka długofalowa

Obejmuje ona zespół środków dotyczących takich działań, jak:

- sposób udostępnienia złoża tąpiącego,
- ustalenie kolejności, kierunków i porządku eksploatacji zgodnie z zasadami eksploatacji odprężającej,
- rozcięcie złoża wyrobiskami korytarzowymi pokładów tąpiących,
- wybór systemu wybierania, z zawałem lub z podsadzką hydrauliczną,
- koordynacji frontów eksploatacyjnych,
- dobór podstawowych parametrów eksploatacji, głównie prędkości, wysokości, odległości pomiędzy frontami ścian, a w przypadku systemu eksploatacji z podsadzką hydrauliczną, kroku podsadzki,
- techniczne wyposażenie wyrobisk górniczych.

Do ważnych zasad zalicza się również minimalizację 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.

Zadanie to jest 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 praktyczne potwierdzają, że dobór optymalnych parametrów prowadzenia robót przygotowawczych i eksploatacyjnych w dostosowaniu do istniejących warunków geologiczno-górniczych, czyli racjonalnie zastosowana w projektowaniu eksploatacji profilaktyka długofalowa, jest podstawową formą ograniczenia zagrożenia tąpnięciami. Zasadniczo jedynie tam, gdzie zastosowane środki technologiczne nie pozwalają na jego likwidację, stosowane są doraźne metody przeciwdziałania tąpniom.

1.2.2. Działania doraźne

Obejmują one:

- aktywne metody odprężania stref przyociosowych pokładów węglowych tąpiących lub środowiska skalnego otaczającego wyrobiska,

- wzmacnianie obudowy wyrobisk celem ograniczenia ewentualnych skutków tapani,
- działania organizacyjne, dotyczące głównie ograniczenia liczby załogi zatrudnionej w strefach bezpośredniego zagrożenia.

1.2.2.1. Aktywne metody zwalczania tapani i ich charakterystyka

Aktywne metody zwalczania tapani wchodzące w skład działań doraźnych, mają na celu rozładowanie naprężeń w strefach ich koncentracji lub sprowokowanie tąpnięcia w wybranym przez kopalnię momencie, przy wycofanej załodze i zabezpieczonych wyrobiskach [19]. Zaliczamy do nich: metodę nawadniania, rozwiercania pokładu, strzelań wstrząsowych, torpedowania stropu oraz UHS i USS.

1.2.2.1.1. Metoda nawadniania [19, 33]

Zapobieganie tapaniom przez nawadnianie węgla należy do metod, które najwcześniej były stosowane w górnictwie węgla kamiennego. Nasycenie wodą skały obniża jej 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. Wprowadzenie w strukturę pokładu określonej ilości wody może w nawadnianym rejonie obniżyć zagrożenie tapaniami. Efekt ten przemija stopniowo wraz z upływem czasu od momentu nawodnienia.

Nawadnianie pokładów węgla dla zwalczania zagrożenia tapaniami polega na wtłoczeniu za pomocą agregatów pompowych w pokład przez otwory wiertnicze wody pod ciśnieniem do 30 MPa. 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 miarowe wypełnianie spękań i szczelin wodą, daje się zaobserwować systematyczny wzrost ciśnienia. W następnej fazie, gdy występuje już hydrauliczne szczelinowanie, to jest propagacja pęknięć pod wpływem spiętrzenia naprężeń rozciągających w wierzchołkach szczelin, ciśnienie może spaść nawet do zera, jeżeli w wyniku szczelinowania 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 o długości 5–100 m lub nawadnianie z chodników przyścianowych, równoległych do czoła przodka ścianowego, otworami długimi do 100 m.

Szczegółowe warunki postępowania i stosowania metody nawadniania z zaleceniem stosowania w kopalniach węgla kamiennego opracowano w GIG [33].

1.2.2.1.2. Metoda rozwiercania pokładu [19]

Metoda ta polega na usunięciu pewnej objętości węgla z pokładu w procesie wiercenia otworów. Wokół otworu tworzy się strefa deformacji pseudoplastycznych, w której struktura pokładu jest zniszczona, pozbawiona zdolności do akumulacji energii sprężystości. Skuteczność tego zjawiska będzie tym większa, im większa będzie średnica otworu. Wierząc dużą liczbę otworów o dużej średnicy można odprężyć pokład na odpowiednio dużej powierzchni. Metoda ta wywodzi się w pewnym sensie z oceny stanu zagrożenia tapaniami metodą wierceń małosrednicowych, 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 tapaniom 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 ze względu na możliwość sprowokowania lokalnego tąpnięcia na skutek wiercenia. Długość otworów zależy od warunków lokalnych i celu odprężania.

1.2.2.1.3. Strzelania wstrząsowe [19, 35]

Metoda ta polega na wierceniu otworów w ociosie węglowym i na odpaleniu możliwie dużego (według [19] jednoczesne odpalenie około 150 kg daje najlepsze efekty, przy czym zużycie MW na 1 m postępu przodka ścianowego wynosi około 80 kg), zależnego od warunków lokalnych przodka ładunku MW. Odpalenie odpowiednio silnego ładunku MW powoduje propagację wywołanych detonacją drgań górotworu, które w naprężonym ośrodku skalnym mogą zapoczątkować uwolnienie nagromadzonej w nim energii. (Problem wielkości i skuteczności ładunku MW jest jednym z zagadnień analizy.)

Metoda ta należy do grupy metod zapobiegających tapaniom typu pokładowego i na większą skalę zaczęto ją stosować w górnictwie węglowym w latach sześćdziesiątych. Z czasem ulegała

licznym modyfikacjom. Propozycję zastosowania strzelań wstrząsowych do zwalczania tąpnięć podał 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) wykonywane jest przede wszystkim wówczas, gdy w otoczeniu wyrobiska znajduje się strefa koncentracji naprężeń. Strzelanie to powoduje zniszczenie struktury pokładu, przez co następuje rozładowanie naprężeń, a strefa koncentracji odsuwa się od ociosu. Wytworzona przez strzelanie kamufletowe strefa odprężona (zniszczona) pomiędzy wyrobiskiem a odsuniętą strefą koncentracji naprężeń stanowi swego rodzaju strefę ochronną (bufor ochronny) 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 wierci się je na głębokość do 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 odczekaniu ustalonego dla danego wyrobiska (zazwyczaj od 30 do 40 min) czasu.

Strzelanie odprężająco-urabiające. Celem tego strzelania jest sprowokowanie wstrząsu oraz urobienie ociosu węglowego na określonej głębokości. Istotnym ograniczeniem w kopalniach węgla metody zapobiegania tąpniom przez strzelania wstrząsowe jest konieczność stosowania powietrznych MW, które mają mniejszą siłę detonacji, a tym samym efekty uzyskiwane przy ich wykorzystaniu są gorsze niż np. przy stosowaniu dynamitu (co ma miejsce np. w kopalniach LGOM).

Należy tu zwrócić uwagę na fakt, że z nowej interpretacji istoty i mechanizmu strzelań [35] wynika między innymi zasada, iż prowokacja wstrząsów, tąpnięć lub odprężeń górotworu zależy głównie od wielkości odkrytej robotami strzałowymi powierzchni stropu, a nie od ilości odpalonego MW, czyli zakres robót strzałowych powinien być wykonywany na całej długości frontu przodka, a nie tylko na jego zagrożonej części. Wielkość odkrytego robotami strzelniczymi stropu nie może być dowolna. Określa się ją np. na podstawie pracy [43] i doświadczeń danej kopalni.

Taki punkt widzenia na strzelania wstrząsowe, a w szczególności na strzelania wstrząsowo-urabiające tłumaczy, dlaczego ich skuteczność rośnie, ale tylko do pewnej granicy wraz ze wzrostem ilości odpalonego MW w serii. Po przekroczeniu tej granicznej wielkości ładunku MW – charakterystycznej dla lokalnych warunków geologiczno-górnich, techniczno-ruchowych oraz

stopnia i rozmiaru zagrożenia – efektywność strzelań praktycznie nie poprawia się, mimo wzrostu ilości MW.

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, mamy do czynienia z sytuacją bardzo niekorzystną i niepożądaną, lecz w praktyce występującą, i to dość często. W takiej sytuacji zaleca się prowadzić tylko strzelania wstrząsowo-odprężające.

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

1.2.2.1.4. Metoda torpedowania stropu [19]

Metoda ta polega na zdeintegrowaniu robotami strzałowymi skał płonnych, a zwłaszcza skał stropowych otaczających pokład węgla. Odpalenie silnego ładunku MW w otworze odwierconym w stropie powoduje zniszczenie wokół niego skał. Niezależnie od zniszczenia skały i powstania spękań, eksplozja ładunku MW powoduje propagację drgań, które – ze względu na możliwość zastosowania materiałów wybuchowych skalnych i zazwyczaj większą sprężystość tych skał – osiągają większą amplitudę i rozchodzą się na znaczne odległości. Ze wzrostem odległości następuje wytłumienie tych drgań, przez co efekt strzelania torpedującego zależy od odległości i miejsca eksplozji ładunku.

Skuteczność strzelania torpedującego jest tym większa, im bardziej sprężysta i mocniejsza jest skała, dlatego torpedowanie stropu ma sens techniczny tylko wtedy, gdy jest pewność odpalenia ładunku MW w skałach o odpowiednich parametrach wytrzymałościowo-sprężystych.

1.2.2.1.5. Metoda UHS (ukierunkowane hydroszczelinowanie skał) [19, 31]

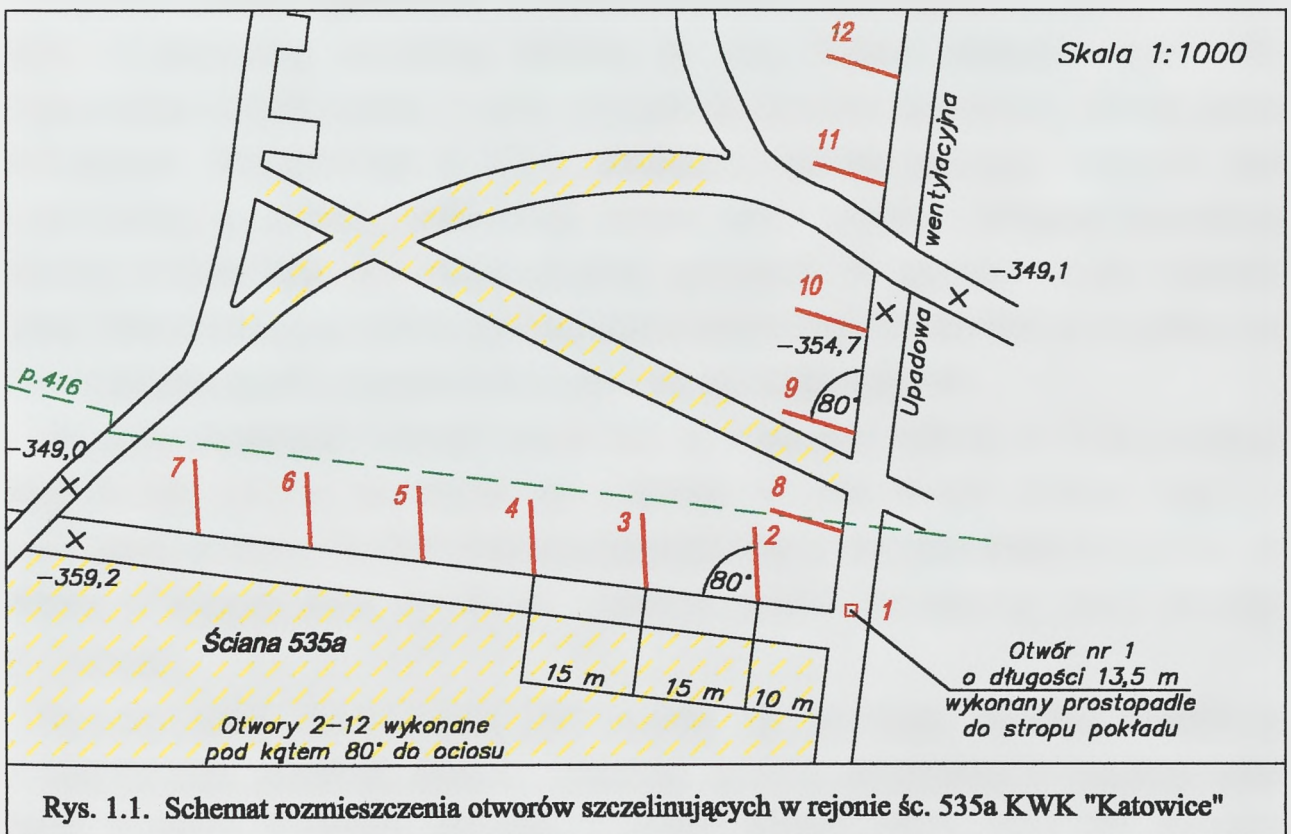
Metoda ta polega na wytworzeniu w górotworze szczelin hydrorozwarstwienia, dzielących warstwy skalne na bloki czy płyty o określonych wymiarach i kształtach. Jest to możliwe dzięki wykonaniu w otoczeniu otworu wiertniczego tzw. szczeliny zarodnikowej o ściśle zadanej

orientacji przestrzennej. Wyznacza ona kierunek propagacji właściwej szczeliny hydrorozwarstwienia, której powstanie wymuszane jest ciśnieniem cieczy włączanej do otworu.

Zasięg tak powstałej nieciągłości struktury warstwy skalnej jest o wiele większy niż uzyskiwany w czasie strzałów torpedujących i praktycznie może sięgać do około 25 metrów od otworu szczelinującego.

Ukierunkowane hydroszczelinowanie (UHS) umożliwia głównie zmianę własności technologicznych skał przez ich kontrolowany podział na płyty czy bloki, przez co ogranicza zagrożenie tapaniami. Stwarza również możliwość zwiększenia wydajności pozyskiwania metanu oraz może mieć zastosowanie do gaszenia pożarów czy zwalczania zagrożenia wyrzutowego.

Praktycznym przykładem zastosowania tej metody była realizacja UHS przez zespół autorski [31] w KWK „Katowice” w pokładzie 510 w warunkach III stopnia zagrożenia tapaniami, III kategorii zagrożenia metanowego i I stopnia zagrożenia wodnego, w polu ściany 535a (pierwszej z wybranego w tej pracy do analizy modelu), gdzie stwierdzono wysoki stan zagrożenia tapaniami (rys. 1.1). Po wykonaniu UHS 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 prowadzone przez GIG [31] określane są jako pozytywne. UHS – jako jedna z metod ograniczenia zagrożenia tapaniami czy likwidacji zawisania stropu (poprawa warunków

utrzymania wyrobisk górniczych) poprzez „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 do głębokości otworów rzędu 25–30 m. Przy konieczności szczelinowania w otworach głębszych, rzędu kilkudziesięciu metrów, realizacja UHS staje się trudna, długotrwała i mało efektywna.

Jak stwierdza Zespół [31], badania nad stosowaniem metody UHS należy traktować jako wstępne. Wskazują one na możliwość jej doskonalenia i wielokierunkowego wykorzystania.

1.2.2.1.6. Metoda USS (ukierunkowane szczelinowanie skał techniką strzelniczą) [19, 29, 30]

Metoda ukierunkowanego szczelinowania skał techniką strzelniczą jest jedną z odmian torpedowania stropu, a jednocześnie pochodną szczelinowania techniką hydrauliczną, i polega na wytworzeniu w górotworze za pomocą strzelań MW szczeliny niezależnej od istniejącego systemu płaszczyzn osłabionej spoistości górotworu.

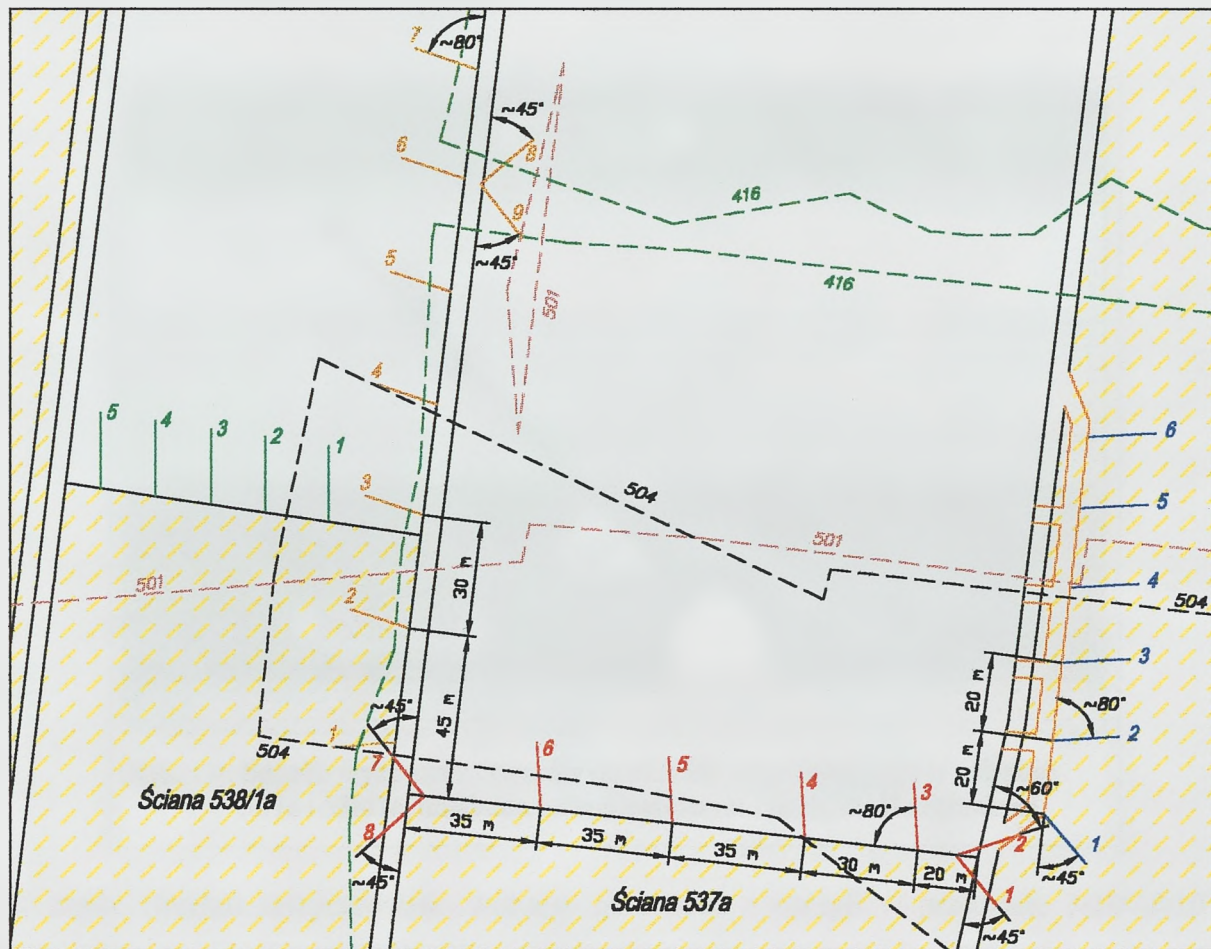
Istota metody polega na zapoczątkowaniu szczelinowania wybuchem MW w płaszczyźnie wyznaczonej szczeliną zarodnikową. Szczeliną zarodnikową nazywane jest wycięcie w ścianie otworu o powierzchni poprzecznej zbliżonej do klina. Podczas detonacji ładunku MW, umieszczonego w części otworu, w której wykonana jest szczelina zarodnikowa, ciśnienie gazów postrzałowych skoncentrowane w ostrym zakończeniu szczeliny powoduje rozrywanie skał w płaszczyźnie tej szczeliny. Jednocześnie ciśnienie gazów powoduje powstanie koncentracji naprężeń w ostrzu klina, który tworzy szczelina zarodnikowa. 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 MW.

Dla celów zawałowych strzelania wykonywane są w otworach krótkich, do 15 m, o średnicy około 44 mm, szczeliny zarodnikowe zaś o średnicy 130 mm. W tych otworach mogą być wykorzystane urządzenia do UHS. Przy szczelinowaniu długimi otworami ponad 15 m stosuje się średnicę w otworach równą $\varnothing = 75$ mm, a średnica szczeliny zarodnikowej wynosi wówczas $\varnothing = 244$ mm.

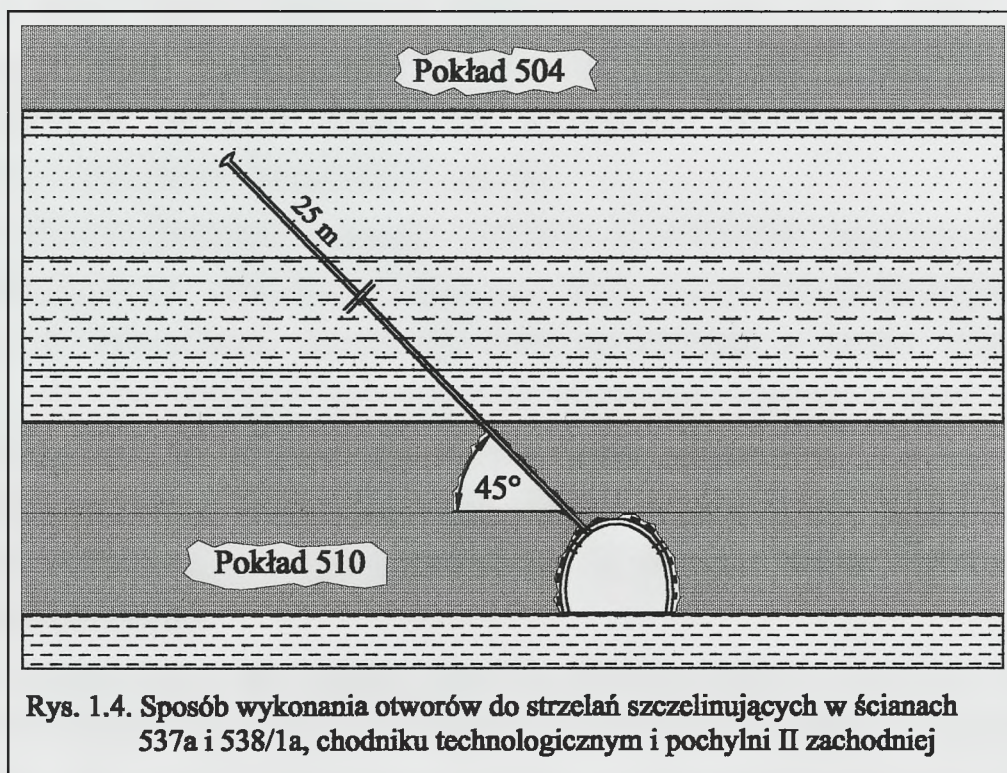
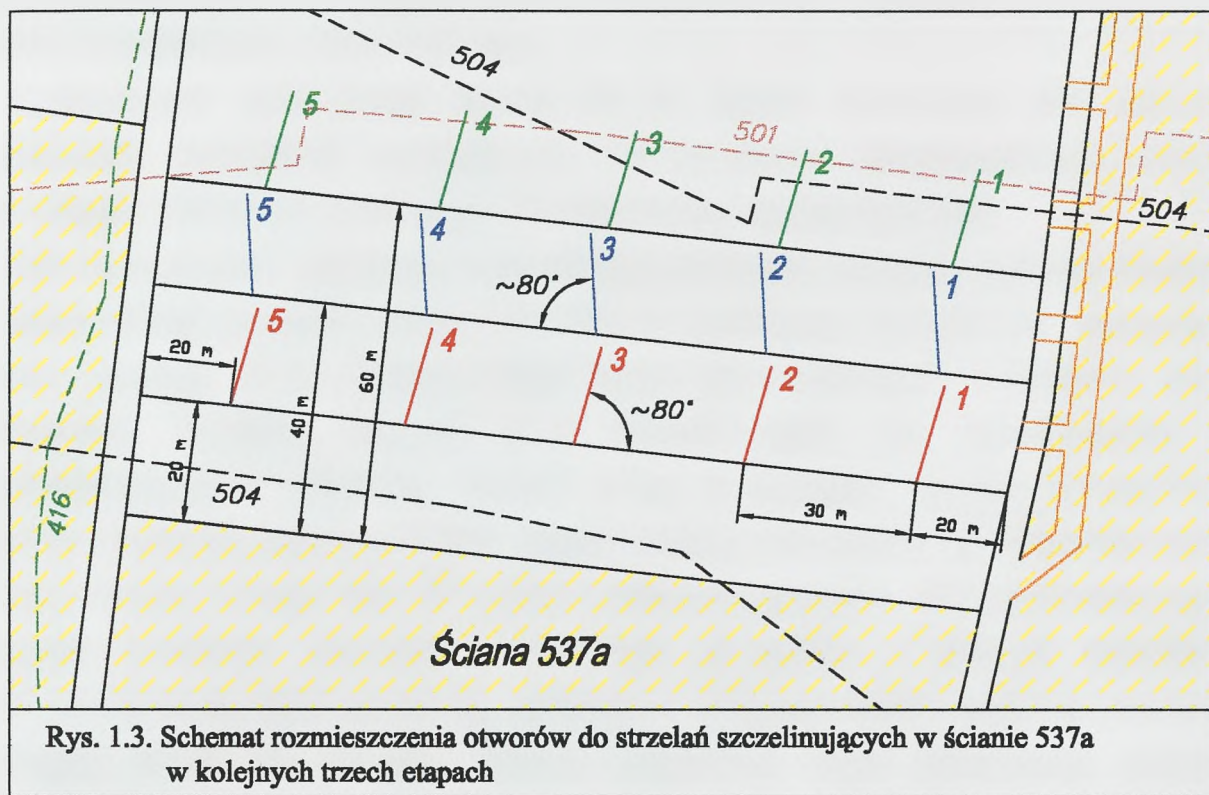
Najkorzystniejsze wyniki metodą USS uzyskuje się lokalizując szczelinę zarodnikową w monolitycznych warstwach skalnych. Lokalizując szczeliny zarodnikowe w miejscach ugięć warstw w pobliżu eksploatacji dokonanej (w pobliżu krawędzi calizna–zroby) USS powoduje likwidację zawisania stropu, a tym samym zmniejszanie stanu naprężenia w caliznie węglowej i w stropie. Strzelania takie powodują przeważnie wstrząsy górotworu rzędu 10^3 – 10^4 J. Metoda USS stosowana poza strefą wpływów eksploatacji prowokuje wstrząsy rzędu 10^2 – 10^3 J.

Nie wpływa ona bezpośrednio na liczącą się zmianę stanu naprężenia w górotworze czy też w pokładzie. Jednak w rezultacie zruszenia górotworu późniejsze jego podbieranie nie generuje wysokoenergetycznych wstrząsów, a tym samym powoduje ograniczenie zagrożenia tapaniami stropowymi. Korzystne rezultaty ograniczenia zagrożenia tapaniami uzyskuje się przez łączenie metody USS z UHS lub też metody USS z nawadnianiem skał. Metodę USS zaleca się stosować między innymi dla prowokowania niskoenergetycznych wstrząsów górotworu, ograniczenia wstrząsogenności górotworu oraz likwidacji zawisania stropu w zrobach.

Praktycznym przykładem zastosowania omawianej metody była jej realizacja w KWK „Katowice-Kleofas” Ruch II „Katowice” w warunkach jak w omówieniu dla ściany 535a (przy UHS), lecz dla ścian 537a (rys. 1.2, 1.3) i 538/1a. Szczelinowanie stropu pokładu prowadzone było otworami o długości 25 m każdy, wierconymi pod kątem około 45° w stosunku do płaszczyzny stropu (rys. 1.4). Szczelina zarodnikowa wykonana była przy dnie otworów, w warunkach skalnych pomiędzy pokładem 510 i 504. Ich zadaniem było zlikwidowanie zawisania stropu na obrzeżach calizny pola, głównie ściany 537a.



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



W czasie strzelań zarejestrowano wstrząsy górotworu o energii w przedziale $3 \cdot 10^3 - 8 \cdot 10^3$ J. Analizę zdarzenia, następstwem którego było zastosowanie profilaktyki aktywnej metodą USS, przeprowadzono w rozdziale 6.4. Łącznie dotychczas w polskich kopalniach profilaktykę aktywną za pomocą USS zastosowano na długości około 5500 m wyrobisk, na ogół w warunkach wysokiego

stanu zagrożenia tapaniami. Długości otworów kształtowały się w granicach 13–65 m, a liczba szczelin zarodnikowych w otworze od 1 do 3.

Przeprowadzone przez Zespół autorski [29, 30] badania skuteczności USS metodami geotomografii, wziernikową, grawimetryczną oraz nawadniania niskociśnieniowego wykazały zadowalającą skuteczność prowadzonego ukierunkowanego szczelinowania skał.

Prócz wymienionych i scharakteryzowanych metod aktywnego zwalczania zagrożenia tapaniami w ramach działań doraźnych ważnym elementem w zapobieganiu tapaniom jest wzmacnianie obudowy wyrobisk. Obecnie dostępne rodzaje obudów zmechanizowanych w dostateczny sposób zabezpieczają wyrobiska ścianowe przed skutkami tapani oraz towarzyszącymi im wysokoenergetycznymi wstrząsami. Problem istnieje w przypadku wyrobisk korytarzowych, w których dotychczas stosowane obudowy ulegają znacznym deformacjom lub zniszczeniu czasem już przy wstrząsie o energii rzędu 10^4 J. Celem zwiększenia odporności obudowy chodnikowej na obciążenia dynamiczne stosowane są, niezależnie od profilów o wyższych wskaźnikach wytrzymałościowych, różne sposoby jej wzmacniania, polegające między innymi na stosowaniu podciągów, dodatkowych stojaków, obudowy poligonowej, rozpór dwustronnego działania, obudowy podwójnej czy zamkniętej [56, 57, 70]. W wybranym w niniejszej pracy do analizy modelu na ponad 7000 m wykonanych wyrobisk korytarzowych ponad 1000 m wykonano w obudowie podwójnej z pojedynczymi spągownicami, ponadto przy tej eksploatacji powstał projekt (zgłoszenie patentowe autora wraz z zespołem) obudowy prostokątno-łukowej, o zwiększonej wytrzymałości (Załącznik nr 3, rys. 19).

W wymienionych działaniach doraźnych związanych ze zwalczaniem zagrożenia tapaniami, to jest metodach aktywnych i odpowiednich obudowach, ważną rolę spełniają działania organizacyjne, zmierzające do maksymalnego ograniczenia liczby zatrudnionych w strefach bezpośredniego zagrożenia ludzi, ich poruszania się, wyłączania określonych wyrobisk z ruchu, stosowania telewizji przemysłowej czy radiowego sterowania kombajnami ścianowymi.

W dalszej części pracy elementy profilaktyki doraźnej dotyczące obudowy i jej usytuowania zwane będą profilaktyką techniczno-technologiczną, a dotyczące działań organizacyjnych – profilaktyką organizacyjną.

Podany przegląd metod zapobiegania tapaniom wskazuje pozornie, że praktycy dysponują odpowiednio dużą liczbą możliwych rozwiązań. W rzeczywistości większość z nich jest skuteczna w zwalczaniu tapani pokładowych, zawodzi natomiast – mimo postępów w tym zakresie – przy tapaniach stropowych. W rezultacie wśród specjalistów panuje zgodne przekonanie, że w zakresie zapobiegania tapaniom istnieją jeszcze duże braki [19].

2. Teza i cel pracy

Zarysowana we wstępie do niniejszej pracy sytuacja eksploatacji w filarze Osiedla Paderewskiego, uwzględniająca całokształt przedsięwzięć technologicznych i technicznych związanych ze zwalczaniem zagrożenia wstrząsami górotworu i tapaniami, a także minimalizacją jej wpływu na środowisko powierzchniowe, oraz dokonany przegląd metod zwalczania tapani (rozdz. 1), ze szczególnym uwzględnieniem metod aktywnych, pozwoliły na sformułowanie tezy, że **niektóre z istniejących opinii o ich wykorzystaniu oraz zasadach stosowania w świetle doświadczeń powinny zostać zweryfikowane. Pozwoli to na zwiększenie ich skuteczności.**

Weryfikacja tezy odbywała się w warunkach, gdzie:

- W eksploatowanym górotworze występują typowe – modelowe sytuacje geologiczno-górnice, powodujące zwiększoną koncentrację naprężeń, będące przyczyną zagrożenia wstrząsami i tapaniami oraz stwarzające zagrożenie metanowo-pożarowe.
- Zwalczanie zagrożeń górniczych oraz minimalizacja ich wpływu na środowisko powierzchniowe musiało być rozwiązywane poprzez:
 - przygotowanie osiedla do eksploatacji górniczej pod względem technicznym, organizacyjnym i społecznym,
 - profilaktykę długofalową,
 - działania doraźne,
 - monitoring przestrzenno-czasowy uwzględniający uwarunkowania dołowe i powierzchniowe,
 - odpowiednie zarządzanie.

W świetle powyższego, oprócz udowodnienia tezy celem pracy było również:

- przeprowadzenie dowodu, w oparciu o sprawdzoną działalność, na możliwość eksploatacji górniczej w warunkach silnego zagrożenia wstrząsami górotworu i tapaniami pod wysoko zurbanizowaną częścią miasta,
- analiza działań prowadzących do koniecznego kompromisu stron dla zrealizowania szeroko pojętego interesu społeczno-gospodarczego, jaki ma miejsce przy takiej eksploatacji,
- analiza charakterystycznych sytuacji, które wystąpiły w trakcie prowadzonej eksploatacji,
- ukazanie zarządzania jako czynnika wiążącego poszczególne zagadnienia wynikające z założeń pracy oraz decydującego o skutecznej ich realizacji.

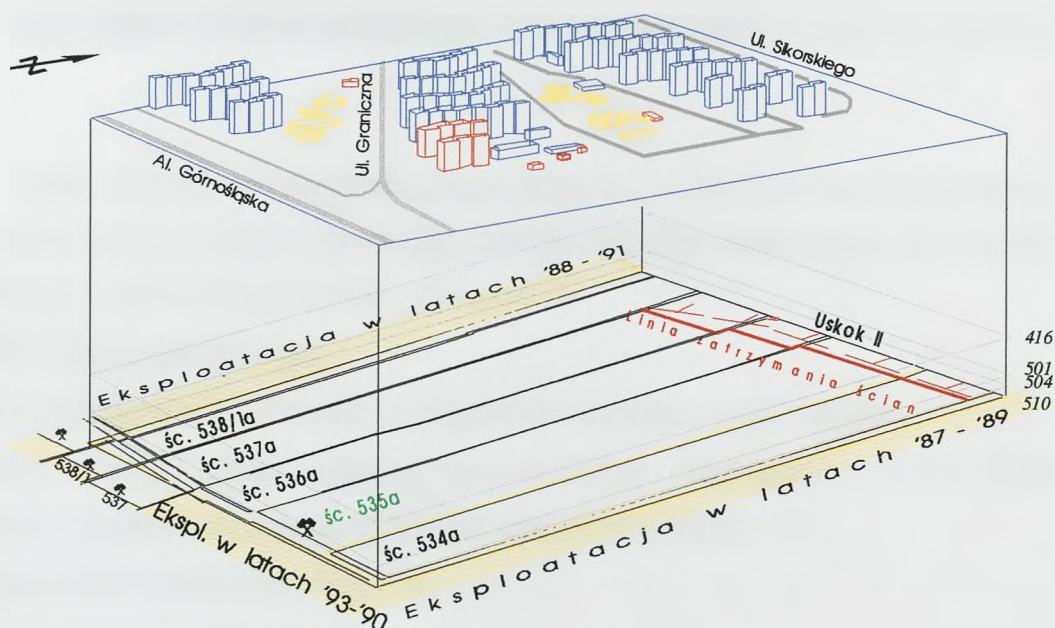
Jako **model eksploatacyjny**, w którym działalność górnicza stanowiła przedmiot rozważań pracy posłużyła środkowa część obszaru górniczego Kopalni „Katowice-Kleofas” Ruch II

(„Katowice”), obejmująca na powierzchni centralną część Osiedla Paderewskiego, na dole zaś 5 ścian eksploatacyjnych prowadzonych w I warstwie pokładu 510 pod wysokokondygnacyjnymi budynkami tego osiedla. Model eksploatacyjny, jako uproszczenie badanego wycinka górotworu przedstawiono w czteroletnim, obejmującym analizę okresie: 1.08.1994 – 31.07.1998 r. (rys. 2.1, 2.2). Z przestrzennego punktu widzenia jest to bryła geometryczna zbliżona do prostopadłościanu o wymiarach:

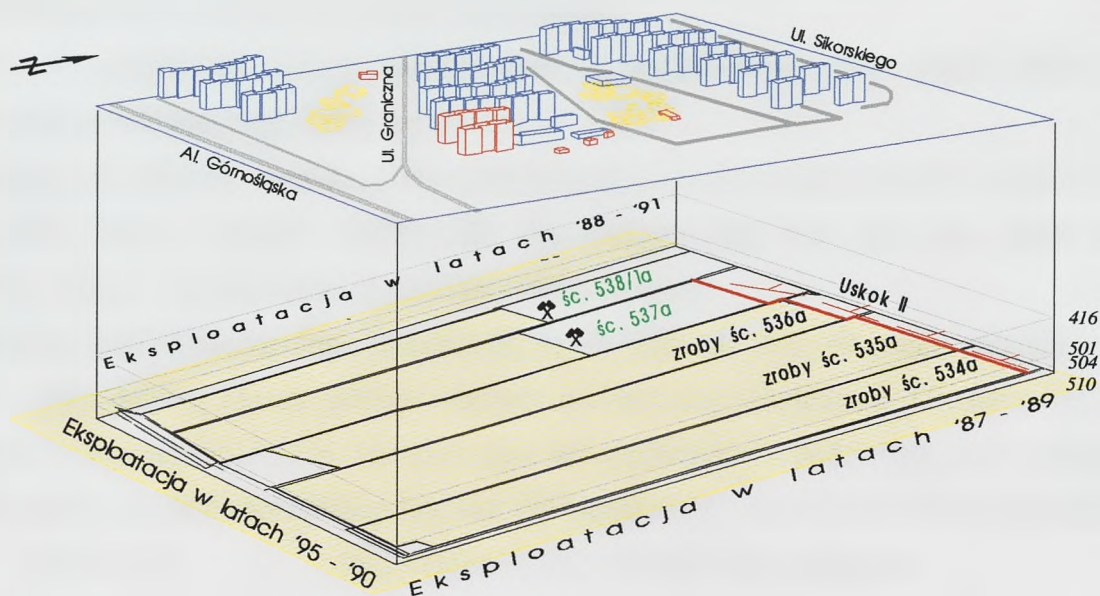
$x \sim 780 \text{ m}$

$y \sim 900 \text{ m}$

$z \sim 700 \div 600 \text{ m}$



Rys. 2.1. Początek eksploatacji w badanym modelu "pilotującą" ścianą 535a
Data rozpoczęcia analizy - 01.08.1994r.



Rys.2.2. Wyjście eksploatacji "zamykającą" ścianą 537a spod pozostawionych resztek pokładu 504 i 501 - obniżenie aktywności sejsmicznej rejonu.
Data zakończenia analizy - 31.07.1998r.

W bryle tej wybierano w różnym zakresie i czasie, pozostawiając szereg krawędzi i resztek części wyżej zalegających pokładów. Szczegółowo zaszłości eksploatacyjne pokazano na rysunkach 4.7–4.19 (rozdz. 4).

3. Metoda analizy materiałów empirycznych

3.1. Zbiór danych do analizy – Pokładogramy

Celem optymalnego przeanalizowania przeprowadzonej eksploatacji górniczej z punktu widzenia tematu pracy w obszarze przyjętego modelu, metodykę badań oparto na możliwie pełnej jej charakterystyce, która polegała przede wszystkim na:

- analizie sytuacji geologicznej,
- analizie wcześniej przeprowadzonej eksploatacji pokładów wyżej leżących,
- analizie wcześniej przeprowadzonej skoordynowanej eksploatacji w strefie Śródmieścia Katowic i w rejonie przyległym do obszaru modelu w pokładzie 510,
- analizie środowiska powierzchniowego,
- analizie wybranych zdarzeń,
- analizie aktywności i intensywności sejsmicznej, a także skuteczności zastosowanej profilaktyki dla wyrobisk górniczych i powierzchni,
- zebraniu potrzebnych danych statystycznych w opracowanym przez autora dokumencie nazwanym Pokładogramem oraz w tabelach.

W przyjętej metodzie bardzo ważną rolę spełniało graficzne (za pomocą techniki komputerowej) wykorzystanie danych i danych wynikowych. Tak przygotowana baza stanowiła podstawę do całościowej analizy i wnioskowania w przedmiotowym temacie.

Pojedyncza karta Pokładogramu, mieszcząca się na formacie A-4, obejmuje parametry stałe i zmienne, które dotyczą okresu jednego miesiąca prowadzonej eksploatacji. Ustalono tzw. stałą Pokładogramu, wynoszącą 15,5 cm. Jest to długość osi współrzędnej x podzielonej na 31 odcinków. Dla każdej ściany modelu sporządzono tyle kart Pokładogramów, ile miesięcy trwała eksploatacja,

czyli:

ściana 535a	-	34 x 2 (seria A i B) = 68 kart Pokładogramów
ściana 534a	-	33 x 2 (seria A i B) = 66 kart Pokładogramów
ściana 536a	-	35 x 2 (seria A i B) = 70 kart Pokładogramów

ściana 537a - 30 x 2 (seria A i B) = 60 kart Pokładogramów

ściana 538/1a - 29 x 2 (seria A i B) = 58 kart Pokładogramów

Ponadto dla przodków spoza modelu, tj. pochylni I wschodniej i ściany 538/1 badanych w tej pracy (rozdz. 6), sporządzono po jednej karcie Pokładogramu z miesięcy, w których miały miejsce zdarzenia istotne z punktu widzenia całościowej analizy. Dla opracowania Pokładogramów wykonano przekroje w skali 1:1000 przez obydwie pochylnie tworzące daną ścianę. Przekroje obejmują wyżej zalegające pokłady (tzw. aktywne sejsmicznie) do pokł. 416 włącznie. Wykonano Pokładogramy serii „A” – przekrój przez pochylnię po stronie wschodniej, oraz „B” – zachodniej. Kierunek prowadzenia Pokładogramów był zgodny z postępem. Przekroje odcinkami przetransformowano na pojedyncze karty uwidaczniając ponad wybieranym pokładem 510 I w. zaszciości eksploatacyjne. Przy transformowaniu przekroi uwzględniano stałą Pokładogramu. Cyfrą 1 oznaczono Pokładogramy dla ścian, cyfrą 2 – Pokładogramy dla chodnika.

Przykładowo, dla ściany 535a, której wybieranie trwało 34 miesiące, sporządzono po upadowej wentylacyjnej (tworząca wschodnia) 34 karty Pokładogramów i tyleż samo po pochylni „0”bis (tworząca zachodnia).

Pierwszy miesiąc eksploatacji oznaczamy: Pokładogram 1.1.

Inny, np. osiemnasty: Pokładogram 1.18, itd.

W określonych przypadkach można sporządzić trzeci przekrój, jeśli sytuacja przestrzenna by tego wymagała. W analizowanym modelu nie zachodziła taka konieczność.

W Pokładogramach udokumentowano również: temperaturę (max./min.) na powierzchni, a także ciśnienie atmosferyczne z podaniem tendencji ($\pm$) oraz fazy Księżyca. Powyższe miało na celu kompleksowość zestawienia i w rozumieniu autora może służyć w przyszłości innym specyficznym analizom [56].

Jako ciekawostkę w obszarze modelu przeanalizowano aktywność i intensywność sejsmiczną w kontekście faz Księżyca. Intencją autora w zamieszczeniu uzyskanych wyników (Załącznik nr 4) było przede wszystkim pokazanie metodyki obserwacji, w prosty sposób możliwej do przeprowadzenia przy zastosowaniu Pokładogramów.

Układ współrzędnych pojedynczej karty Pokładogramu daje obraz postępu ściany, wydobywania, aktywnych metod zwalczania tąpnięć, tj. strzelań profilaktycznych i nawadniania, oceny stanu zagrożenia tąpnięciami według metody kompleksowej oraz zaistniałych wstrząsów i będących ich konsekwencją przyspieszeń i częstotliwości na powierzchni.

Na potrzeby pracy ustalono strefy aktywności (N). I tak:

- strefa aktywności niskiej $\geq 1 < 8$ wszystkich wstrząsów
- strefa aktywności średniej $\geq 8 < 16$ wszystkich wstrząsów
- strefa aktywności wysokiej ≥ 16 wszystkich wstrząsów

Przykładowo dla:

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

Ponadto, sumy wstrząsów zapisano cyfrowo 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 stały kolor, a mianowicie:

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

Dla każdego dnia zapisano $E_{\max}$ 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 „=”. Zapisano również energię „wysrzelaną” E_{MW} , oraz „OP” – czas opóźnienia $E_{\max}$ w dobie. W przypadku gdy $E_{MW} = E_{\max}$, opóźnienie wynosi zero. Powyższe oznaczono symbolem „OK”.

Wydobycie rozdzielono na obydwie strefy ściany tak, że chcąc znać dobową ilość węgla, należy je zsumować z obydwu serii (A + B). Podobnie postąpiono z danymi dotyczącymi ilości wtłoczonej wody.

Ilość zużytego w strzelaniach profilaktycznych MW zawarta w Pokładogramie obejmuje wszystkie strzelania dla danej ściany. W obydwu seriach Pokładogramów podano tę samą ilość MW, czyli bez rozgraniczenia na dwie serie A i B. Chcąc znać dobowe zużycie MW nie zsumujemy ilości z Pokładogramów serii A i B. Każdy pokazuje w danym dniu dobowe zużycie, za wyjątkiem dni, w których na ścianie 535a wykonywano strzelania skrzydłowe. W takim przypadku na jednym Pokładogramie mamy zużytą ilość MW, a na drugim zawsze zero. Informuje ono, że wykonywano strzelanie na przeciwnym skrzydle ściany, w odróżnieniu od kreski, która pokazuje, że w danym dniu nie było strzelania.

Dokładne położenie frontu z uwzględnieniem stałej Pokładogramu i obłożonych dni nanosi się na skali zmiennej. Daje to możliwość szczegółowego przeanalizowania położenia frontu eksploatacyjnego w stosunku do krawędzi i resztek wyżej zalegających pokładów w kontekście N i E oraz innych nasuwających się, a wynikających z analizy zależności.

Na odwrotnej stronie zamieszczono szkic sytuacyjny (w skali 1:5000) wraz z resztkami i krawędziami wybranych pokładów aktywnych oraz zaznaczono linię przekroju, na podstawie którego opracowano dany Pokładogram. Akcentuje się miejsce położenia w danym miesiącu frontu

ściany (cechy). Zapisuje się na nim również datę rozpoczęcia biegu ściany i dla tej daty pokazuje położenie frontów pozostałych ścian rozpatrywanego modelu. Czyli ruchomym elementem jest tutaj tylko miejsce położenia frontu analizowanej ściany. Dla szczególnych, wybranych przypadków na analizowany dzień nanosi się także fronty pozostałych przodków.

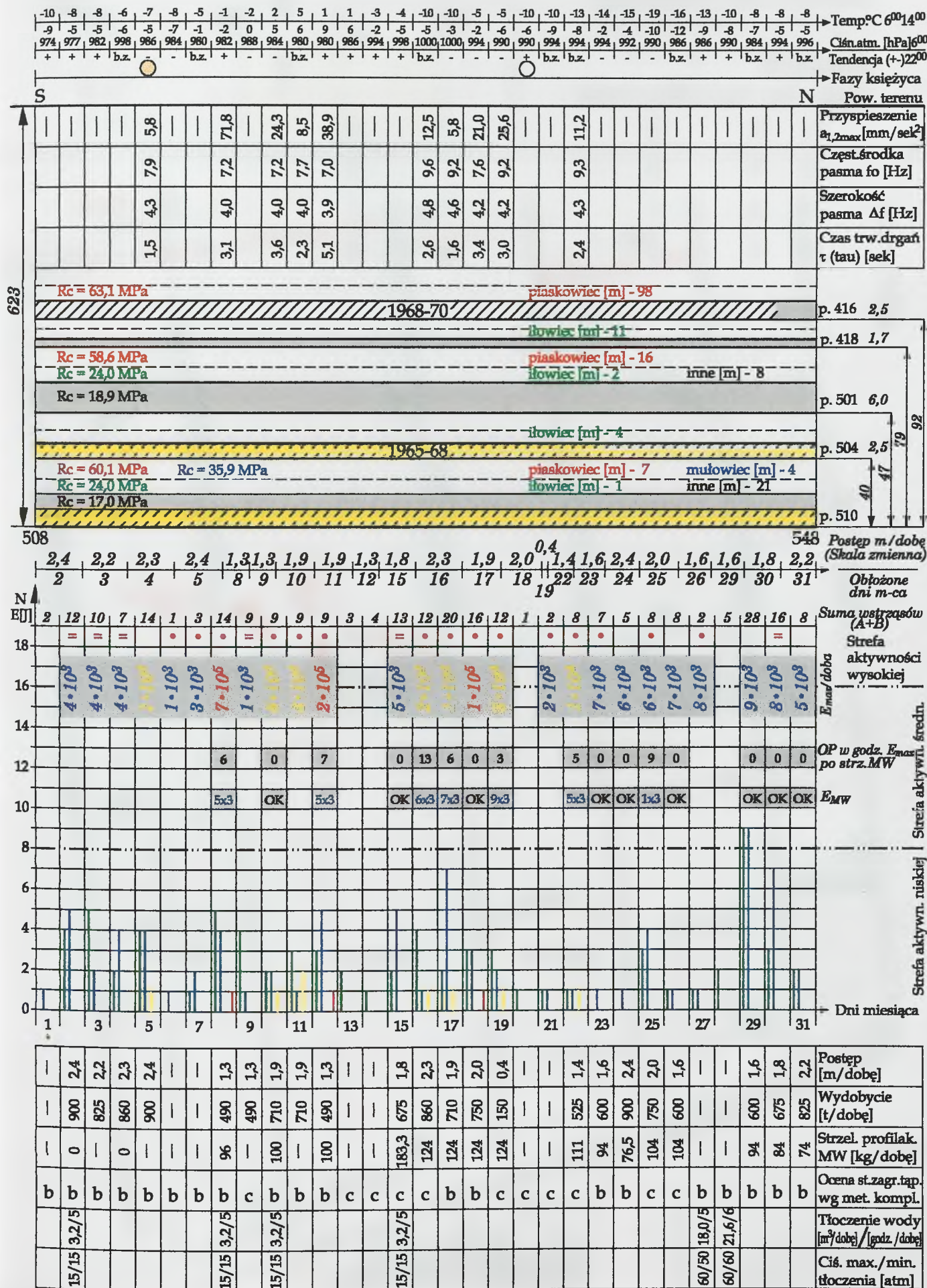
Każdy Pokładogram jest uzupełniony danymi pozwalającymi na szczegółową charakterystykę przebiegu eksploatacji. Opracowanie Pokładogramów utworzyło bazę danych, która stała się podstawą analizy oraz umożliwiła wielokierunkową obserwację występujących zależności.

Przykładowo zamieszczono pojedyncze karty Pokładogramów ściany 535a, z obydwu serii A i B. Wybrano karty Pokładogramu o numerze 1.18 (osiemnasty miesiąc eksploatacji) ze stycznia 1996 roku, co nie było przypadkowe. Właśnie w tym miesiącu na ścianie 535a – najbardziej zagrożonej w modelu – zanotowano najwięcej wysokoenergetycznych wstrząsów. Na 34 strzelania profilaktyczne, w 21 przypadkach $E_{\max}$ zostało wyemitowane w momencie odpalenia ładunku MW (OK), w 10 przypadkach natomiast $E_{\max}$ została wyemitowana z opóźnieniem (OP). Jeśli chodzi o wstrząsy wysokoenergetyczne, których w styczniu 1996 r. odnotowano 4, dwa z nich zostały „wysrzelane”, 8.01.1996 r. natomiast $E_{\max} = 7 \cdot 10^5 \text{ J}$ wystąpiła po 6 godzinach od odpalenia ładunku o wielkości 96 kg, a 12.01.1996 r., $E_{\max} = 2 \cdot 10^5 \text{ J}$ wyemitowana została po 7 godzinach od odpalenia ładunku. Jest to fragmentaryczny przykład możliwej do przeprowadzenia analizy, mając do dyspozycji sporządzone Pokładogramy.

W rozdziale 6, gdzie scharakteryzowano wybrane zdarzenia, ich analizę przeprowadzono w powiązaniu z odpowiadającymi im Pokładogramami.

- 23 -

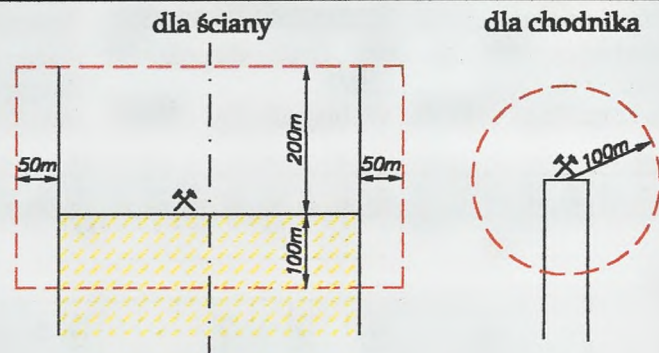
Nazwa wyrobiska	ściana 535a
Kierowanie stropem pods. Pokł. 510	Warstwa
Parametry: Dł. 222	Wys. 2,5
Postęp [m/m-c](max/min) 50/10	[m/dobę](max) 2,4
Rozpiętość stropu [m] 8,2	Krok pods. (max. otw. stropu) [m] 2,4
Inne dane	łoczenie wody: 52,4 m ³ /m-c 31 godz./m-c



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:



POKLADOGRAM 1.18 - seria B Nazwa wyrobiska

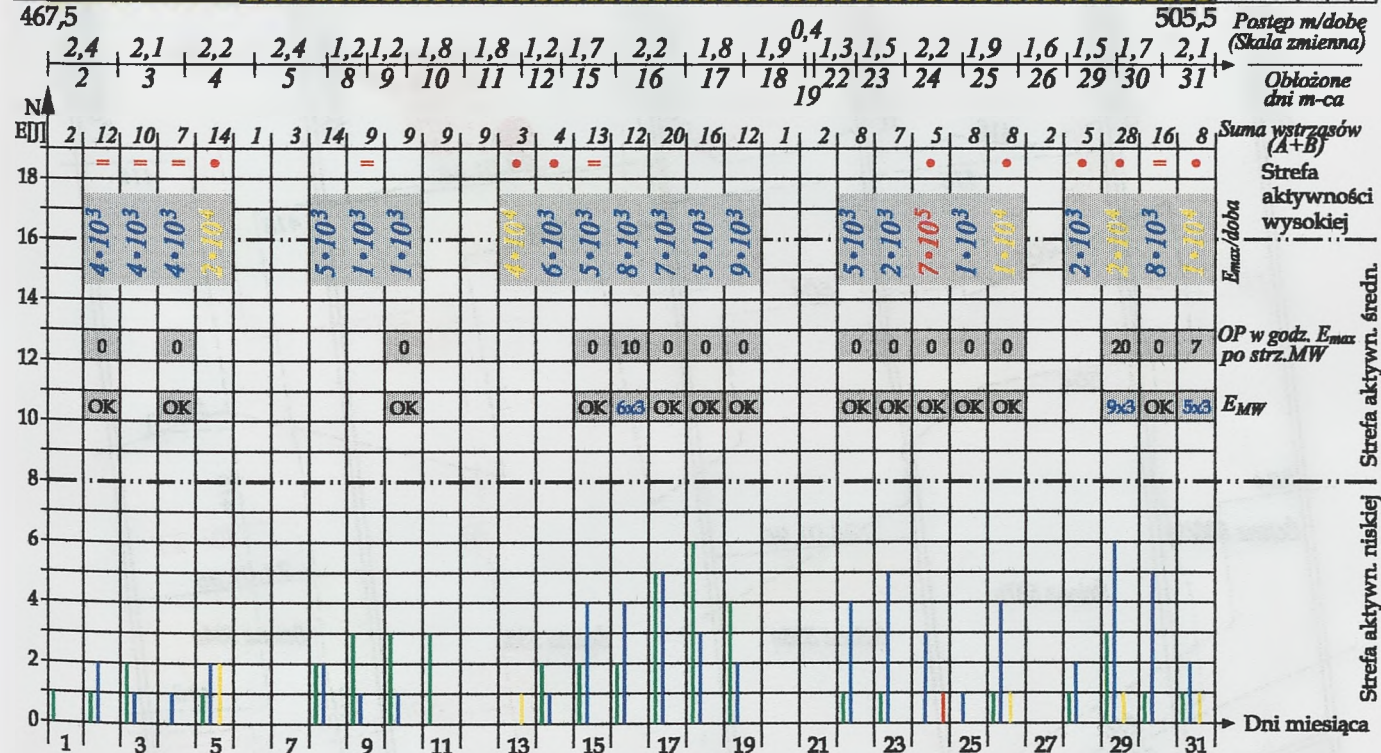
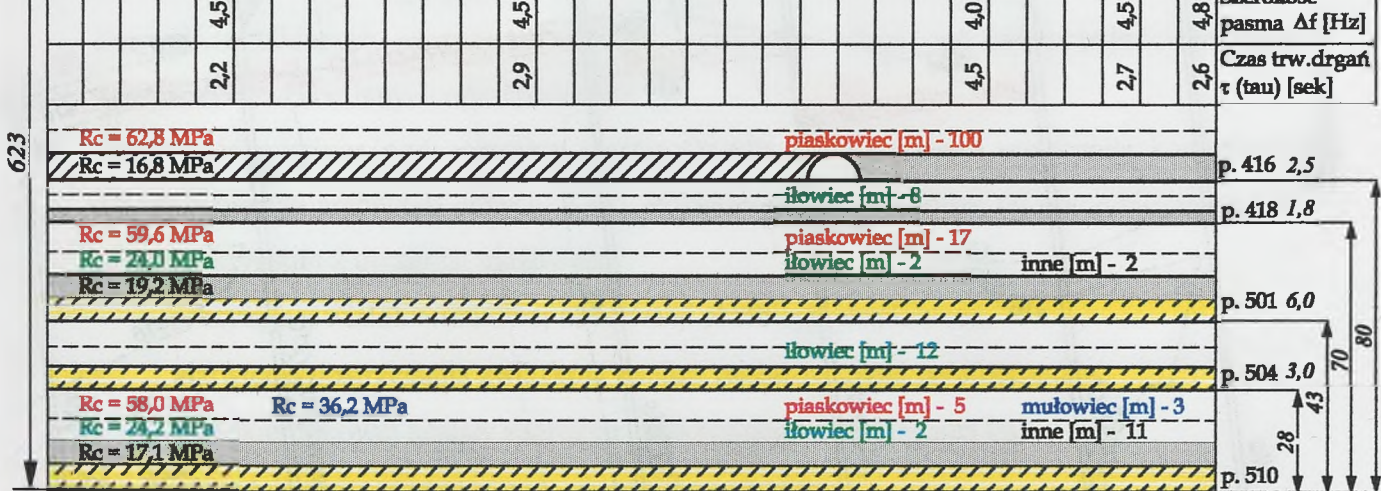
Sporządzony za miesiąc/rok 01.1996 Kierowanie stropem pods. Pokł. 510 Warstwa I

Przekrój podłużny przez pochylnię "0"bis Parametry: Dł. 222 Wys. 2,5 Zabiór 0,6

Cechy[m] od 467,5 do 505,5 Grub.całk.pokł.6,5 Postęp [m/m-c](max/min) 50/10 [m/dobę](max) 2,4

Wykon w [m/m-c] 38,0 Rozpiętość stropu [m] 8,2 Krok pods.(max.otw.stropu)[m] 2,4

Data rozp.ekspl. 1.08.94 Wybieg akt. [m] 400 Inne dane tłoczenie wody: 55,6 m³/m-c 36 godz./m-c



—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

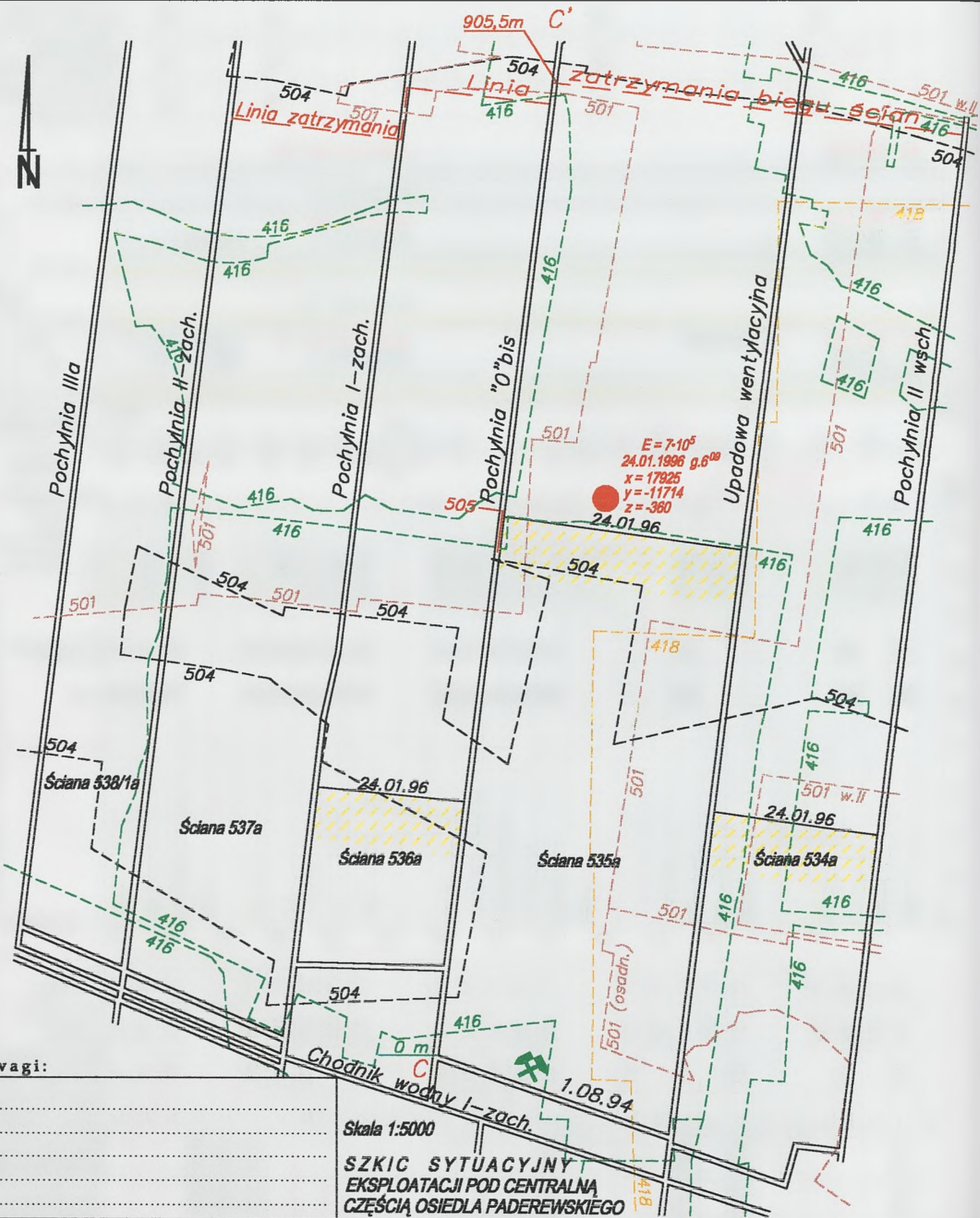
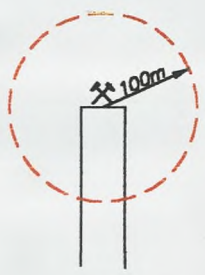
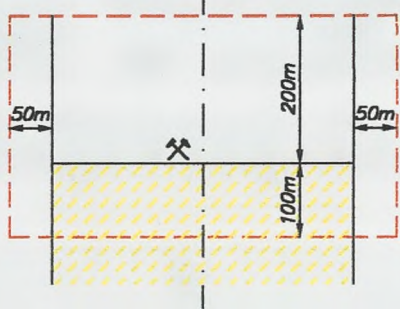
Objaśnienia dodatkowe :

- e 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:

dla ściany

dla chodnika



Uwagi:

.....

.....

.....

.....

Skala 1:5000

SZKIC SYTUACYJNY
EKSPLOATACJI POD CENTRALNĄ
CZĘŚCIĄ OSIEDLA PADEREWSKIEGO

Zdaniem autora:

1. Opracowanie kart Pokładogramów dla poszczególnych ścian analizowanego modelu stanowiło podstawę obserwacji przemieszczającego się frontu eksploatacyjnego. Utworzona baza danych umożliwiła szereg porównań i spostrzeżeń. Technika komputerowa bardzo ułatwiła ich realizację.
2. Nie wszystkie dane zawarte w Pokładogramach zostały wykorzystane. W szczególności dotyczy to podanych wartości temperatur i ciśnienia. Mogą one być przedmiotem badań specjalistycznych w innych opracowaniach.
3. Działalność górnicza pod centralną częścią Osiedla Paderewskiego unaoczniała konieczność zmodyfikowania archiwum danych. Karty Pokładogramów wychodzą tej potrzebie naprzeciw, przede wszystkim z uwagi na możliwość:
 - precyzyjnej wielokierunkowej obserwacji przebiegu eksploatacji,
 - ułatwienia dostrzegania związków między rejestrowanymi parametrami,
 - wielokierunkowej analizy zagrożeń i efektywnego zapobiegania im,
 - dokładniejszego wyznaczenia „z” ogniska wstrząsu,
 - sprawniejszego zarządzania.

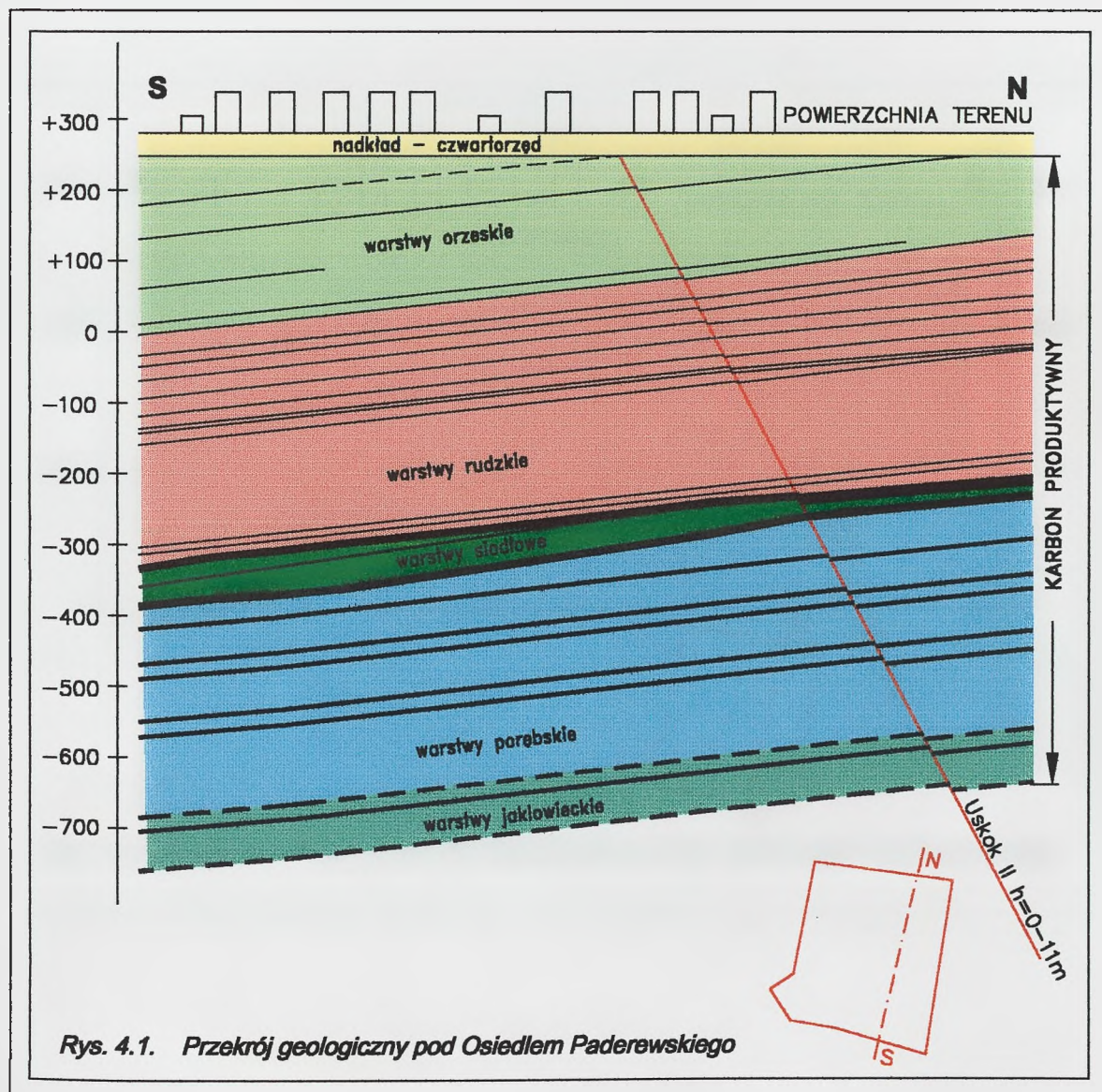
4. Analiza stanu górotworu i powierzchni przed podjęciem działalności górniczej w I warstwie pokładu 510 w obszarze modelu (przed 1.08.1994) oraz samej powierzchni w czasie i po eksploatacji (1.08.1994 – 31.07.1998)

4.1. Analiza stanu górotworu

4.1.1. Stratygrafia i litologia

W granicach objętych analizowaną eksploatacją w budowie geologicznej biorą udział: utwory czwartorzędu oraz karbonu produktywnego.

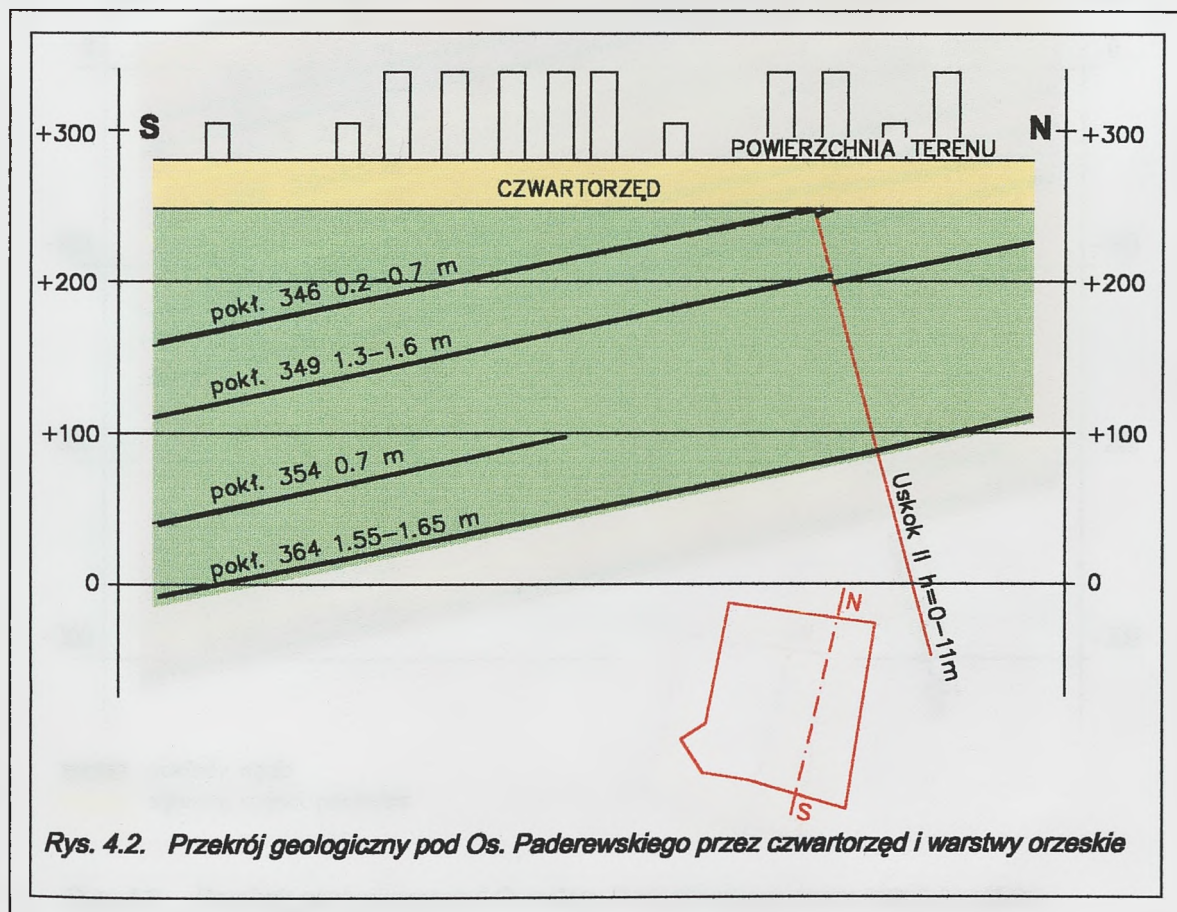
Utwory czwartorzędowe rozprzestrzeniają się pod całym obszarem osiedla. W jego granicach ich grubość wynosi od 5 do 30 m (rys. 4.1, 4.2). Największą miąższość, wynoszącą około 60–70 m,



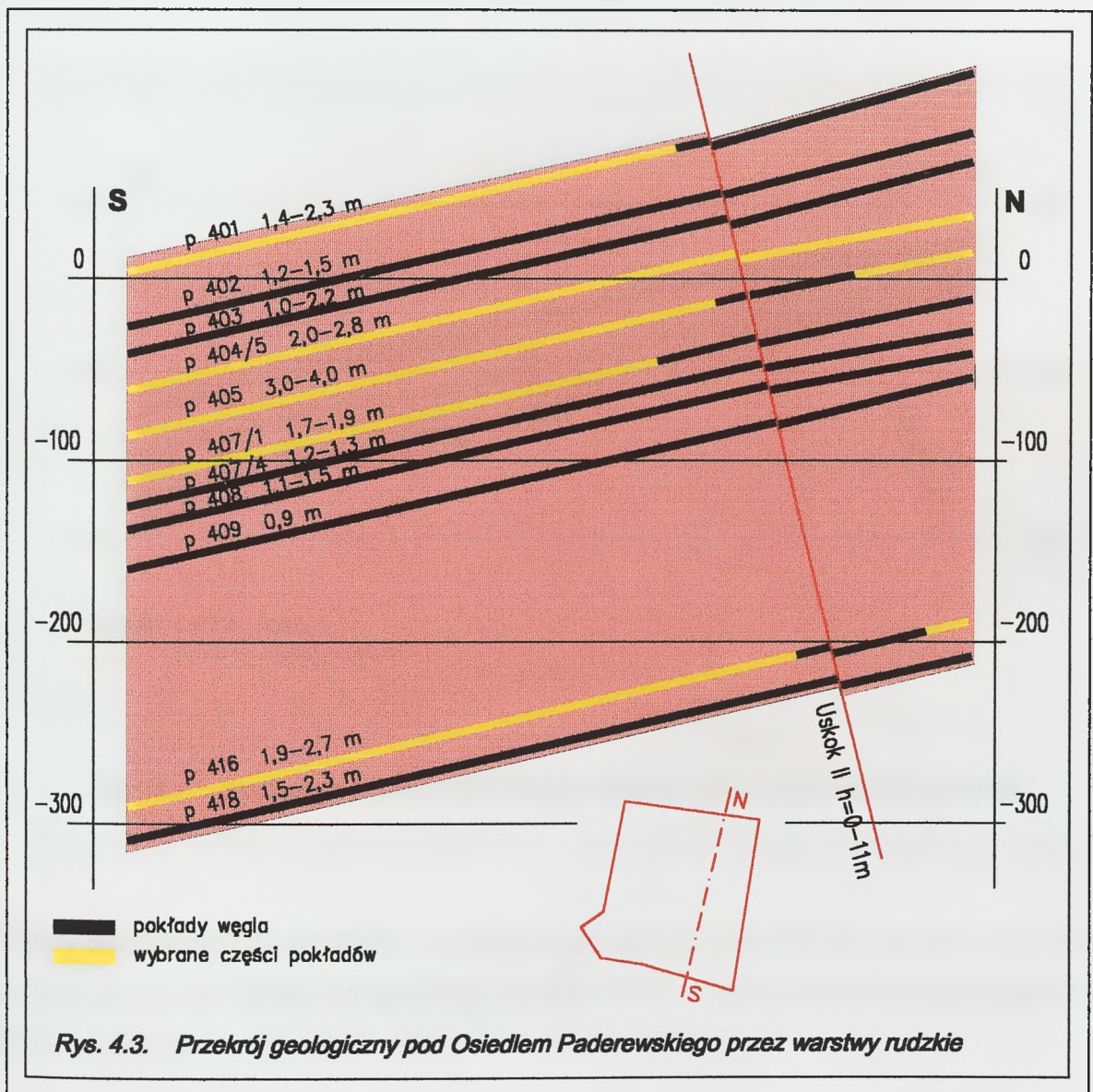
utwory te osiągają w osi tzw. Pradoliny Rawy, która przebiega z zachodu na wschód przez północną część strefy Śródmieścia Katowic, stanowiąc granicę od północy z Osiedlem Paderewskiego i pokrywając się w przybliżeniu z korytem rzeki Rawy.

Utwory karbońskie reprezentowane są przez warstwy orzeskie (300), rudzkie (400), siodłowe (500), porębskie (600), jakłowieckie (700) i gruszowskie (800), wykształcone w postaci naprzemianległych warstw ilowców, piaskowców i mułowców z pokładami węgla.

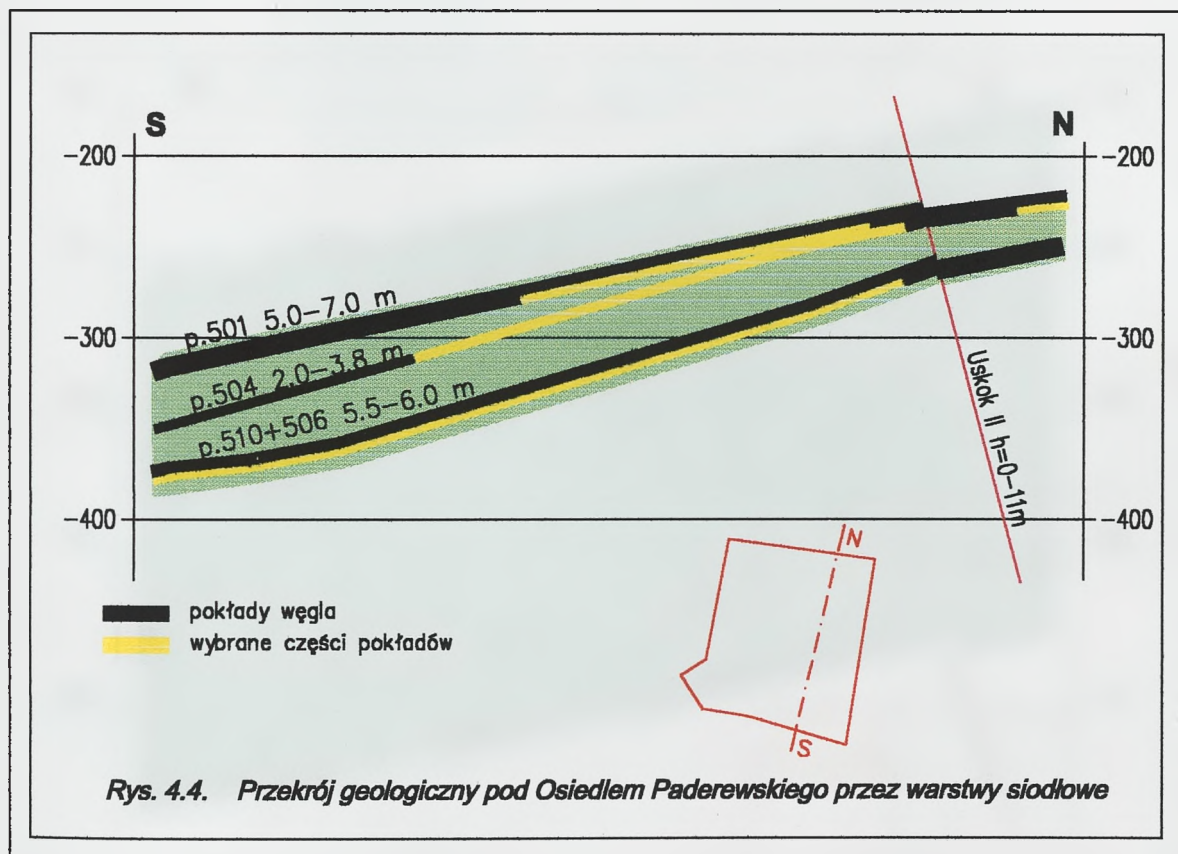
Warstwy orzeskie reprezentowane są przez dolne ogniwo wchodzące bezpośrednio pod utwory czwartorzędowe. Zawierają one około 15 zidentyfikowanych pokładów i wkładek węglowych, z których tylko cztery, a mianowicie: 346, 349, 354, 364, zostały udokumentowane, a dwa z nich: 349 i 364 wykazują w przedmiotowym rejonie grubości bilansowe od 1,3 do 1,65 m. Węgloność warstw orzeskich wynosi około 3,5%.



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 wykształcona jest 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 tutaj 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 pomiędzy pokładami 409 i 416. Węgloność warstw rudzkich wynosi około 6,3%.



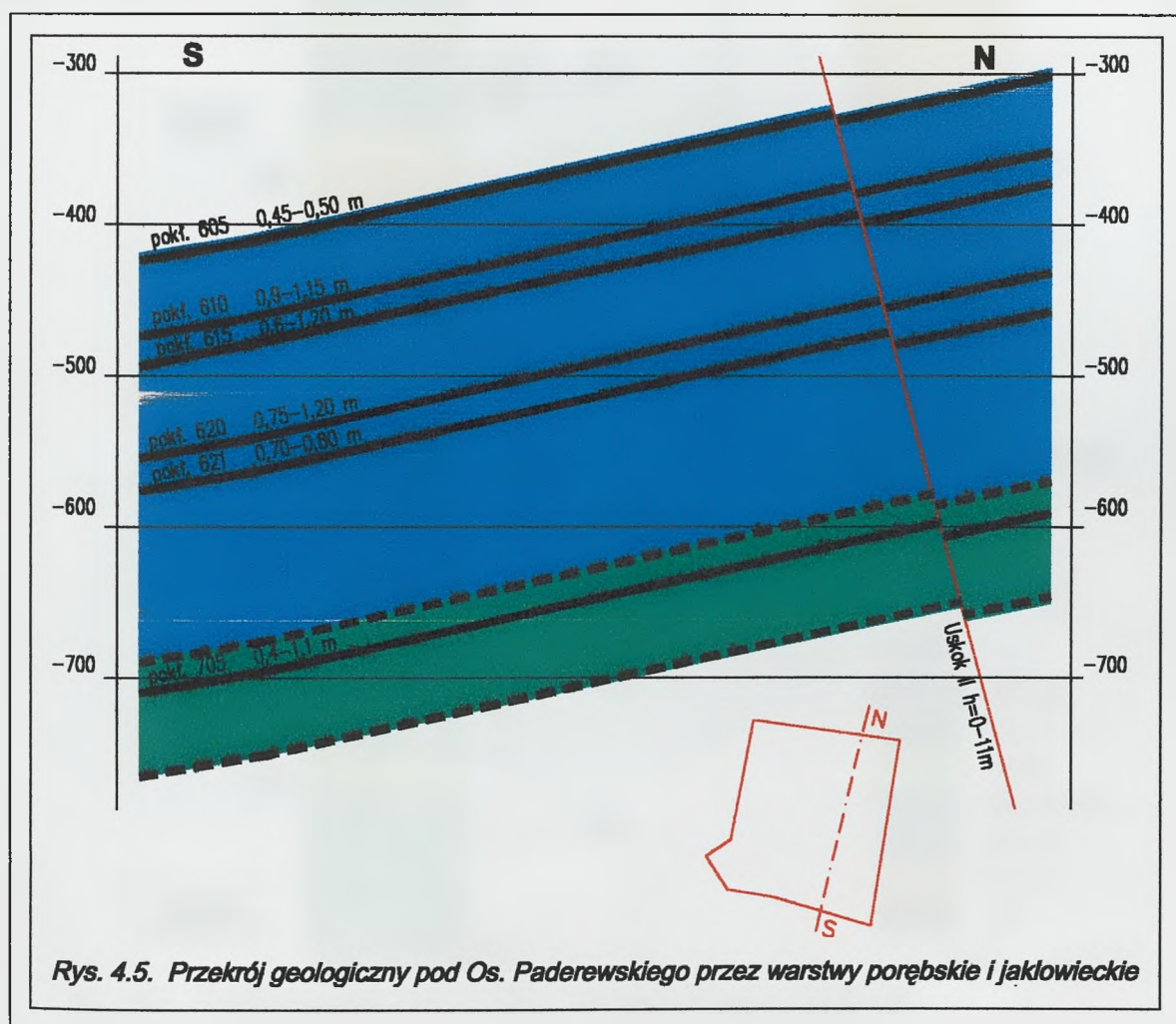
Warstwy siodłowe występują na całym omawianym obszarze i są najlepiej rozpoznane robotami wiertniczymi i górniczymi. Miąższość ich jest zmienna i waha się od 25,0 do 65,0 m. W profilu warstw występują 4 pokłady węgla, a mianowicie: 501, 504, 506 i 510, które za wyjątkiem pokładu 506 odznaczają się stosunkowo 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 łowce. Pomiędzy pokładem 510+506 a pokładem 504 zalegają łowce i piaskowce. Pokład 501 jest oddzielony od pokładu 504 zmienną warstwą łowców, podobnie pokład 510 jest oddzielony od pokładu 506, przy czym rozdział ten cechuje znacznie większa regularność. Węgloność warstw siodłowych jest wysoka i wynosi 25–98%.



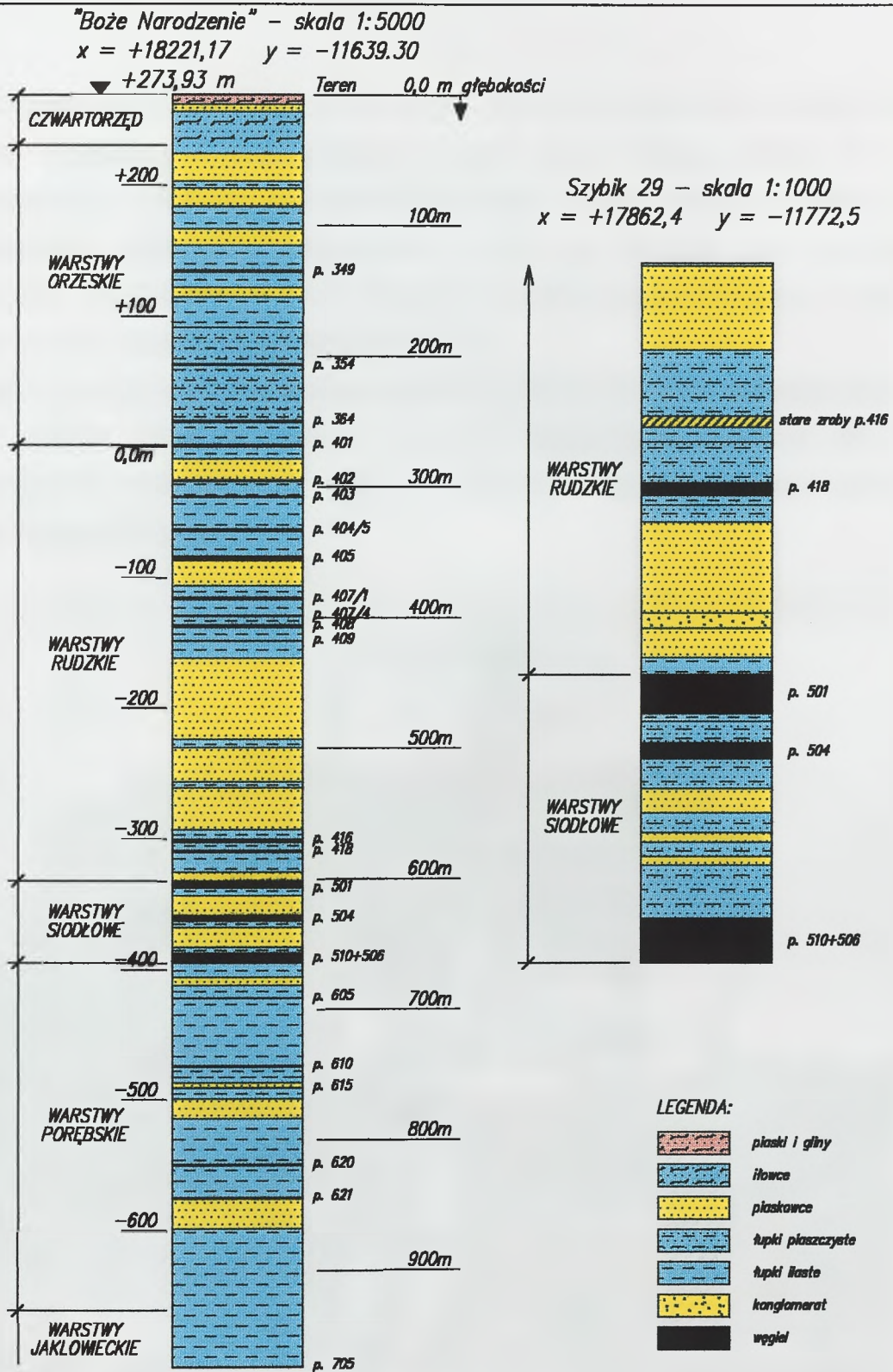
Pokłady omówionych dotąd warstw zawierają węgle głównie typu 31 i 32, sporadycznie 33 i 34. Charakteryzują się one niskim zapopieleniem, średnio 5–8%, wysoką kalorycznością rzędu 27000–30000 KJ/kg oraz zawartością siarki całkowitej rzędu 0,5–0,85%.

Warstwy porębskie wykształcone są w facji ilastej z pojedynczymi ławicami piaskowców rzędu 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 wykształcone są w postaci osadów ilasto-piaszczystych z wyraźną przewagą iłowców. 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 zapopieleniem średnim około 9,65%, wartością opałową rzędu 28780 KJ/kg i zawartością siarki poniżej 0,67%. Węgloność warstw jakłowieckich wynosi około 2,6%.



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

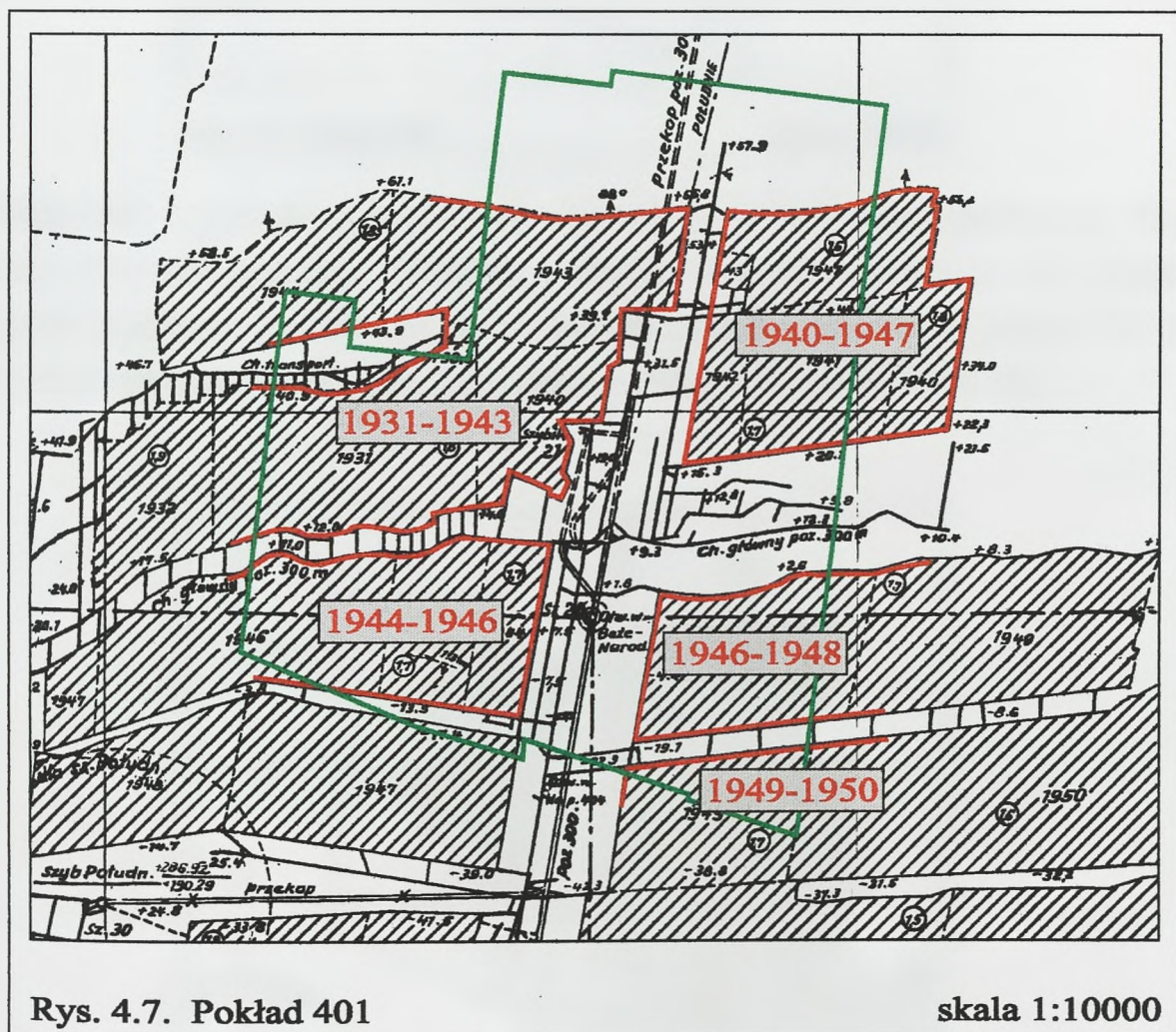


Rys. 4.6. Profil geologiczny otworu "Boże Narodzenie" i przez Szybik 29

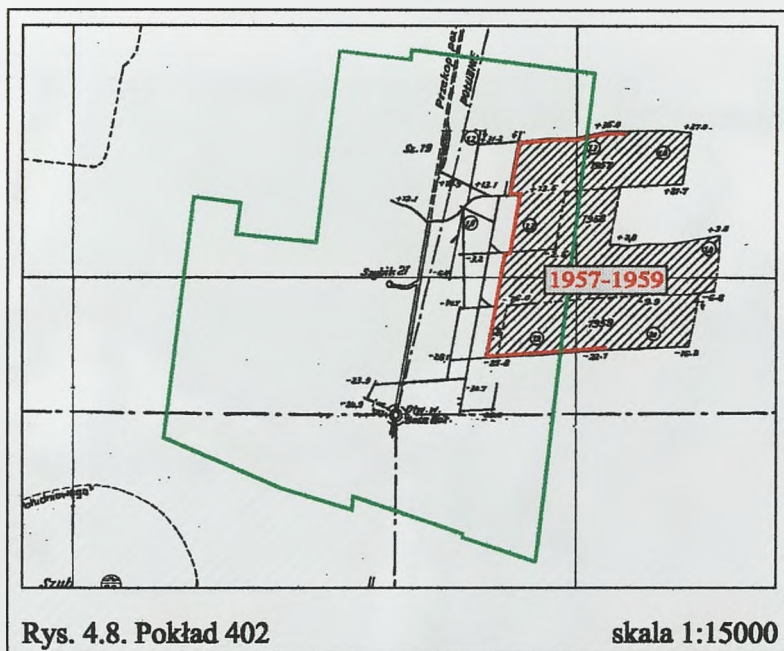
4.1.2. Charakterystyka złoża

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

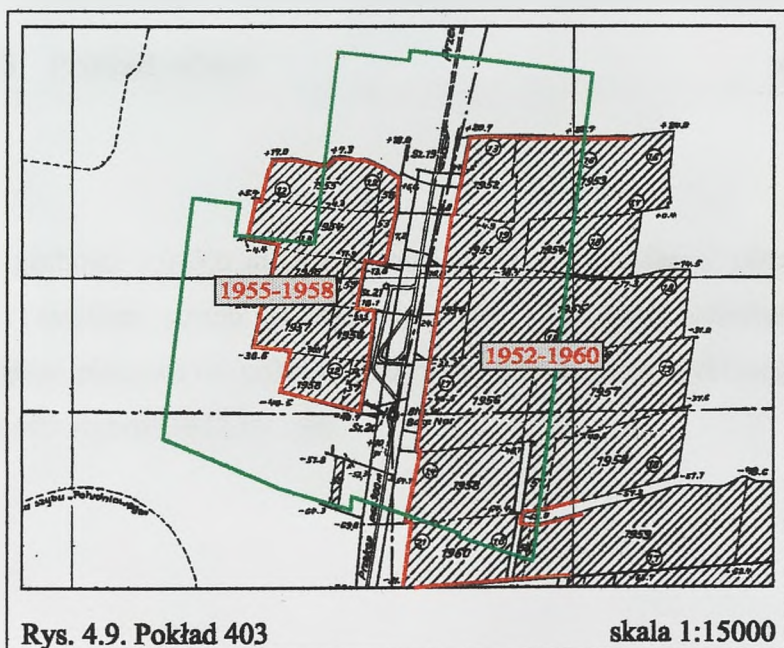
Pokład 401 o grubości 1,6–2,3 m eksploatowany był w latach 1931–1950 systemem ścianowym podłużnym z zawalem stropu na wysokość 1,6–1,9 m. Zalega on na głębokości 220–265 m, w odległości pionowej około 380 m od pokładu 510. Ilość wybranego węgla w granicach modelu z pokładu 401 wynosi 685 tys. ton.



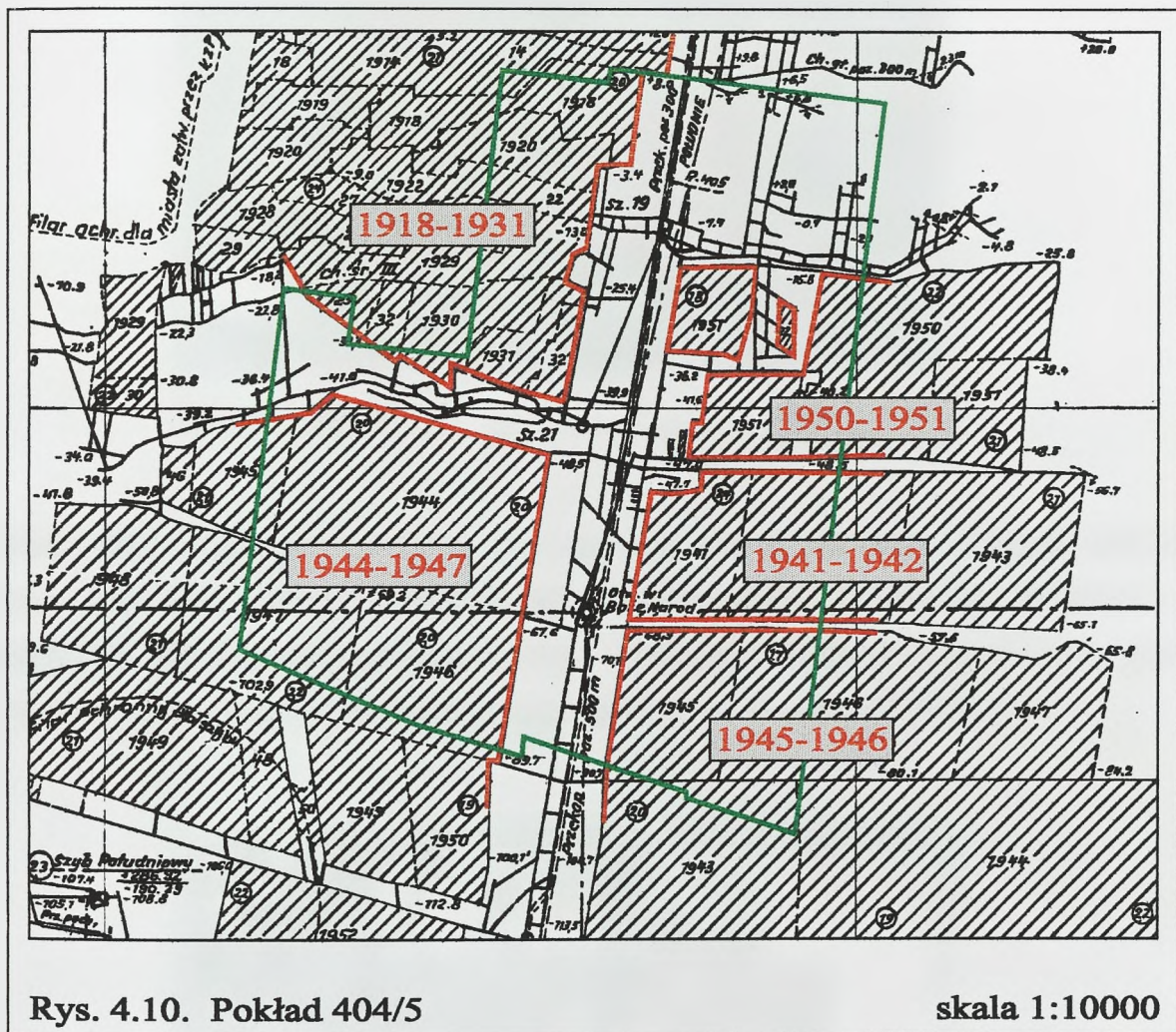
Pokład 402 o grubości 1,2–1,5 m eksploatowany był na niewielką skalę w obszarze analizowanego modelu w latach 1957–1959 systemem ścianowym podłużnym z zawalaniem stropu, na całą wysokość pokładu i na głębokości 240–300 m od powierzchni oraz w odległości pionowej około 340 m od pokładu 510. Ilość wybranego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



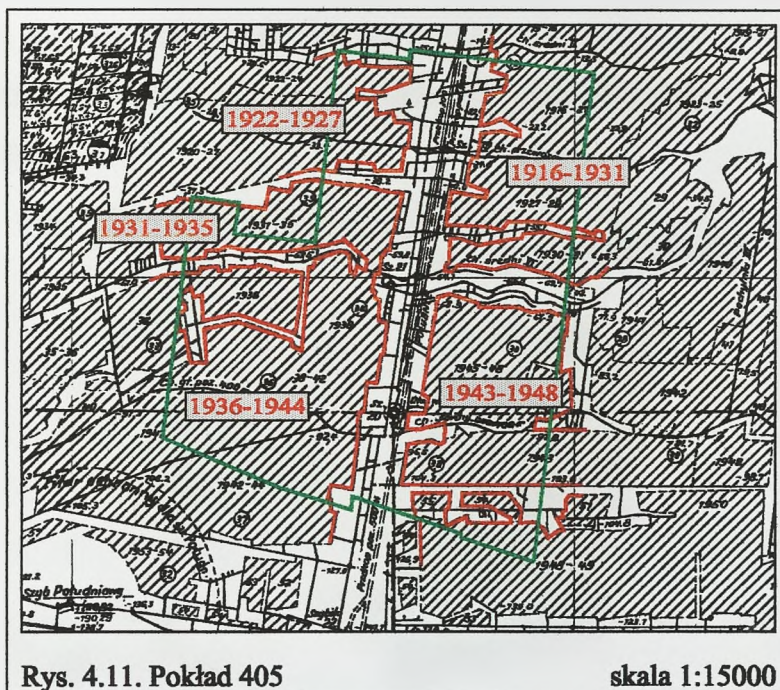
Pokład 403 o grubości 1,1–2,2 m eksploatowany był w dużej części omawianego obszaru w latach 1952–1960 systemem ścianowym podłużnym z zawałem stropu na całą wysokość. Głębokość eksploatacji wynosiła 270–320 m, natomiast odległość pionowa od pokładu 510 około 325 m. Ilość wybranego węgla w granicach modelu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



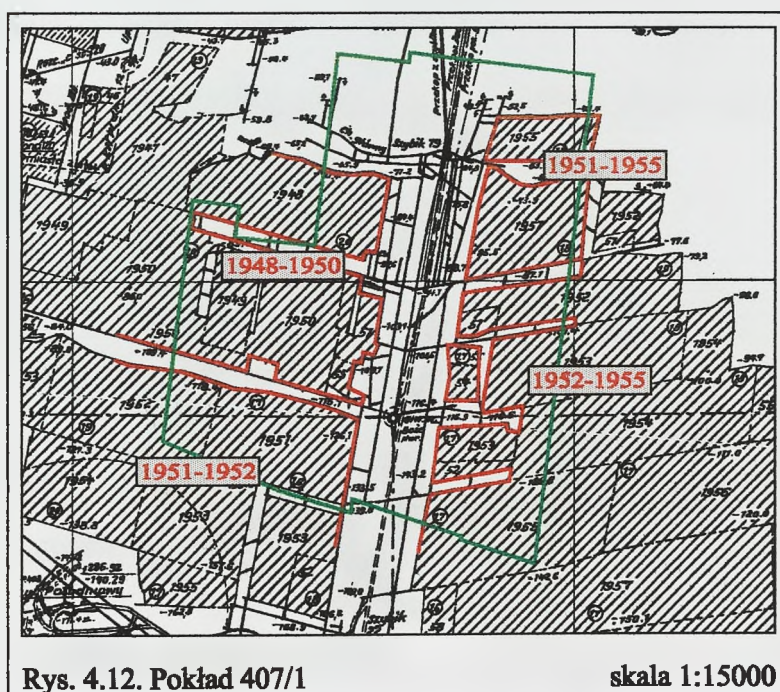
Pokład 404/5 o grubości 2,0–2,8 m eksploatowany był pod całym obszarem przyszłego osiedla w latach 1918–1951 systemem ścianowym oraz filarowo-zabierkowym z zawalaniem stropu na całą wysokość. Głębokość wybierania wynosiła 270–330 m i znajdowała się w odległości pionowej około 315 m od pokładu 510. Ilość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



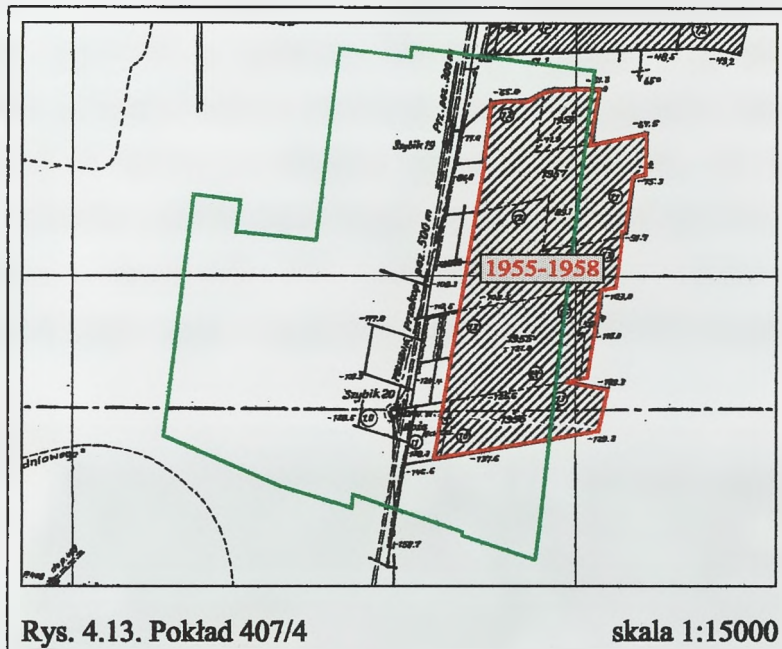
Pokład 405 o grubości 3,0–3,6 m eksploatowany był w omawianym obszarze w latach 1916–1948 systemem z zawalaniem stropu na całą wysokość. Głębokość wybierania wynosiła od 280 do 355 m, a odległość pionowa od pokładu 510 około 280 m. Ilość wybranego węgla w granicach modelu z pokładu 405 wynosi 1612 tys. ton.



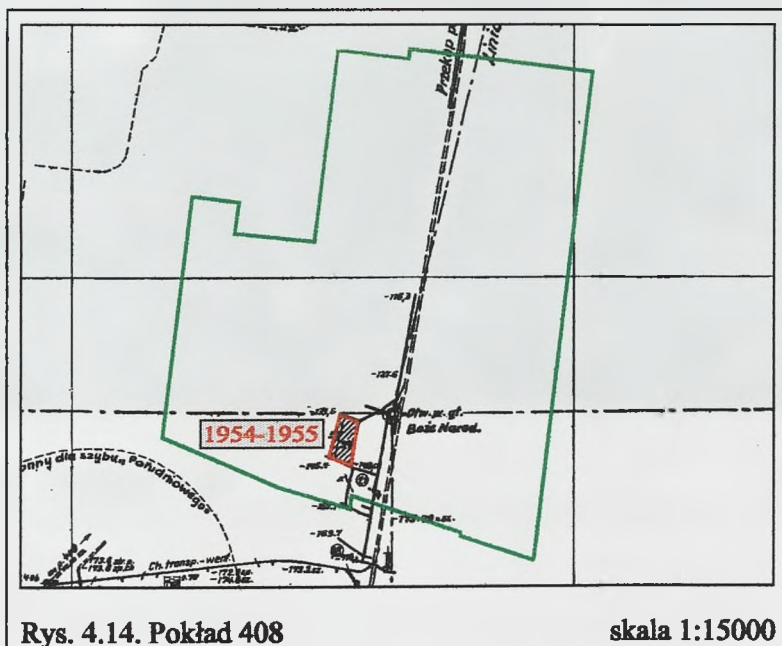
Pokład 407/1 o grubości 1,7–2,0 m eksploatowany prawie całkowicie w latach 1948–1955 systemem ścianowym i filarowo-zabierkowym z zawalem stropu. Eksploatację prowadzono na głębokości 320–400 m na całą wysokość pokładu i w odległości pionowej około 250 m od pokładu 510. Ilość wybranego węgla w granicach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



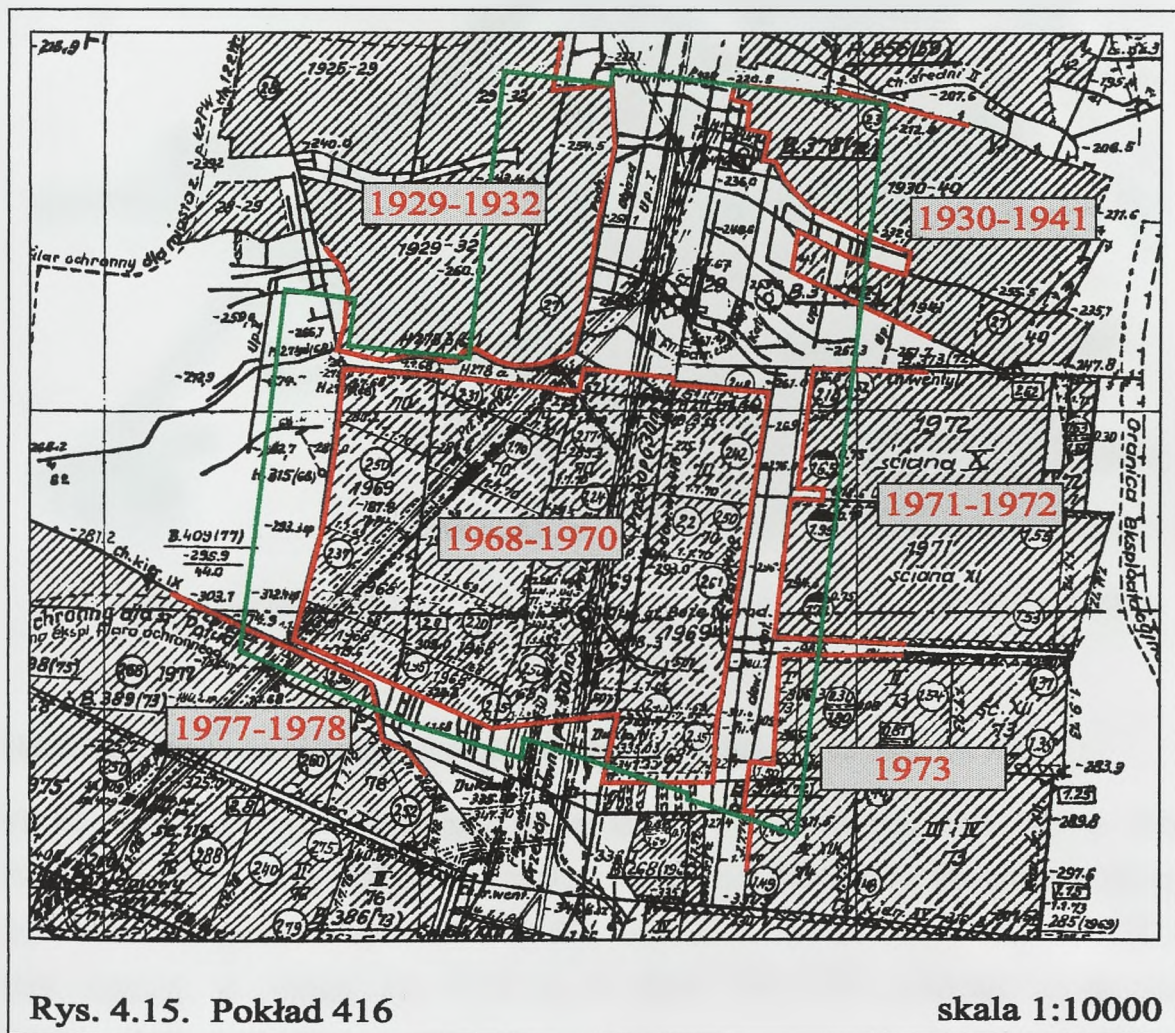
Pokład 407/4 o grubości 1,0–1,4 m eksploatowany był we wschodniej części omawianego obszaru. Eksploatację prowadzono w latach 1955–1958 systemem ścianowym podłużnym z zawalaniem stropu na całą wysokość. Głębokość zalegania wynosiła 370–400 m, a odległość pionowa od pokładu 510 około 240 m. Ilość wybranego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



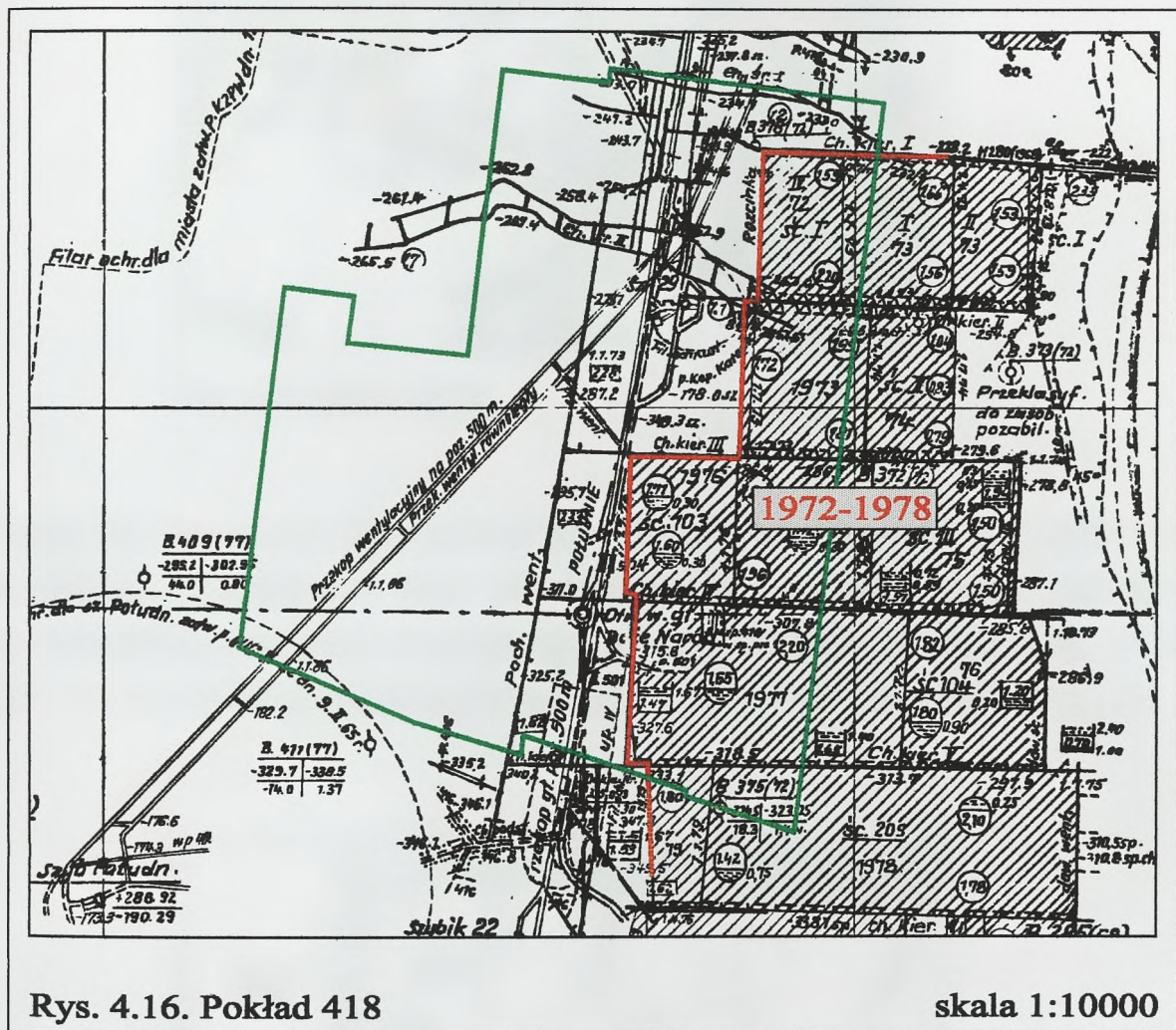
Pokład 408 o grubości 0,8–1,8 m eksploatowany był w latach 1954–1955 systemem z zawalaniem stropu na całą wysokość. Głębokość zalegania wynosiła około 420 m, a odległość pionowa od pokładu 510 około 225 m. Zakres eksploatacji minimalny, w południowej części omawianego obszaru. Ilość wybranego węgla w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



Pokład 416 o grubości od 1,9 do 2,7 m eksploatowany był 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 eksploatowany był w środkowej i południowej części omawianego obszaru w latach 1968–1970 systemem ścianowym z podszadką 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 wybierany był przy południowej granicy przyszłego osiedla w latach 1977–1978 (w trakcie budowy) systemem ścianowym z zawalem 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 wybierany był 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 wynosi 1186 tys. ton.

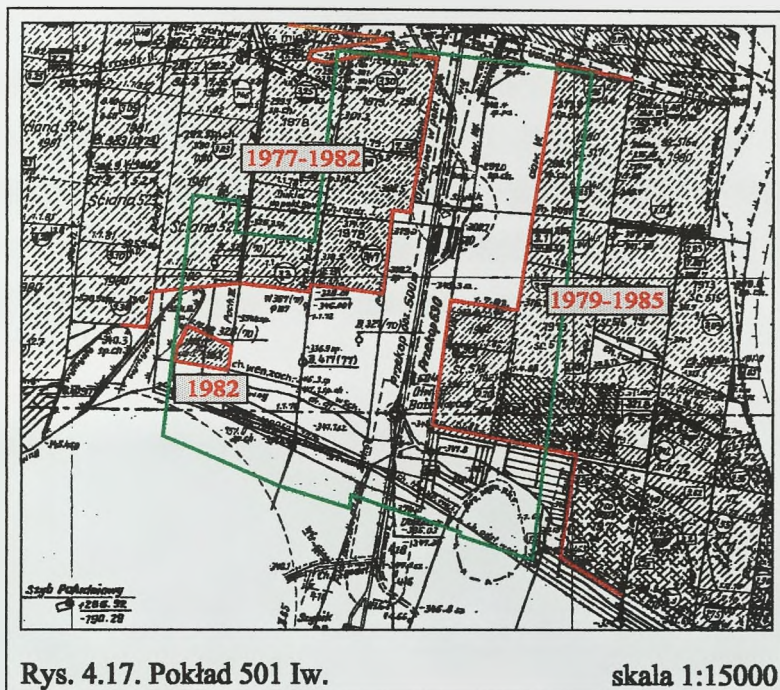


Pokład 418 o grubości 1,5–2,3 m wybrany został w małym zakresie we wschodniej części obszaru przyszłego Osiedla Paderewskiego w latach 1972–1978 systemem ścianowym z zawalaniem stropu na całą wysokość. Eksploatacja prowadzona była na głębokości 500–600 m i w odległości pionowej 65–80 m od pokładu 510.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

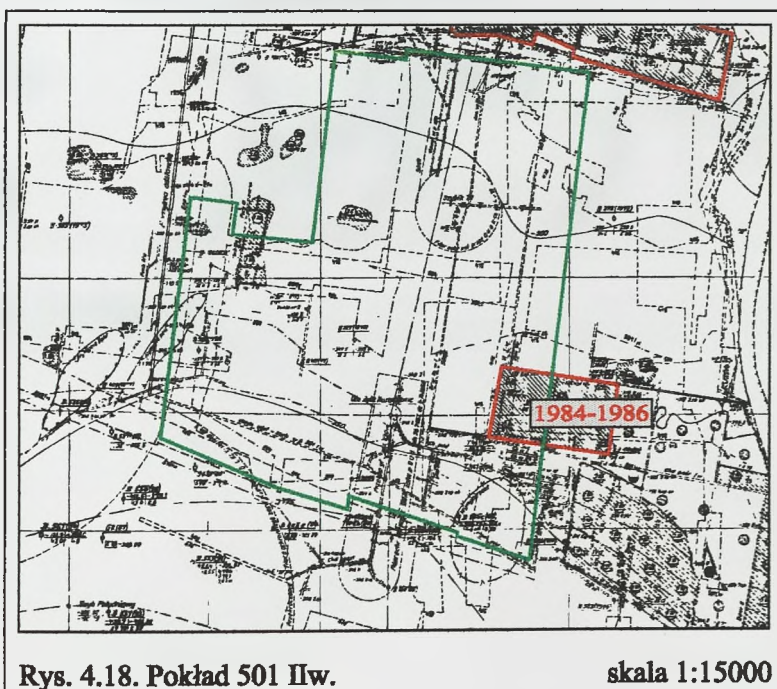


Pokład 501 o grubości 5–7 metrów eksploatowany był częściowo na dwie warstwy:

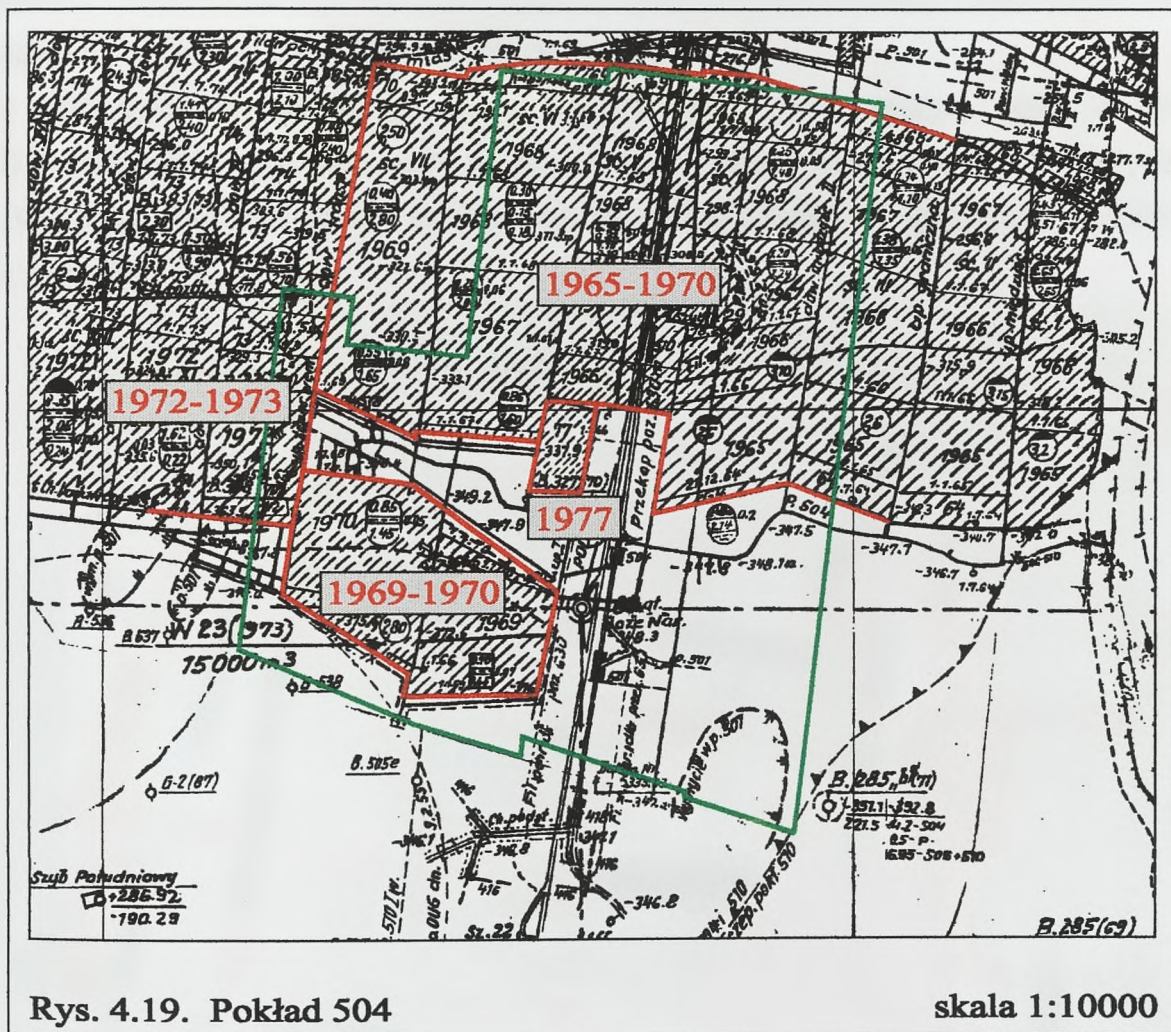
Pokład 501 I warstwa wybierany był w latach 1977–1982 pod dużą częścią obszaru budowanego w tym czasie osiedla w rejonie północno-zachodnim i środkowym systemem z podsadzką hydrauliczną i na wysokość do 3,5 m. Głębokość eksploatacji wynosiła 540–600 m, a odległość pionowa od pokładu 510 72–45 m. W latach 1979–1985 wybierany był na granicy wschodniej osiedla systemem z podsadzką hydrauliczną i 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 Iw wynosi 850 tys. ton.



Pokład 501 II warstwa eksploatowany był w niedużym zakresie w obszarze modelu w jego części południowo-wschodniej w latach 1984–1986 systemem z zawalem stropu i 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 pokładu 501 IIw wynosi 49 tys. ton.



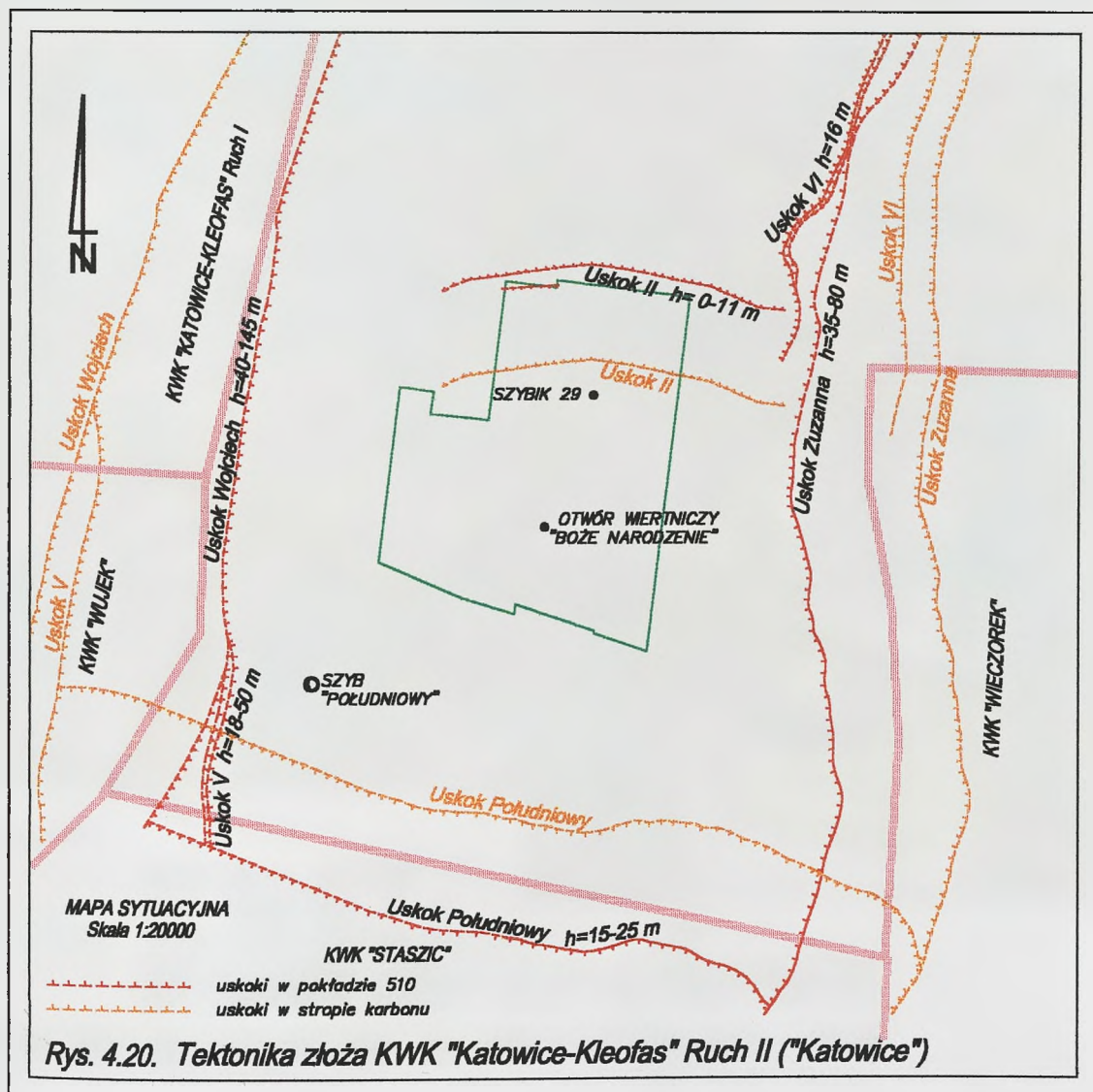
Pokład 504 o grubości 2,0–3,8 m eksploatowany był w bardzo dużej części omawianego obszaru w latach 1965–1970 z podsadzką hydrauliczną na wysokość 2,0–3,2 m. W 1977 roku prowadzono również eksploatację z podsadzką hydrauliczną na wysokość 2,0–3,2 m w środkowej części omawianego modelu na małym obszarze.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



4.1.3. Tektonika złoza

Złoże węgla kamiennego Kopalni „Katowice-Kleofas” Ruch II „Katowice” położone jest w północnej części Górnośląskiego Zagłębia Węglowego (GZW), na południowym skrzydle Siodła Głównego. Przedmiotowe pole znajduje się w środkowej części obszaru górniczego (rys. 4.20). Rozciągłość pokładów jest zmienna, zwłaszcza w jego północnej części z tym, że kierunkiem dominującym jest kierunek równoleżnikowy. Nachylenie warstw następuje generalnie w kierunku południowym, przy czym kąt upadu jest zróżnicowany i waha się od 4 do 8° w części południowej, do około 20° (lokalnie) w części północnej.

W części środkowej obszaru górniczego Kopalni w roku 1915 wykonano otwór wiertniczy „Boże Narodzenie” o głębokości 1200 m, na podstawie którego sporządzono profil geologiczny (rys. 4.6). Drugi profil geologiczny, zamieszczony również na rysunku 4.6, sporządzono z przekroju przez szybk 29.



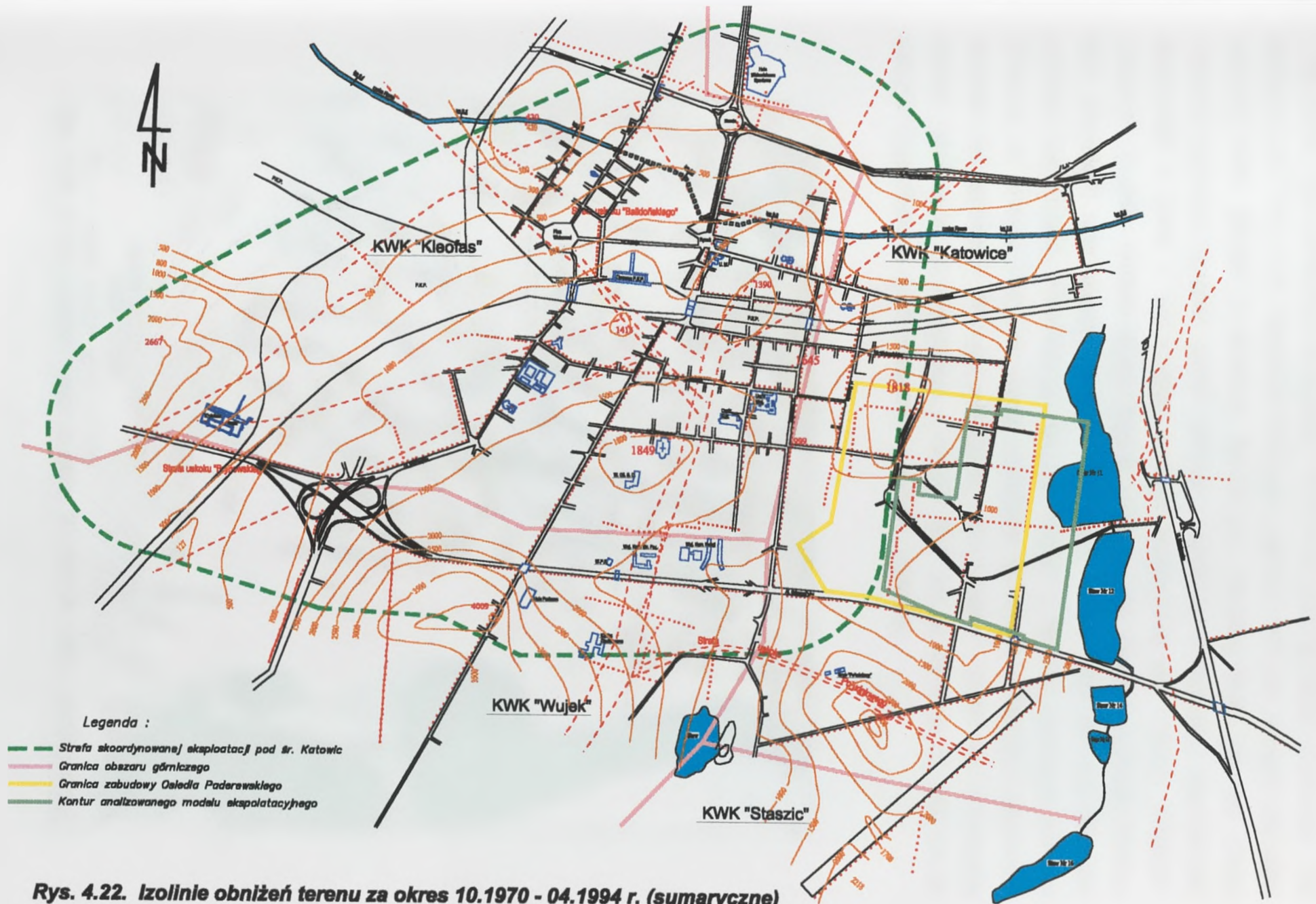
4.2. Analiza stanu powierzchni

4.2.1. Charakterystyka wpływów skoordynowanej eksploatacji górniczej prowadzonej poza obszarem modelu na jego powierzchnię (przed 1.08.1994)

Od 1971 roku zgodnie z Uchwałą Prezydium Rządu 6/70 pod Śródmieściem Katowic prowadzona była eksploatacja zwana skoordynowaną (definitywne jej zakończenie nastąpiło w obszarze KWK „Katowice-Kleofas” Ruch I, dawna nazwa „Eminencja”, później „Gottwald” i „Kleofas”, w grudniu 1998 r.).

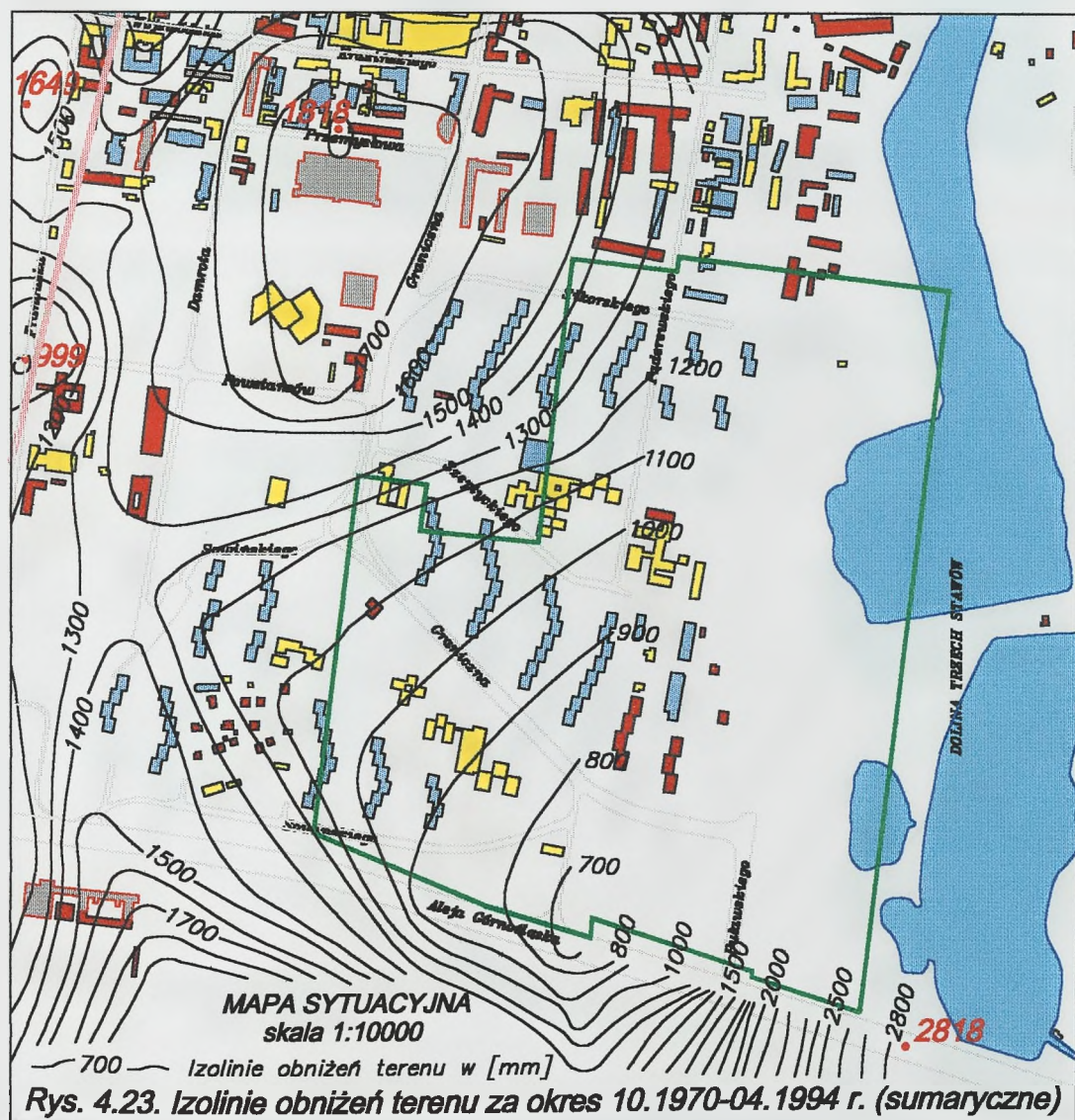
W ramach 1 fazy II etapu w 1987 roku program ten poszerzono o zachodnią część Osiedla Paderewskiego, Dolinę Trzech Stawów i o rejon szybu „Południowego” (Załącznik nr 1).

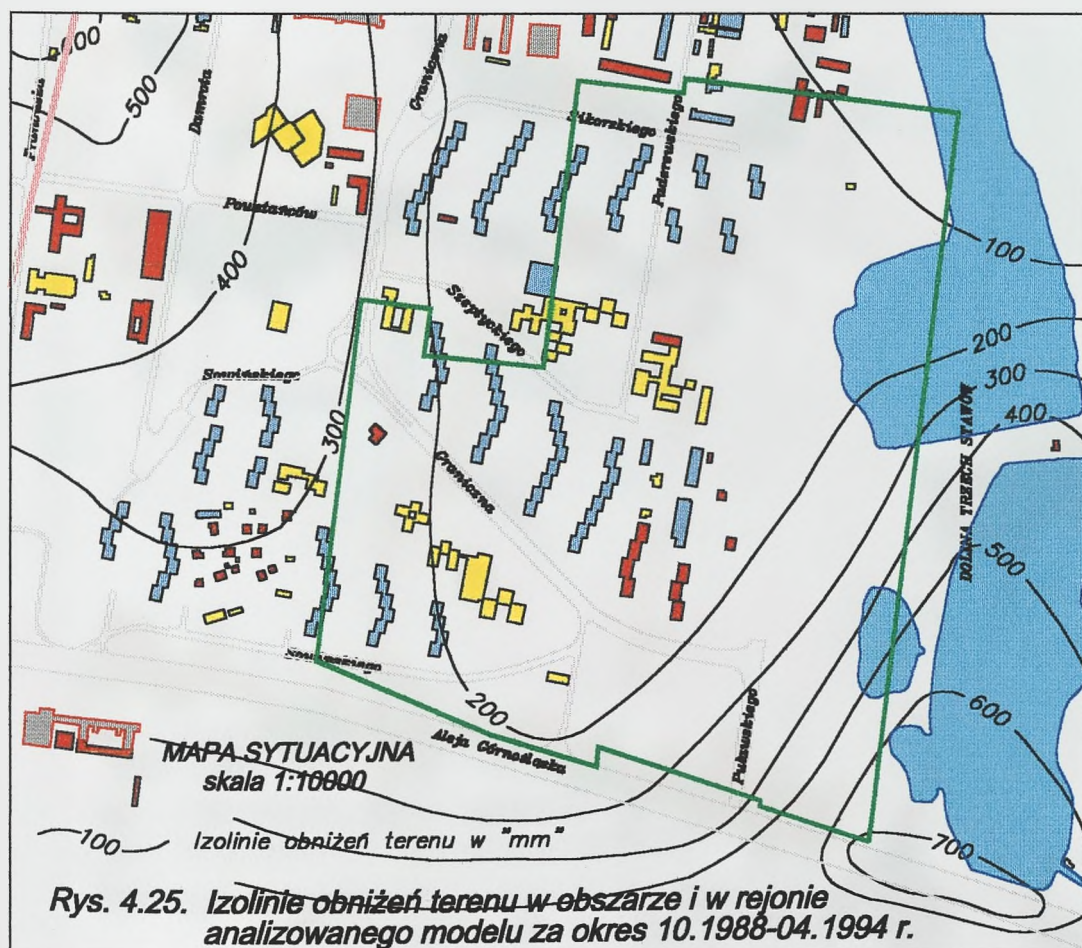
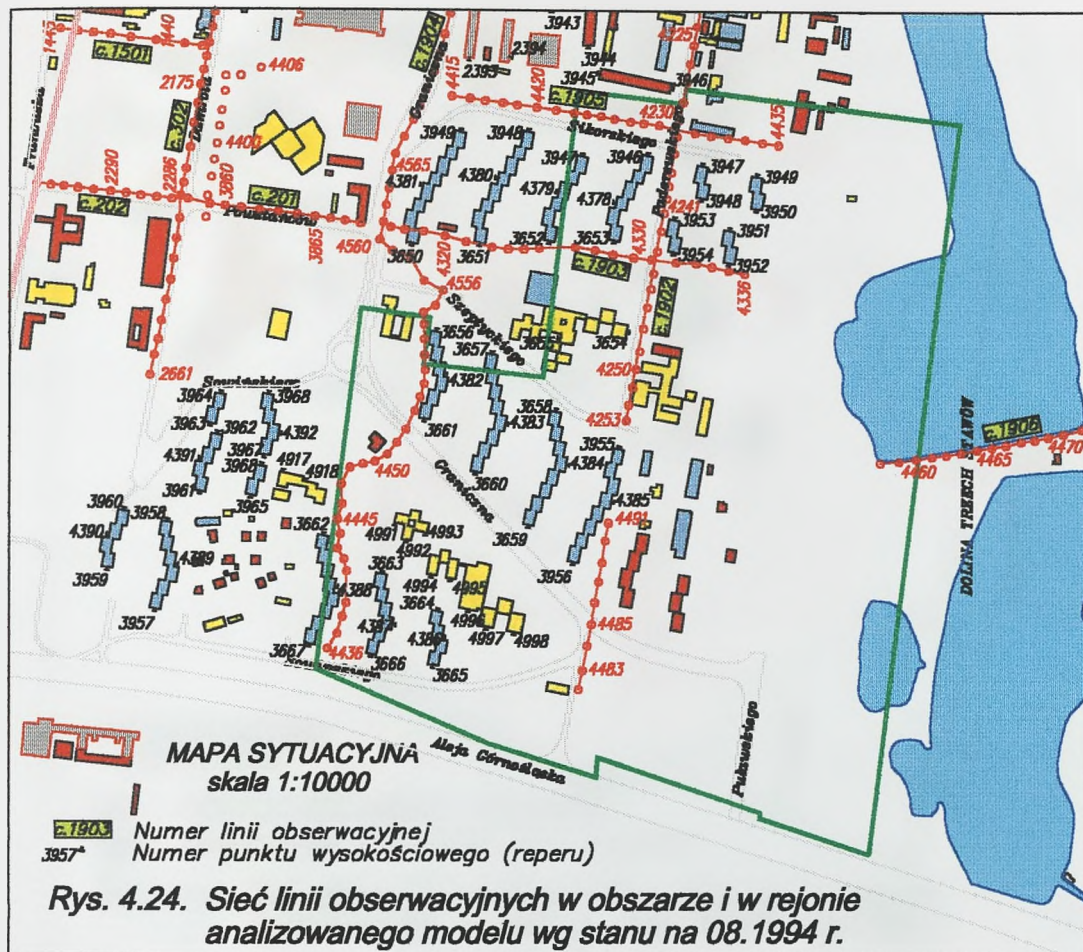


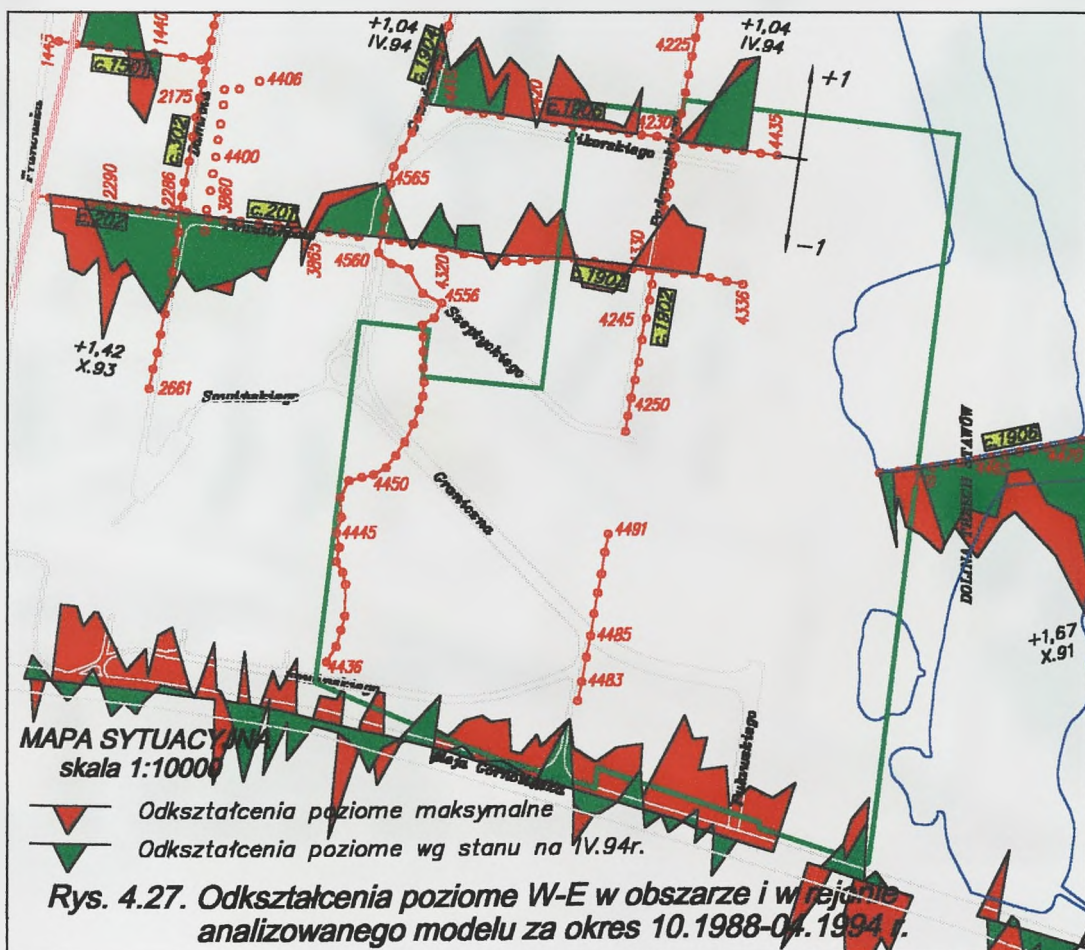


Rys. 4.22. Izolinie obniżeń terenu za okres 10.1970 - 04.1994 r. (sumaryczne)

Dla okresu odpowiadającemu przedziałowi 10.70–04.94 teren na skutek eksploatacji uległ obniżeniom (rys. 4.22, 4.23). Największe obniżenia o wartości 1849 mm wystąpiły nad polem wybierania KWK „Kleofas” w sąsiedztwie Katedry p.w. Chrystusa Króla. Od tego miejsca w kierunku wschodnim występuje lokalne obniżenie z centrum nad ul. Francuską – spowodowane niewybraniem w czasie 1 fazy I etapu w strefie bezzasobowej przy Uskoku „Wojciech” pokładu 504. Z analizy rozkładu obniżeń dalej na wschód od ulicy Francuskiej (Obszar Górniczy KWK „Katowice”) teren osiągnął największe obniżenie o wartości 1818 mm przy północno-zachodniej części Osiedla Paderewskiego. Od tego miejsca w kierunku wschodnim obniżenia zmniejszają się do około 1200 mm. Proces zmniejszania się obniżeń w kierunku południowo-wschodnim jest łagodniejszy. W części południowej – poza osiedlem – wzdłuż Alei Górnośląskiej obniżenia kształtują się od największego o wartości 2818 mm na wschodzie do 1300 mm na zachodzie. Część środkowa osiedla to obniżenia rzędu 800 – 1200 mm.





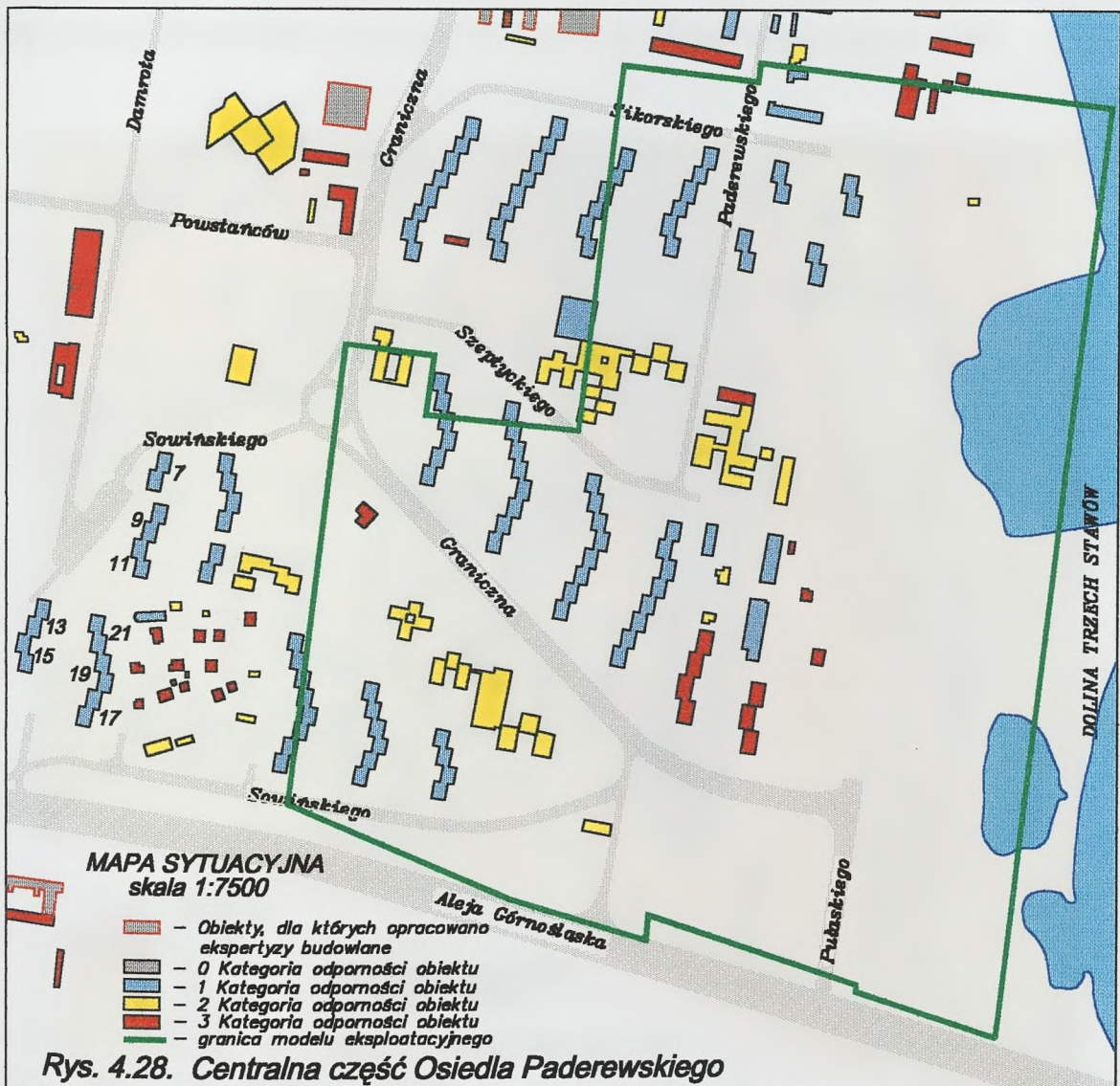


4.2.2. Charakterystyka zabudowy terenu w obszarze modelu

Pole przedmiotowej przyjętej do analizy eksploatacji (rys. 4.28) stanowi teren o powierzchni około 0,6 km², usytuowany w południowo-wschodniej części Katowic, w przybliżeniu pomiędzy ulicami:

- od południa Aleja Górnośląska,
- od północy ulica Sikorskiego,
- od zachodu ulica Graniczna,
- od wschodu strefa rekreacyjna – Dolina Trzech Stawów.

Pole obejmuje centralną część Osiedla Paderewskiego.

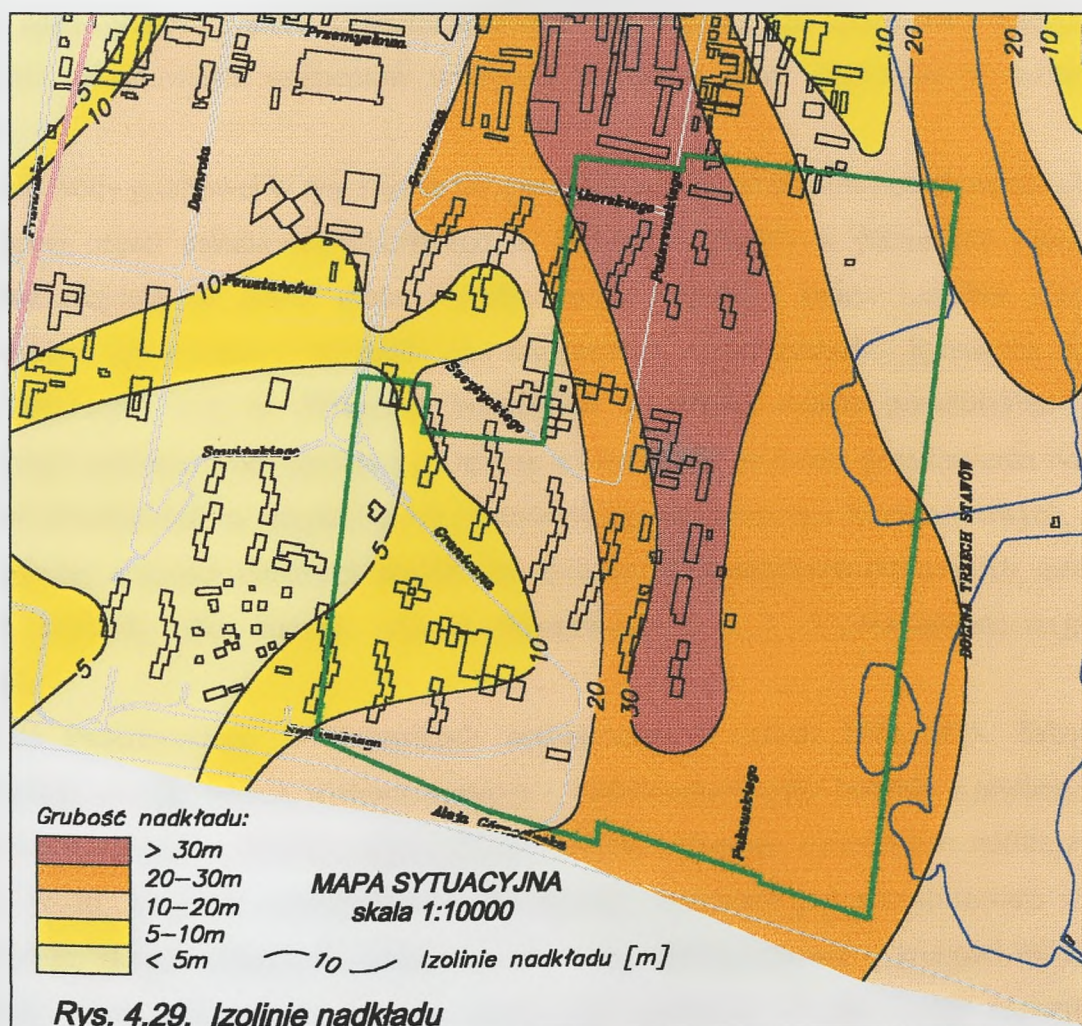


Powierzchnia terenu pod względem morfologicznym jest mało zróżnicowana, przy czym jego najwyższa część (+286 m n.p.m.) znajduje się w części południowo-zachodniej, najniższa zaś w części północno-wschodniej (+264 m n.p.m.). Łagodne obniżenie terenu zaznacza się w kierunku północno-zachodnim, a największe w kierunku wschodnim, do Doliny Trzech Stawów.

Teren ten, w porównaniu ze Śródmieściem Katowic, nie był przedmiotem dynamicznej zabudowy wielkomiejskiej do lat międzywojennych. Stwarzało to możliwość względnie swobodnej eksploatacji pokładów węgla.

Ważną okolicznością jest fakt występowania zróżnicowanych parametrów techniczno-budowlanych podłoża. Lokalnie bowiem w warstwach czwartorzędowych znajdowały się glinianki (wydobycie gliny dla budownictwa), najczęściej później likwidowane (odpady komunalne, żużel, gruz).

Podłoże Osiedla Paderewskiego charakteryzuje się zmienną grubością czwartorzędowych przypowierzchniowych warstw nadkładu (5–30 m). W części południowo-zachodniej osiedla (budynki przy ul. Sowińskiego nr 7, 9, 11, 13, 15, 17, 19, 21) warstwa ta prawie zanika.



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, miękka, mało spękana, zbudowana na przemian z warstw piaskowców średnioziarnistych oraz 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. W tej części osiedla występują lokalne anomalie w podłożu gruntowym w postaci grubych warstw nasypów o strukturze niekontrolowanej.

Budynki posadowiono, zgodnie z ekspertyzą i projektem, na odpowiednio zagęszczonych gruntach nasypowych. W późniejszym okresie, w związku z nierównomiernymi osiadaniem segmentów, pod skrzynie fundamentowe wprowadzono 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 tym rejonie 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, pomimo zróżnicowanej nośności uniknięto problemów związanych z nierównomiernym ich osiadaniem. Wyjątek stanowiły tylko budynki przy ul. Sowińskiego nr 1, 3, 5 posadowione na głębokich nasypach.

Osiedle Paderewskiego w Katowicach wybudowano w latach 1974–1984. Zabudowania mieszkaniowe osiedla tworzą wielosegmentowe i wielokondygnacyjne budynki o prefabrykowanej konstrukcji ścianowej w układzie poprzecznym. Budynki wykonano z elementów wielkopłytowych systemu W-70, wszystkie 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: Pogotowie Ratunkowe, 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 na wpływy górnicze II lub III kategorii. Teren III kategorii w zezwoleniu na eksploatację górnictwą określono w areale południowo-wschodnim, dla pozostałej części zaś istniał wymóg dotrzymywania w projektowaniu i wykonawstwie parametrów II kategorii terenu górniczego. Spełnienie wymogu przedłożonego przez OUG znalazło swe 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 górnictwą i ekonomiką [44, 45, 53, 64, 67].

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 wymogów:

- Stan techniczny konstrukcji budynków oceniono jako dobry.
- Źle lub całkowicie niezabezpieczone były segmenty budynków poniżej przyległego terenu.
- Szerokości szczelin dylatacyjnych wynosiły od 20 do 280 mm (dopuszczalne minimum ≥ 100 mm).
- Omawiane szczeliny dylatacyjne, częstokroć zanieczyszczone, nie mogły spełniać wymaganych kryteriów projektowych. Stwierdzono przypadki połączenia elementów konstrukcyjnych sąsiednich segmentów z zabetonowanymi wkładkami zbrojenia.
- W piwnicach pomiędzy segmentami prowadzone były 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 natomiast południowo-zachodniej nawet 5 i 9‰. W tej części, na skutek posadowienia na zróżnicowanym podłożu (ul. Sowińskiego 3/5) następowało „samoczynne” wychylenie się bloku, zlikwidowane specjalnym kotwieniem fundamentów.

- Najbardziej newralgicznym elementem nowej zabudowy okazała się sieć kanalizacyjna. Jest to sieć rozdzielona na sanitarną i deszczową o średnicy $\varnothing 200\text{--}800$ 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 fakt, że po ponad 20 latach od wybudowania i użytkowania kanalizacji nie ma protokołu jej pozytywnego odbioru, a co za tym idzie – nie ma protokołu zdawczo-odbiorczego. Budowlanej „fuszerki” nikt nie chciał i do dziś nie chce przyjąć na swój stan. Ten fakt wystarcza na potwierdzenie wymienionych powyżej usterek.

W konkluzji studiów i ekspertyz [8, 36, 37, 64] 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, oparty głównie na ugodach stron,
- wysokie budynki mieszkalne wykonane dla II i III kategorii terenów górniczych z uwagi na niewystarczające szerokości szczelin dylatacyjnych i ich zanieczyszczenie zakwalifikowano do I kategorii odporności,
- kopalnia przeczyściła wszystkie szczeliny dylatacyjne, dlatego budynki wysokie, pod którymi miała przebiegać eksploatacja mogły przejąć wpływy II kategorii terenu górniczego,
- założono odpowiednią sieć punktów linii pomiarowych dla rejestracji wpływów eksploatacji na powierzchni (rys. 4.24).

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

Głównym elementem hydrogeologicznym w obszarze Osiedla Paderewskiego są zbiorniki wód powierzchniowych rozciągające się po wschodniej jego stronie. Usytuowane są one w dolinie stanowiącej obniżenie morfologiczne w kierunku południowym. Oś doliny obniża się generalnie w kierunku rzeki Rawy. W obszarze omawianej doliny występuje 7 stawów, z których jeden (nr 16), wysunięty najbardziej na południe, leży w OG KWK „Staszic”. Wymienione zbiorniki są głównym elementem 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 określane są przez charakter litologiczny utworów czwartorzędu i karbonu.

W czwartorzędzie występują warstwy wodonośne zbudowane głównie z piaskowców i żwirów o nieregularnym zaleganiu, przełożone glinami i iłami. Poziom wód gruntowych występuje na głębokości 2,0–6,4 m. Generalnie sytuacja hydrogeologiczna w analizowanej części złoża jest 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].

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

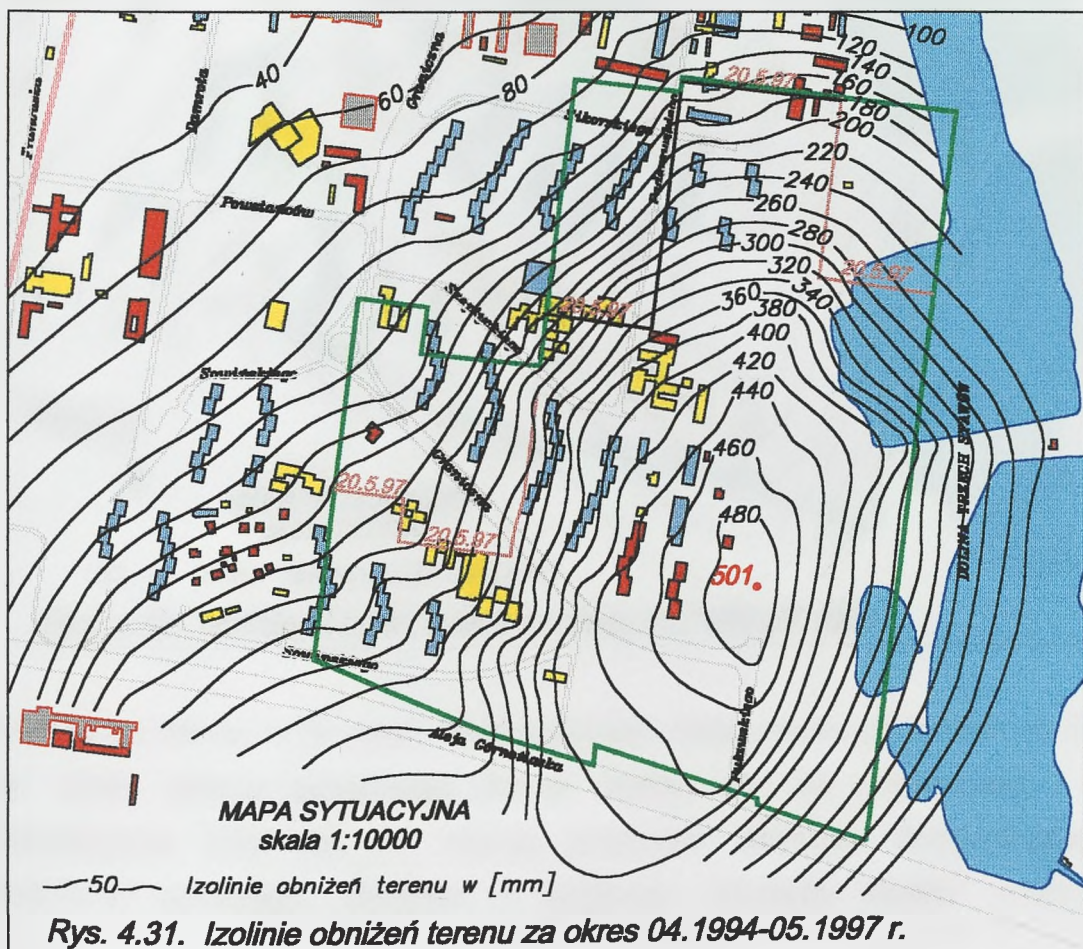
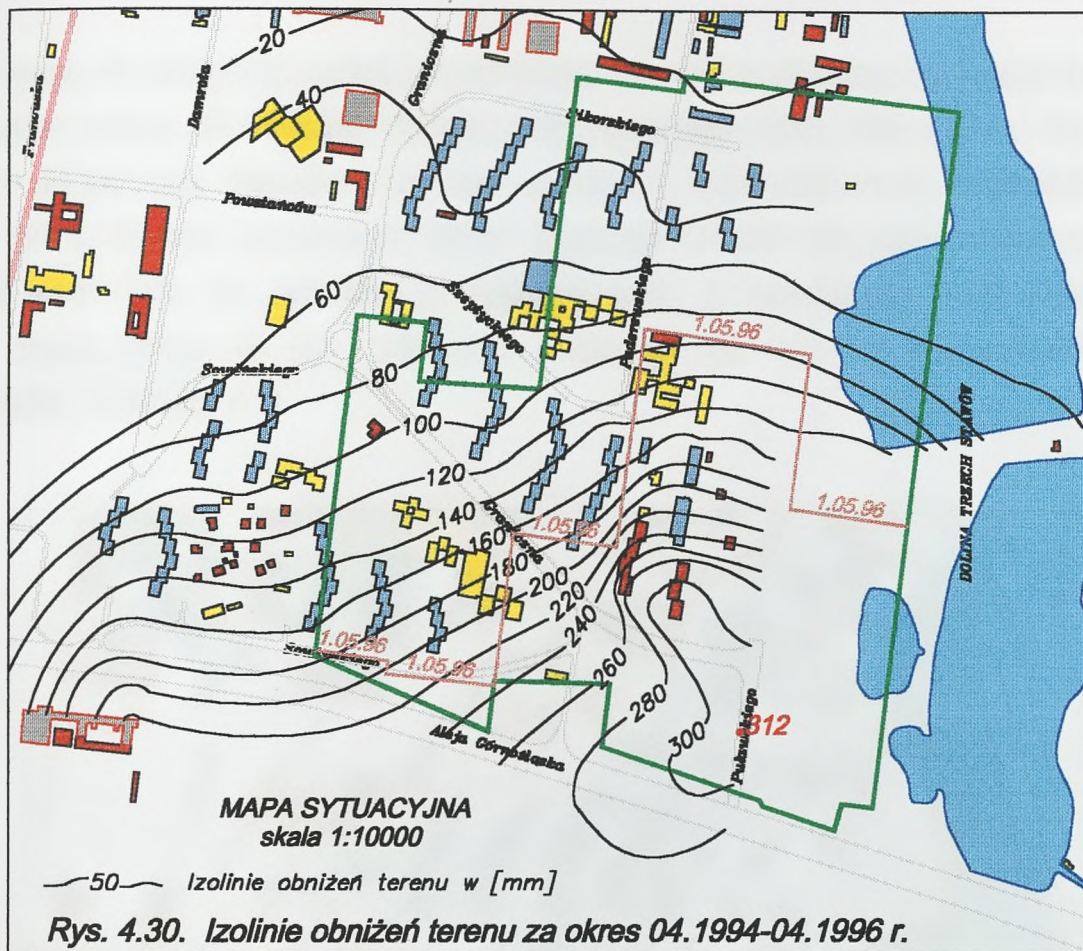
Monitoring oceny wielkości wpływów eksploatacji na powierzchnię obejmował trzy istotne elementy:

- pomiary rejestrujące rzeczywisty przebieg zjawiska,
- wielkość deformacji rzeczywistych,
- porównanie deformacji rzeczywistych z prognozowanymi dla ustalenia przedziału zgodności.

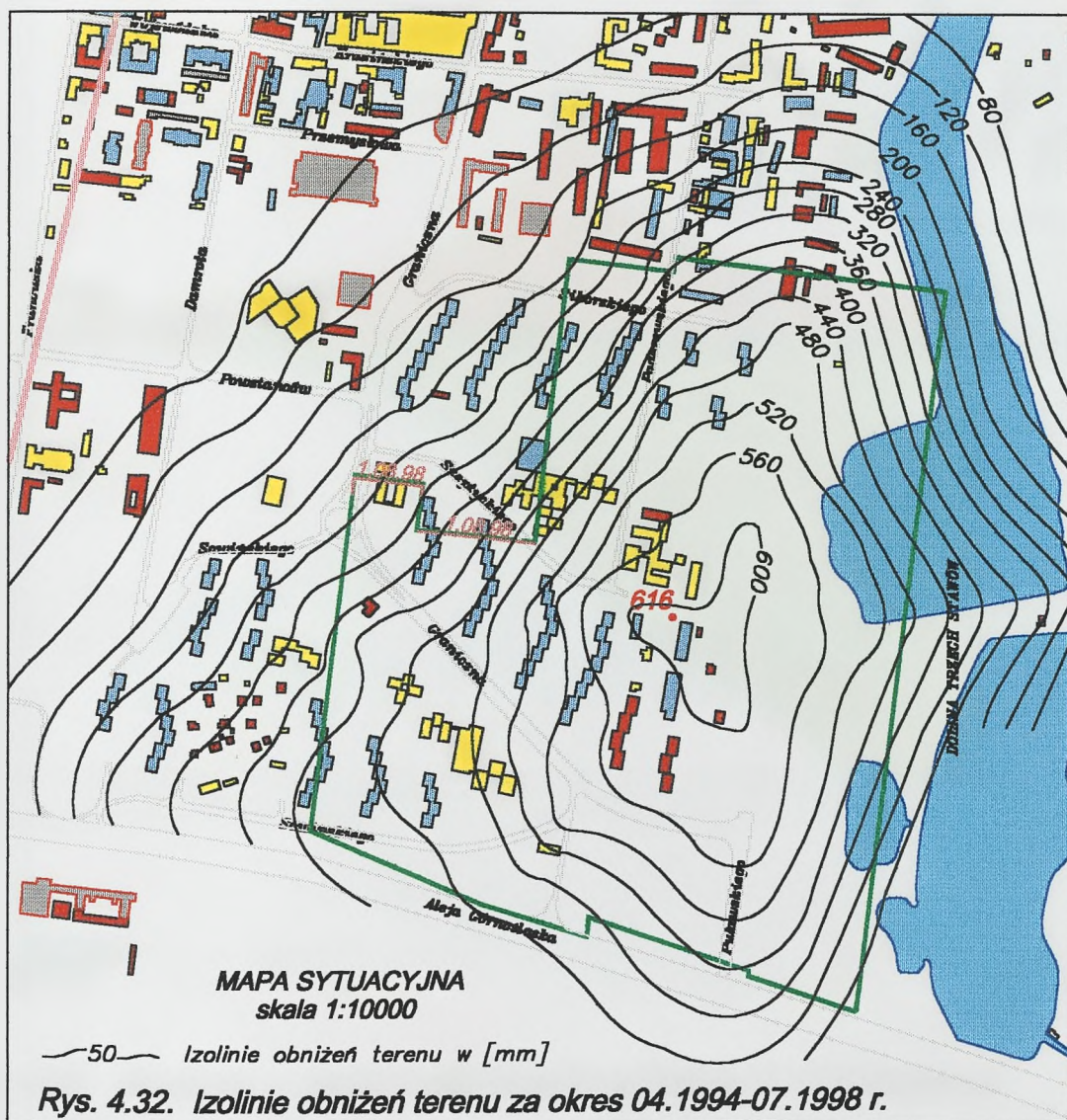
Dla okresu obserwacji zjawisk od kwietnia 1994 do lipca 1998 roku wykonano szesnaście kompleksowych dokumentacji obrazujących stan zmian na powierzchni inicjowanych eksploatacją górnictwem na konkretną datę pomiaru. Jest to ilustracja okoliczności uchwyconych w trakcie ich dynamicznych zmian. Każdej dacie pomiaru odpowiada pewien układ frontów wybierania – niepowtarzalny w przyszłości. Dla celów informacyjnych, adekwatnych do opisywanego tematu, przyjęto dane dynamiczne deformacji terenu z kwietnia 1996, maja 1997 i końca lipca 1998 roku. Wyniki pomiarów do 1996 roku rejestrujące wartości obniżen rzędu 100–150 mm zawierały w sobie wartości końcowe obniżen z eksploatacji I warstwy pokładu 510 w rejonie poza modelem na południe od Alei Górnośląskiej.

Reprezentatywny obraz zjawisk według pomiaru z kwietnia 1996 roku przedstawia rysunek 4.30. 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 o wartości 312 mm było zlokalizowane w południowo-wschodniej części pola wybieranego modelu eksploatacyjnego i bliżej krawędzi rozruchu ścian – średnio około 100 m na północ. Warstwiec zmniejszających się obniżen 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. Przy wybraniu prawie 25% pola górnictwa analizowanego modelu największe obniżenia osiągnęły wartość rzędu 50% prognozowanych, a w strefie wpływów znalazł się już obszar całego osiedla.

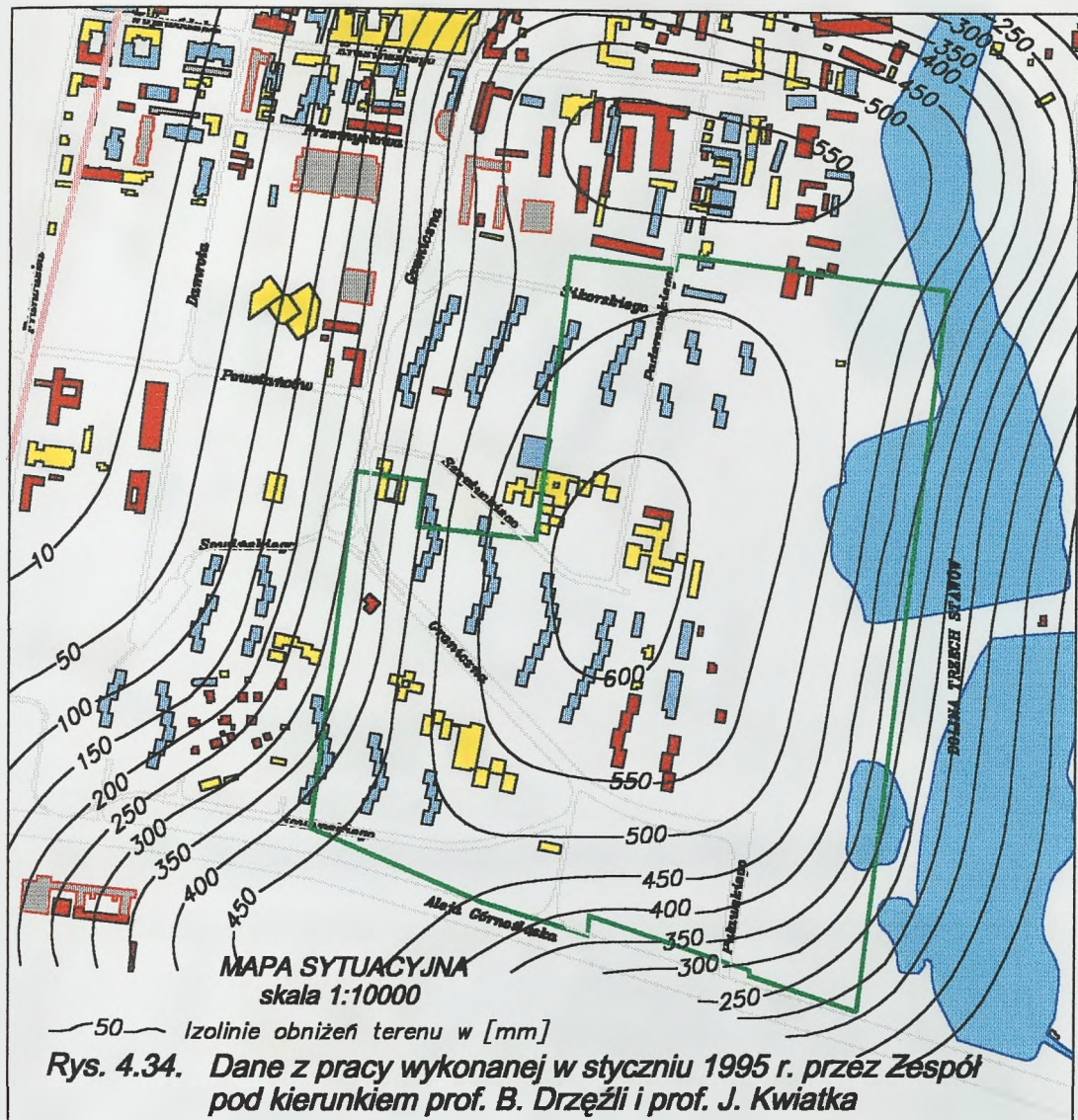
Po upływie roku od wyżej scharakteryzowanych okresów eksploatacja I warstwy pokładu 510 znacznie się rozwinęła. Według stanu z początku maja 1997 roku była ona kontynuowana wszystkimi pięcioma ścianami. W tym czasie pogłębiła się niecka obniżeniowa w części południowo-wschodniej uzyskując największą wartość obniżen wynoszącą 501 mm (rys. 4.31). Denna część niecki znacznie się rozszerzyła (szczególnie na północ) i była zlokalizowana nad zrobami ściany 535a. Cały teren osiedla znalazł się pod wpływami eksploatacji, a najmniejsze wartości obniżen rzędu 80 mm były zlokalizowane w części północno-zachodniej.



Adekwatny dla modelu jest 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 zruszenie górotworu wywoływała wtedy eksploatacja ścian 537a i 538/1a. Wartość największych obniżeń wynosząca 616 mm była zlokalizowana nadal nad zrobami ściany 535a, lecz generalnie w środkowej części jej wybiegu (rys. 4.32). Dynamiczny proces ruchów terenu, ale już z mniejszym natężeniem (rys. 4.35 i 4.36), analogicznie jak eksploatacja, trwa nadal [71].



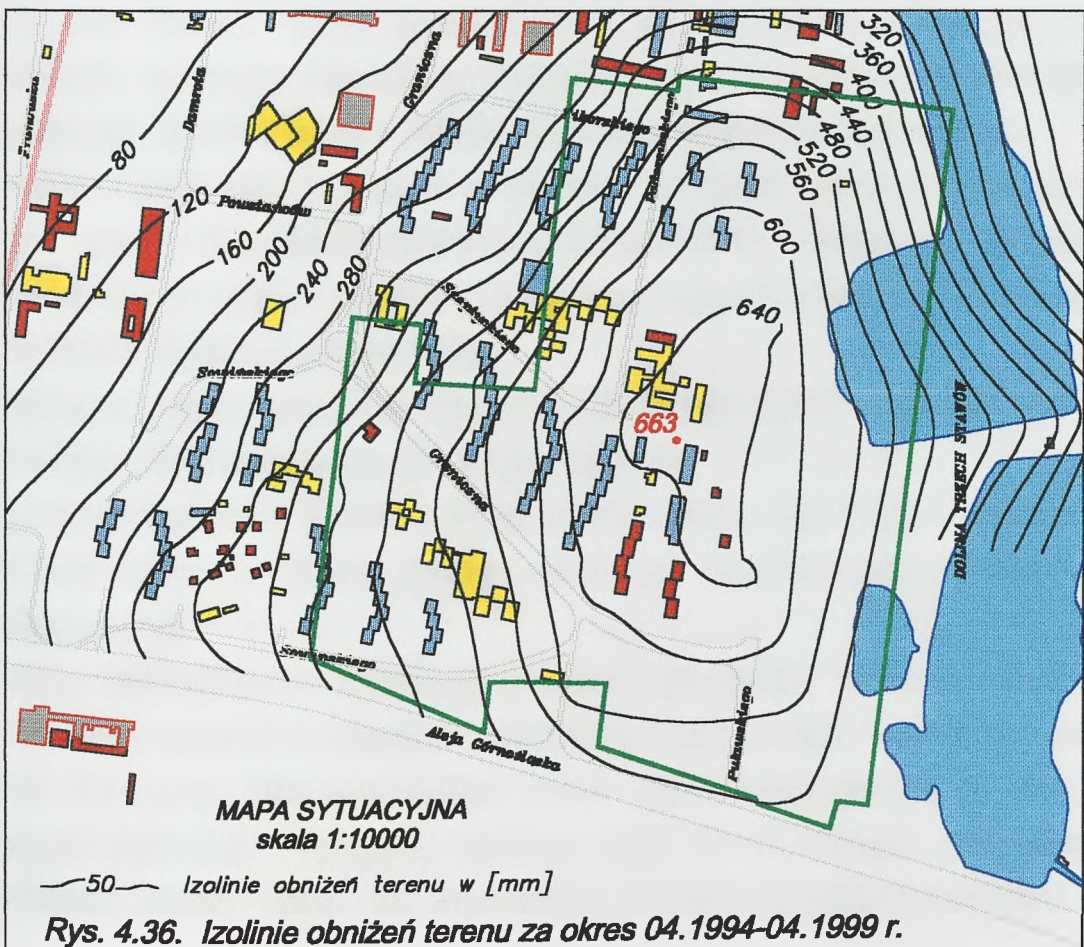
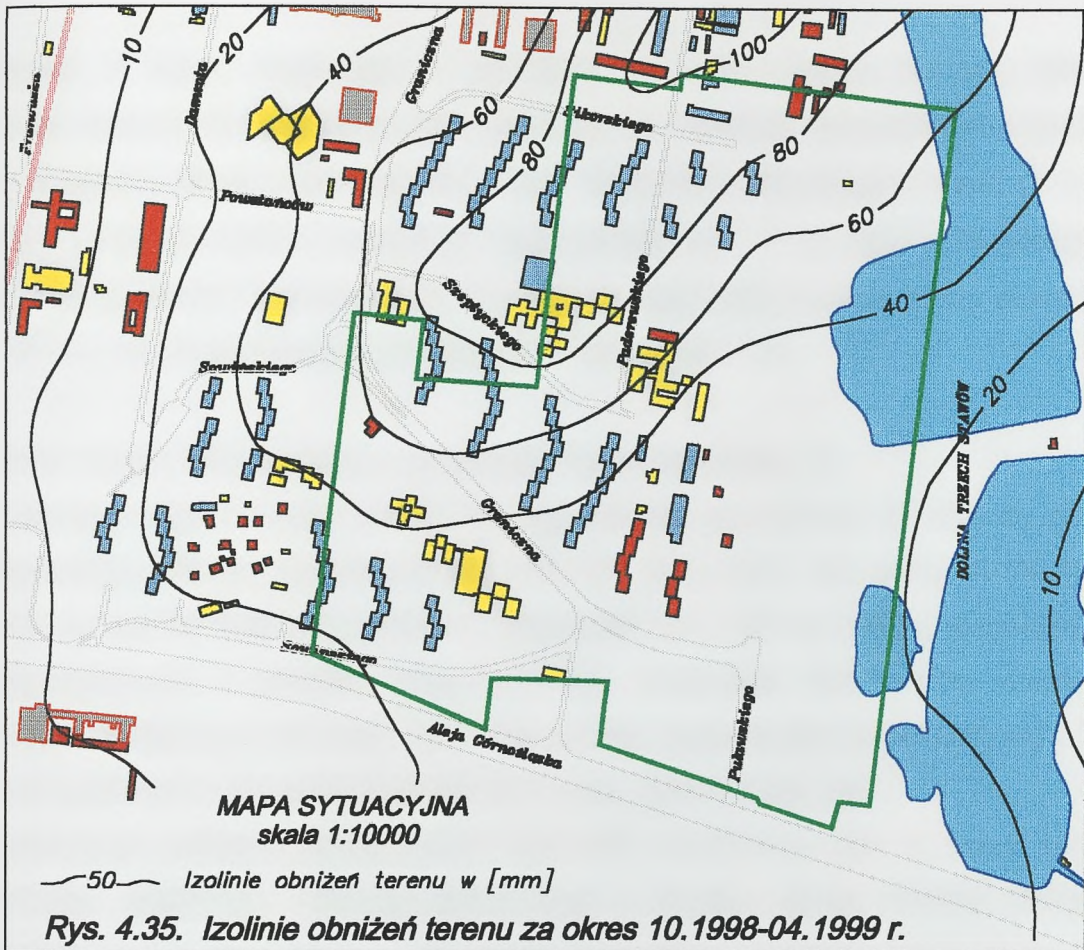
Spodziewać się należy, że w części południowo-wschodniej osiedla, gdzie teren się wyraźnie uspokaja, proces ruchów powierzchni dobiega końca, cała zaś powierzchnia i obiekty na niej zlokalizowane przyjmują stan wtórnej równowagi statycznej. Potwierdzeniem tego jest rysunek 4.33 pokazujący obniżenia i prędkości obniżenia punktu o największym



Prognozowane i rzeczywiste wskaźniki deformacji powierzchni

Tab. 4.1

Wyszczególnienie	D e f o r m a c j e	
	prognozowane	rzeczywiste (04.1994–07.1998)
1	2	3
Największe obniżenia	610 mm	616 mm
Największe nachylenia	1,5 ‰	1,5 ‰
Największe odkształcenia rozciągające	+0,8 mm/m	+0,57 mm/m
Największe odkształcenia ściskające	-1,5 mm/m	-1,17 mm/m
Największa prędkość obniżeń do	1,5 mm/dobę	1,12 mm/dobę



Problemem w czasie eksploatacji w wybranym do analizy modelu nie były deformacje, lecz wstrząsy pochodzenia górniczego, które powodowały określony dyskomfort mieszkańców [7, 38, 49]. W żadnym jednak przypadku ich energia nie przekroczyła prognozowanej ($E \cong 10^7 \text{ J}$), podobnie jak prognozowanych przyspieszeń drgań gruntu ($a_{1,2} \leq 120 \text{ mm/s}^2$). Eksploatacja pod centralną częścią Osiedla Paderewskiego nie stworzyła zagrożenia bezpieczeństwa powszechnego [22, 38, 42, 51, 55] (Zagadnienie przeanalizowano w Załączniku nr 2).

W wyniku analizy stanu górotworu i powierzchni można stwierdzić, że:

1. W obszarze analizowanego modelu i na jego obrzeżu prowadzono od 1916 do 1978 roku eksploatację pokładów warstw rudzkich: 401, 402, 403, 404/5, 405, 407/1, 407/4, 408, 416, 418 i od 1965 do 1986 roku pokładów siodłowych: 501 i 504 (od 1982 r. rozpoczęto roboty przygotowawcze w pokładzie 510), wybierając sumarycznie 26,0 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”.
2. Eksploatacja pokładów górnorudzkich (401–408) prowadzona była 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 za wyjątkiem jednej ściany (rys. 4.18) prowadzonej po rozciągłości z zawalem, w części południowo-wschodniej analizowanego modelu.
3. Dokonana wielokrotna eksploatacja spowodowała powstanie systemów spękań górotworu, w tym grubych kompleksów piaskowców dolnorudzkich i siodłowych. Sprzyjały temu pozostawione w różnych pokładach i w różnym zakresie resztki oraz utworzone przez to krawędzie. Systemy te nie były badane.
4. Z pokładów eksploatowanych w obszarze analizowanego modelu przed 1.08.1994 r. (czyli bez pokładu 510) wydobyto łącznie 8,02 mln. ton węgla.
5. Dla realizowanej pracy, w niektórych jej aspektach istotna była również eksploatacja poza obszarem modelu (w ramach programu eksploatacji skoordynowanej). Przedstawiono ją w Załączniku nr 1.
6. Wpływy skoordynowanej eksploatacji górniczej oddziaływały na powierzchnię obszaru stanowiącego model pracy (centralna część Osiedla Paderewskiego). Sumarycznie określa się je na 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 1,1 m. Część środkowa osiedla to obniżenia rzędu 0,9–1,3 m. 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 $-1,32$ mm/m do $+0,86$ mm/m. Inne wskaźniki deformacji terenu górniczego dla każdej fazy wybierania generalnie nie przekraczały I kategorii.

7. Przyjęty w pracy model obejmuje teren w południowo-wschodniej części Katowic o powierzchni około $0,6$ km². Jego budowa geologiczna składa się z utworów karbonu przykrytych nakładem warstw czwartorzędowych o grubości 5–30 m i nachyleniem na południe do 10° . Poziom wód gruntowych znajduje się na głębokościach 2,0–6,4 m. Od zakończenia budowy 1984 r. (1990) obszar stanowi nowoczesne zurbanizowane osiedle wielokondygnacyjne (do 12) i wielosegmentowe (do 8) bloków mieszkalnych, obiektów użyteczności publicznej wraz z uzbrojeniem terenu zamieszkałe przez około 11 tys. mieszkańców. Zabudowa i infrastruktura jej towarzysząca miały być zabezpieczone na wpływy górnicze II lub III kategorii. Inwentaryzacja z lat 1984–1988 wykazała, że generalnie odporność obiektów odpowiada I kategorii terenów górniczych.
8. Z uwagi na zaniżoną odporność rzeczywistą obiektów względem projektowanej, Kopalnia przed podjęciem (1.08.1994 r.) eksploatacji pod centralną częścią Osiedla Paderewskiego (analizowany model) wykonała cały ustalony program robót profilaktycznych, ponadto została zobowiązana do bieżącego usuwania szkód górniczych, jako następstwa negatywnych wpływów działalności górniczej na teren powierzchni. Dla rejestracji wpływów górniczych na powierzchnię założono odpowiednią sieć punktów linii pomiarowych oraz zabudowano czujniki do pomiarów przyspieszeń wywołanych wstrząsami górniczymi.
9. Otwarty pozostał problem kanalizacji. Ustalono, że po wybraniu I warstwy pokładu 510 przedmiotowa kanalizacja będzie przebudowana. Obecnie na ukończeniu jest dokumentacja techniczna.
10. Deformacje rzeczywiste na powierzchni Osiedla Paderewskiego generalnie nie przekroczyły wartości prognozowanych. W miarę powiększania się przestrzeni wybranej wpływy eksploatacji rozprzestrzeniły się na coraz większy obszar analizowanego modelu i w efekcie nie następowała ich koncentracja i ewentualne zagrożenie przekroczenia wartości prognozowanych (dopuszczalnych). Fakt ten potwierdza słuszność zasady eksploatacji pod terenami zabudowanymi układem szerokiego frontu wybierania. Wyjątek stanowią obniżenia zarejestrowane pomiarami wykraczającymi poza okres modelu pokazane na rys. 4.36, gdzie podano wartość rzeczywistą wynoszącą 663 mm, czyli przekraczającą o około 9% wartość prognozowaną [9]. Według obowiązującej klasyfikacji deformacje te mieszczą się

nadal w I kategorii terenu górniczego. Okoliczność przekroczenia obniżeń rzeczywistych względem prognozowanych tłumaczyć należałoby wpływem wstrząsów górniczych na przyspieszenie reaktywacji zrobów po zaszłościach eksploatacyjnych (rys. 4.7 – 4.19).

11. Nie wystąpiły deformacje nieciągłe. Niewątpliwie wpływ na to miała: duża głębokość eksploatacji, mała prędkość przesuwanego się frontu oraz wybieranie z podsadzką hydrauliczną.
12. Problemem w czasie eksploatacji w wybranym do analizy modelu nie były deformacje, lecz wstrząsy pochodzenia górniczego, które powodowały określony dyskomfort mieszkańców. W żadnym przypadku wstrząsy nie stwarzały zagrożenia dla 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 (rzeczywiste nie przekroczyły 120 mm/s^2). Eksploatacja pod centralną częścią Osiedla Paderewskiego nie stworzyła zagrożenia bezpieczeństwa powszechnego. Zagadnienie przeanalizowano w Załączniku nr 2.

5. Analiza zagrożeń górniczych w obszarze modelu

5.1. Systemy pomiarowe stosowane do oceny zagrożenia wstrząsami górotworu i tąpnięciami przy wybieraniu I warstwy pokładu 510 w KWK „Katowice-Kleofas” Ruch II „Katowice”

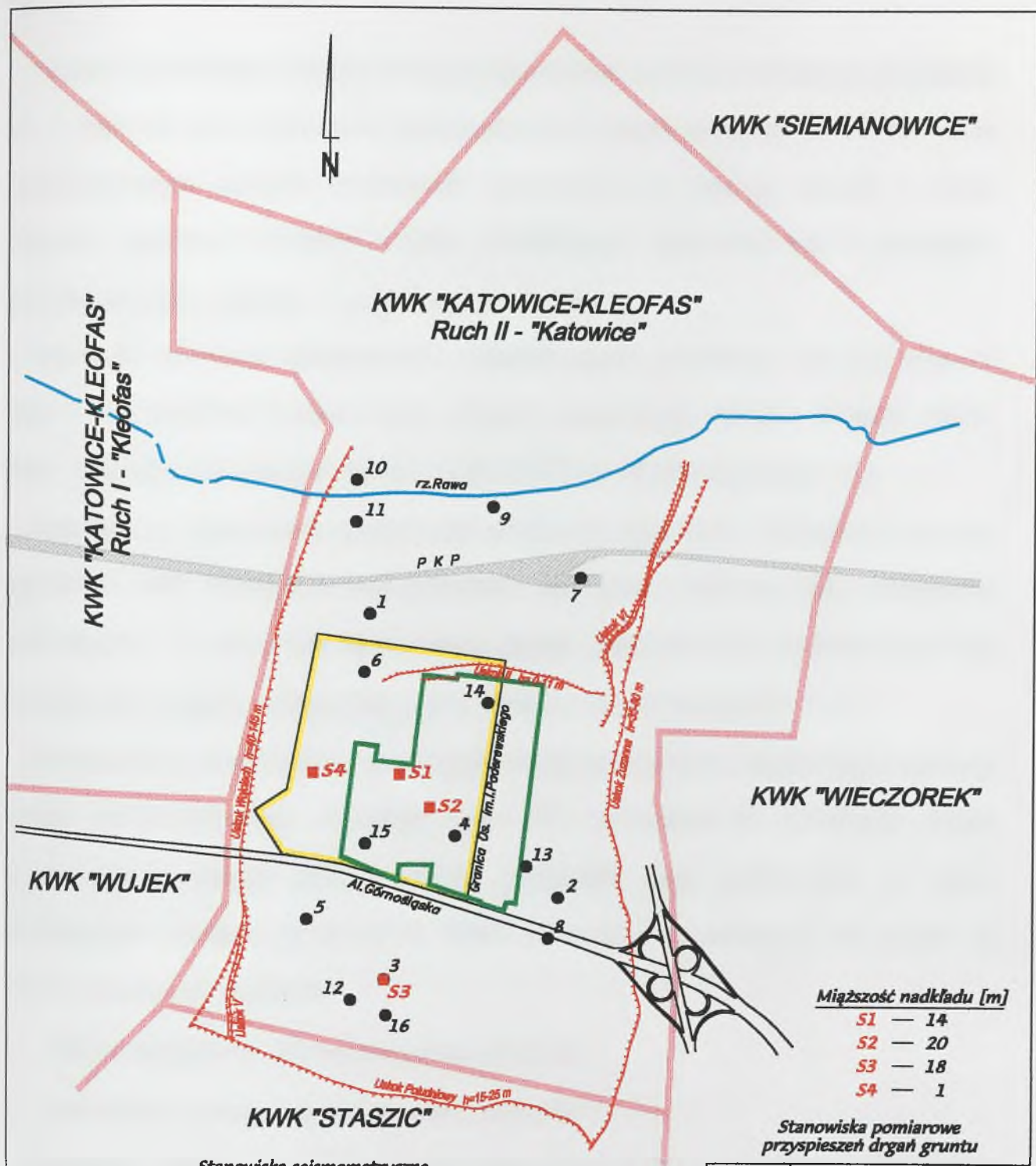
Doświadczenia Kopalni wykazały, że prowadzeniu eksploatacji pokładów siodłowych w warunkach górotworu nieodprężonego towarzyszy silne zagrożenie wstrząsami górotworu i tąpnięciami. Szczególnym przypadkiem było wybieranie I warstwy pokładu 510 z podsadzką hydrauliczną (Załącznik nr 1 oraz [68]) poza i w obszarze centralnej części Osiedla Paderewskiego w niekorzystnych warunkach złożowych i górniczych. Występujący zespół czynników geologiczno-górnich stwarzał duże potencjalne zagrożenie sejsmiczne dla wyrobisk dołowych. Wskazywał również na potrzebę zapewnienia odpowiedniej ochrony i zabezpieczeń obiektów powierzchniowych.

Wybieranie złoża w istniejących uwarunkowaniach wymagało doboru odpowiedniego zespołu metod i środków umożliwiających dokładną ocenę występującego zagrożenia dla podjęcia działań profilaktycznych celem jego ograniczenia względnie wyeliminowania [2, 8, 12, 13, 14, 25, 36, 59, 63, 72, 75, 76].

5.1.1. Zakres i sposób obserwacji zagrożenia wstrząsami górotworu i tąpnięciami

Rozmieszczenie stanowisk sejsmometrycznych i przyspieszeń drgań gruntu na powierzchni schematycznie pokazano na rysunku 5.1.

Przedmiotowymi obserwacjami objęty był (jest) cały obszar górniczy Kopalni z możliwością określenia lokalizacji przestrzennej wszystkich wstrząsów od energii $E \geq 10^2 \text{ J}$ [21, 24, 61].



Miąższość nadkładu [m]

S1 — 14
S2 — 20
S3 — 18
S4 — 1

Stanowiska pomiarowe
przyspieszeń drgań gruntu

Symbol czujnika	X	Współrzędne Y	Z
S1	17971	-11427	+270
S2	18111	-11556	+271
S3	18838	-11364	+274
S4	17965	-11059	+278

Stanowiska sejsmometryczne

Symbol czujnika	X	Współrzędne Y	Z	Symbol czujnika	X	Współrzędne Y	Z
1	17294	-11298	-286	9	16842	-11822	-180
2	18491	-12106	-382	10	16730	-11240	-353
3	18835	-11365	+274	11	16907	-11238	-180
4	18230	-11665	-178	12	18921	-11222	-420
5	18581	-11035	-175	13	18359	-11970	-378
6	17540	-11276	-316	14	17669	-11803	-350
7	17140	-12196	-233	15	18262	-11282	-404
8	18663	-12065	-359	16	18987	-11373	-421

MAPA SYTUACYJNA
Skala 1:25000

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

Parametry lokalizacyjne, ilościowe i energetyczne wstrząsów górotworu określa się na podstawie sieci 16 stanowisk sejsmometrycznych rozmieszczonych na różnych poziomach od 0 do 750 m oraz sejsmoakustycznych czujników pomiarowych zabudowanych w lokalnych sieciach w rejonie najbardziej zagrożonych przodków. Czujniki tensometryczne zabudowane były w pochylniach przed frontami ścian względnie w wyrobiskach ścianowych.

Stacjonarne obserwacje sejsmologiczne i sejsmoakustyczne prowadzone były (są) w sposób ciągły z wykorzystaniem komputerowych systemów pomiarowych: SYLOK, ARAMIS, SOZT, ARES, tensometryczne natomiast okresowo (system PCS), np. dla obudowy ściany 535a.

Obserwacje na stanowiskach pomiarowych powierzchni prowadzono trójkanałową aparaturą typu HORS i ARP. Wyniki obserwacji przyspieszeń drgań gruntu korelowane były z parametrami lokalizacyjnymi i energetycznymi rejestrowanych zjawisk. Stanowiska sieci umożliwiły obserwację oddziaływania wstrząsów na środowisko powierzchniowe o energii minimum $E = 1 \cdot 10^4$ J.

Przeprowadzona seria pomiarów o maksymalnie zwiększonej czułości umożliwiającej rejestrację zjawisk niskoenergetycznych od energii rzędu 10^3 J, wyzwalającej na powierzchni drgania o wartościach przyspieszeń powyżej 5 mm/s^2 , potwierdziła znane prawidłowości, że wpływ poszczególnych wstrząsów górotworu na obiekty powierzchniowe uzależniony jest głównie od dwóch podstawowych czynników:

- budowy geologicznej warstwy przypowierzchniowej,
- parametrów sejsmologicznych wstrząsów górotworu.

Czynnikiem dodatkowym jest konstrukcja obiektu i jego odporność na parametry sprężystych drgań spowodowanych wstrząsami górotworu [1, 5, 38].

5.1.2. Metody obserwacji zagrożenia wstrząsami górotworu i tąpnięciami

W celu rozpoznania i określenia występującego w rejonie wyrobisk eksploatacyjnych, przygotowawczych oraz na powierzchni stanu zagrożenia wstrząsami górotworu i tąpnięciami zastosowano następujący zespół geofizycznych metod obserwacyjnych i pomiarowych:

A. METODY POMIAROWE STACJONARNE DOŁOWE:

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

B. METODY POMIAROWE DORAŻNE DOŁOWE:

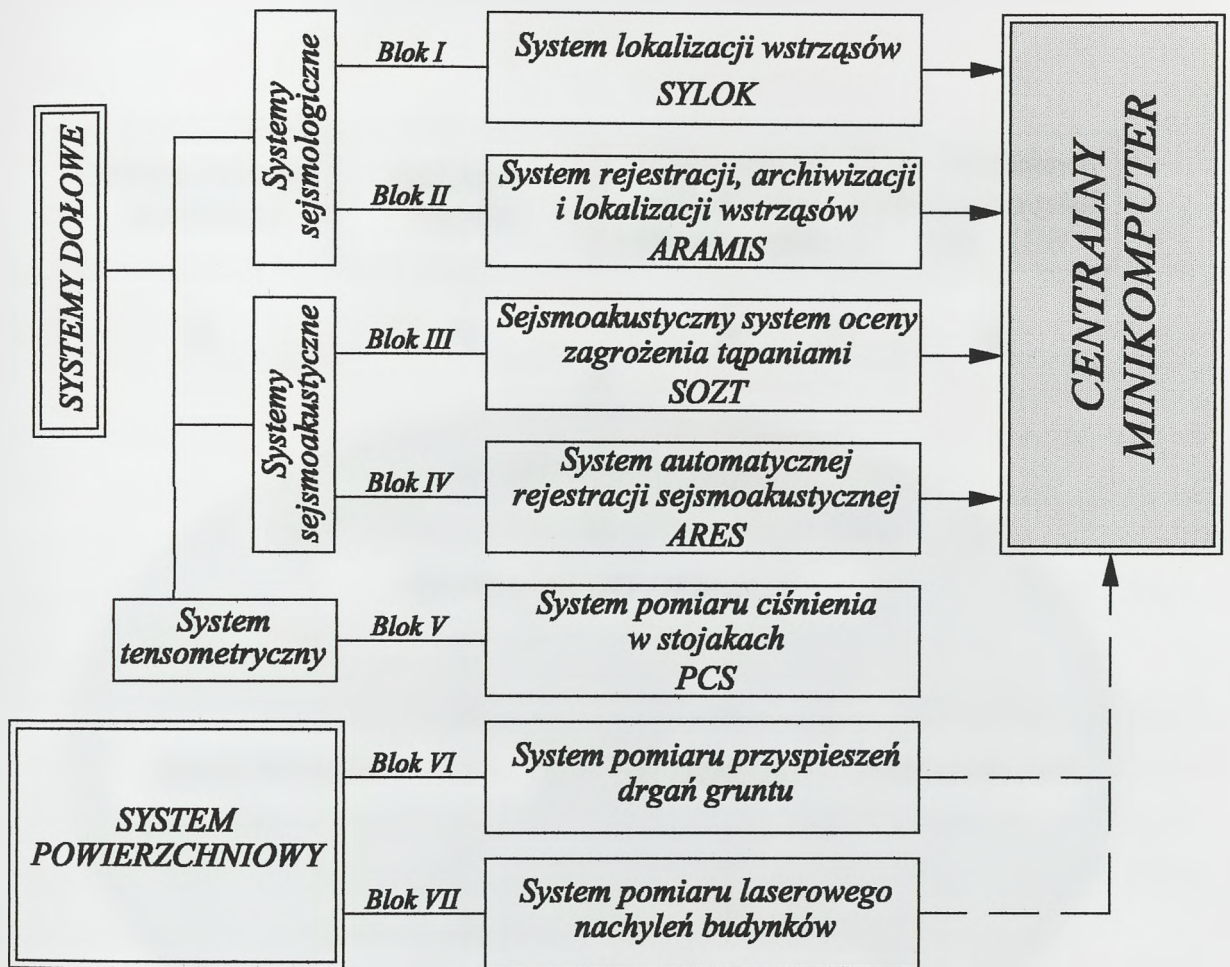
- prześwietlań sejsmicznych z zastosowaniem geotomograficznej interpretacji danych pomiarowych,
- profilowań sejsmicznych,
- wzbudzonej aktywności sejsmoakustycznej,
- mikrogravimetrii.

Metody geofizyczne [12, 13] znajdowały zastosowanie od momentu udostępnienia i rozpoczęcia rozcinań pokładu, przy czym największą przydatność w zakresie wyznaczania stref zagrożonych i ich zasięgu wykazały – oprócz metody sejsmologicznej – prześwietlania i profilowania sejsmiczne [6].

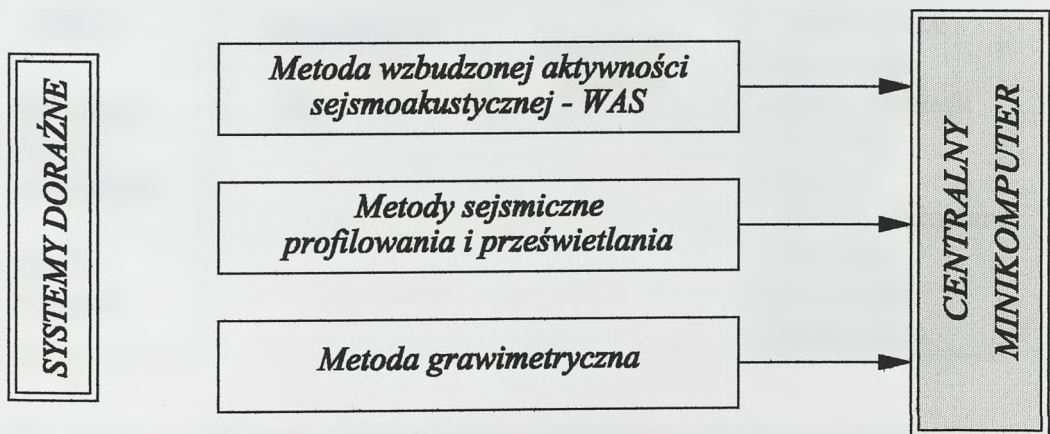
C. METODY POMIAROWE STACJONARNE POWIERZCHNIOWE:

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

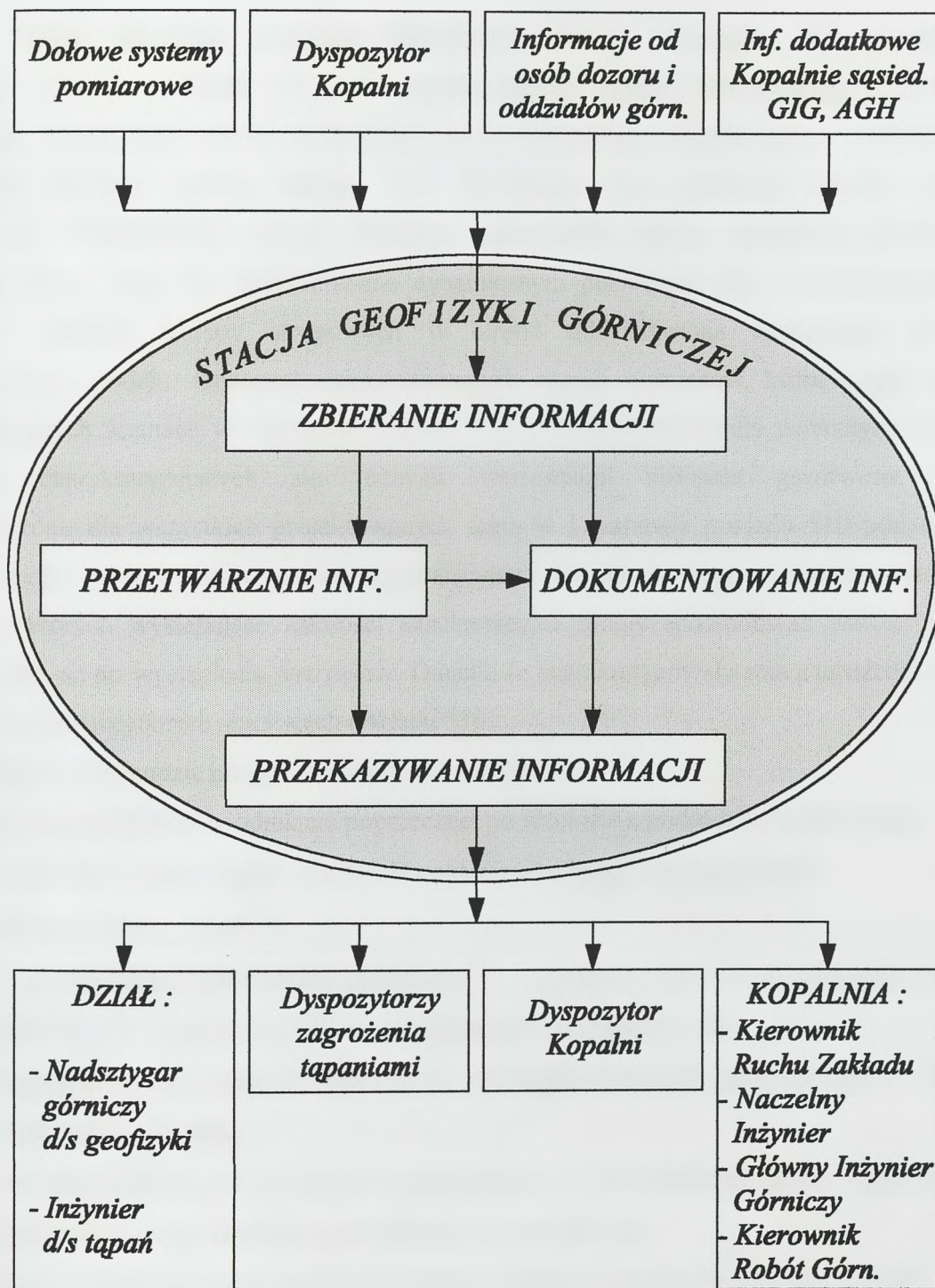
Sposób zbierania i przetwarzania danych w podstawowych systemach pomiarowych oraz przekazywanie informacji przez Kopalnianą Stację Geofizyki Górniczej przedstawiono na rysunkach 5.2–5.4 [61].



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



Rys. 5.3. Schemat blokowy doraźnych dołowych systemów pomiarowych



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

5.2. Prognozowane zagrożenie wstrząsami górotworu i tąpnięciami

Celem określenia prognozy maksymalnej energii wstrząsów dla projektowanej eksploatacji I warstwy pokładu 510 pod centralną częścią Osiedla Paderewskiego z podszadką hydrauliczną zastosowano metodę analityczną prof. A. Bilińskiego, skorelowaną z rozkładem stref koncentracji naprężeń według metody prof. B. Drzęzli oraz wynikami metody górniczej i geofizycznej. Przedmiotową metodą określono maksymalną energię sejsmiczną pojedynczych wstrząsów, które mogą być spowodowane dynamicznym pęknięciem lub przemieszczeniem się mocnych i grubych warstw stropowych w strefie oddziaływania eksploatacji ścianowej w analizowanym modelu. Obliczenia prognozowanych energii wstrząsów, które mogły zaistnieć w projektowanych ścianach w I warstwie pokładu 510 przeprowadzono dla wybranych odcinków wybiegów, charakteryzujących się różnymi wartościami ciśnienia górotworu. Analizę przeprowadzono dla wszystkich projektowanych ścian w I warstwie pokładu 510 pod centralną częścią Osiedla Paderewskiego (model eksploatacyjny). Na ich wybiegu wydzielono identyczne odcinki, w których występujące zaszłości eksploatacyjne mogły spowodować wzrost naprężeń w górotworze, aż do wystąpienia wstrząsów. Odcinki te charakteryzowały stan zagrożenia w całym obszarze i w poszczególnych warstwach pokładu 510.

Do obliczeń w prognozie przyjęto następujące założenia:

- ściany prowadzone są w odmianie poprzecznej po wzniosie z podszadką hydrauliczną,
- w stropie ścian zalega węgiel warstwy II pokładu, a w spagu występuje łupek,
- nachylenie pokładu wynosi 8° ,
- wstrząsy wywołują dwie warstwy piaskowca: I – o grubości około 25 m zalegająca w stropie pokładu 501, II – o grubości ≥ 80 m zalegająca powyżej pokładu 416,
- laboratoryjna wytrzymałość na ściskanie R_c : dla węgla wynosi 29 MPa, dla łupku – 35 MPa, dla piaskowca – 40 MPa,
- nie jest stosowane ($a_{w2} = 1,0$) lub jest stosowane ($a_{w2} = 0,8$) osłabienie calizny węglowej przed frontem ścian poprzez strzelanie wstrząsowe, nawadnianie itp.,
- prędkość postępu ścian jest prędkością średnią liczoną w okresie miesięcznym (30 dni).

Prawdopodobny największy wstrząs górotworu [$E_t - J$] obliczono według wzoru [3]:

$$E_t = k_E \frac{R_c h_p^3}{H_d^2 + 1} \cdot 10^6$$

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 – $k_g \cdot k_n \cdot k_F \cdot k_h \cdot k_t$
 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 trakcie eksploatacji ścian 535a, 534a, 536a, 537a, 538/1a mogły wystąpić wstrząsy górotworu o maksymalnej energii do $E_t = 1,72 \cdot 10^7 \text{ J}$. Z analizy wyników obliczeń wynikało, że wartość energii wstrząsu górotworu uzależniona była od rozpatrywanego odcinka wybiegu ściany (zwłaszcza istniejących zaszłości eksploatacyjnych), wysokości i prędkości postępu dobowego ściany, współczynnika osłabienia calizny węglowej oraz warstwy piaskowca wywołującego wstrząs górotworu. I warstwa piaskowca zalegająca w stropie pokładu 501 według obliczeń mogła wywoływać wstrząsy górotworu rzędu $10^4 - 10^5 \text{ J}$, natomiast II warstwa zalegająca powyżej pokładu 416 wstrząsy górotworu rzędu $10^6 - 10^7 \text{ J}$. Obliczenia dla II warstwy przeprowadzono przy założeniu, że warstwa jest jednolita.

Stosując odpowiednią profilaktykę aktywną i uwzględniając parametry prowadzenia frontu maksymalną prognozowaną energię wstrząsu oszacowano na $E = 6,3 \cdot 10^6 \text{ J}$, czyli rzędu $E = 10^7 \text{ J}$.

Potwierdzeniem prognozy maksymalnej energii wstrząsów dla projektowanego rejonu eksploatacji podsadzkowej pod Osiedlem Paderewskiego były uzyskane wyniki:

- według obliczeń metodą prof. A. Bilińskiego [2]:
 - maksymalna energia wstrząsu nie powinna być większa niż $E = 6,7 \cdot 10^6 \text{ J}$,
- według opinii prof. Z. Kłeczka [25]:
 - maksymalna energia wstrząsów nie powinna być większa niż rzędu 10^7 J , przy czym wstrząsy o energiach większych niż 10^6 J będą występować sporadycznie,
- według opinii prof. J. Kwiatka [36]:
 - maksymalna energia wstrząsu nie powinna być większa niż $E = 1 \cdot 10^7 \text{ J}$,
 - maksymalna wartość przyspieszenia nie powinna przekroczyć wartości 120 mm/s^2 ,

- według opinii prof. B. Drzęzli [8]:
 - maksymalną energię wstrząsu, której prawie na pewno nie przekroczy najsilniejszy wstrząs w ciągu roku obserwacji oszacowano na 10^7 J,
 - dla wstrząsów indukowanych robotami górniczymi prowadzonymi w pokładzie 510 określono średnie czasy powrotu silnych zjawisk sejsmicznych. Dla wstrząsu o energii powyżej: 10^6 J około 29 tyg., a 10^7 J około 154 tyg.,
 - wstrząs o maksymalnej prognozowanej energii rzędu 10^7 J może wywołać w strefie epicentralnej drgania o maksymalnej amplitudzie przyspieszenia wynoszącej do około 120 mm/s^2 .

Obliczenia wykazały, że zaliczenie pokładu 510 względnie jego części do odpowiedniego stopnia zagrożenia tapaniami nie było miernikiem możliwości wystąpienia wstrząsów wysokoenergetycznych. Takimi miernikami natomiast były między innymi: zaszciości eksploatacyjne, wytrzymałość, jednorodność, odległość warstw piaskowców nadległych oraz kumulowanie energii warstw tąpiących.

W prognozie stwierdzono, że stosowanie profilaktyki aktywnej nie w każdych warunkach i przypadkach jest pozytywne. Dlatego każdorazowo należało przeanalizować całokształt działalności górniczej w danym rejonie i na podstawie warunków geologicznych określić stan zagrożenia tapaniami danego wyrobiska górniczego i zastosować lub nie odpowiednią profilaktykę. Rzeczywiste wartości maksymalnych energii wstrząsów i przyspieszeń potwierdziły trafność prognozy.

5.3. Rzeczywiste zagrożenie wstrząsami górotworu i tapaniami

Dane dotyczące ilościowego (aktywności) i energetycznego (intensywności) rozkładu wstrząsów górotworu w pokładzie 510 w obszarze modelu w analizowanym okresie przedstawia tabela 5.1. W tabeli 5.2 zestawiono wstrząsy o energii $E \geq 5 \cdot 10^4 \text{ J}$ i wynikające z nich przyspieszenia, na rysunku 5.5 natomiast wstrząsy o energii $E \geq 1 \cdot 10^5 \text{ J}$.

Aktywność i intensywność sejsmiczna w obszarze analizowanego modelu

Tab. 5.1

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

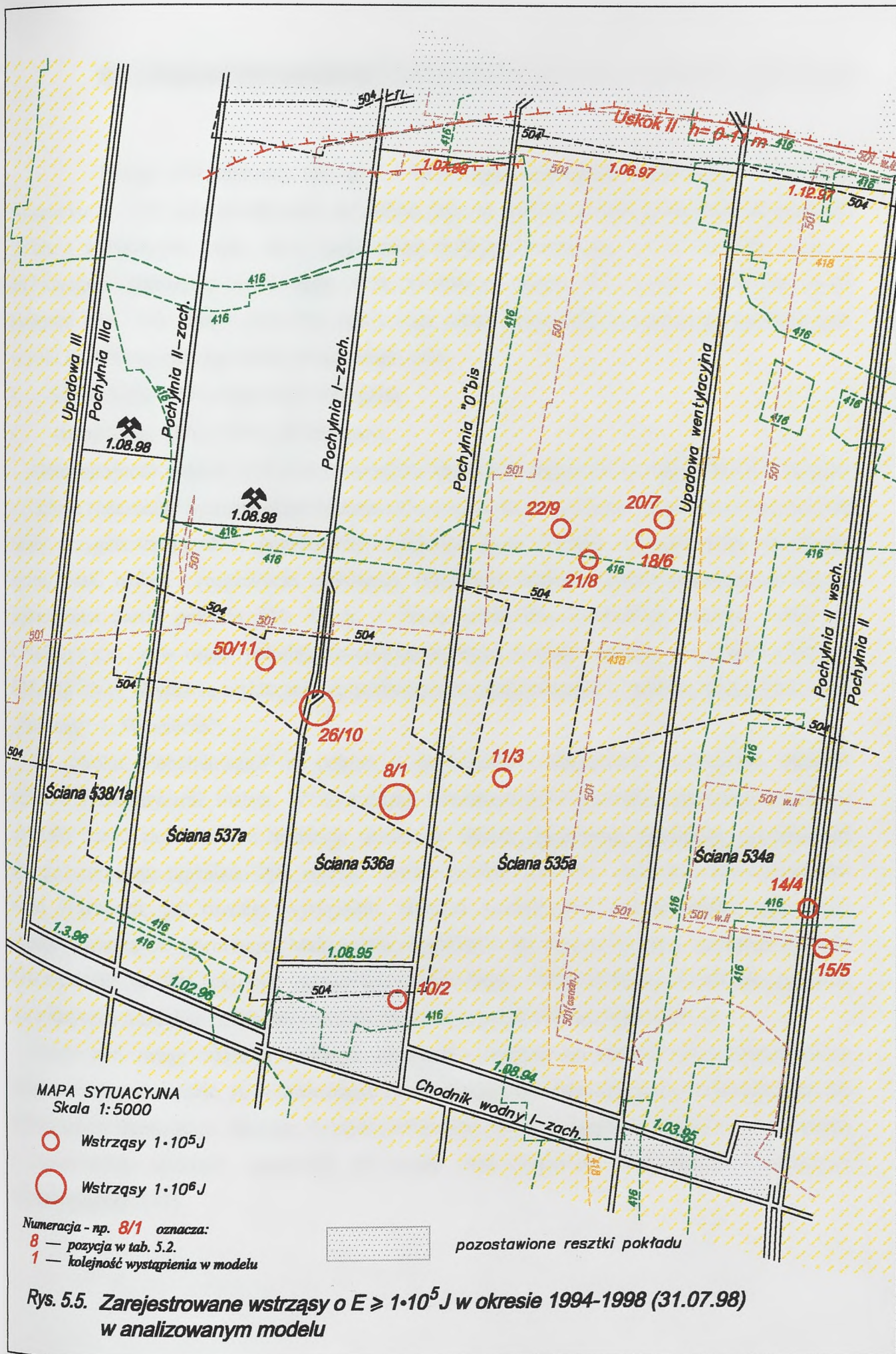
Zestawienie wstrząsów o $E \geq 5 \cdot 10^4 J$ i wynikających z nich przyspieszeń w obszarze analizowanego modelu

Tab. 5.2

Lp.	DATA			CZAS		WSPÓLRZĘDNE			E [J]	Obszar ściana	$a_{1,2}$ [mm/s ²]
	Rok	M-c	Dz.	h	m	x	y	z			
1	1994	9	9	13	34	18476	-11595	-422	6x4	śc.535a	20,65
2	1994	9	21	18	02	18440	-11630	-385	6x4	śc.535a	
3	1994	9	24	11	17	18379	-11581	-423	5x4	śc.535a	10,92
4	1994	10	17	6	53	18373	-11641	-337	9x4	śc.535a	39,88
5	1994	11	16	4	17	18368	-11581	-335	8x4	śc.535a	18,78
6	1995	1	2	7	36	18404	-11452	-454	7x4	śc.537a	
7	1995	1	10	2	18	18399	-11661	-369	6x4	śc.535a	24,15
8	1995	1	28	3	27	18196	-11549	-200	3x6	śc.535a	56,34
9	1995	2	13	17	26	18376	-11195	-400	5x4	- lok. gr.modelu - kwalifik. 538/1	
10	1995	3	17	18	16	18393	-11549	-452	4x5	śc.535a	62,56
11	1995	5	27	15	27	18173	-11655	-316	7x5	śc.535a	65,34
12	1995	7	15	20	10	18391	-11924	-375	9x4	śc.534a	28,40
13	1995	8	5	1	23	18135	-11749	-274	6x4	śc.535a	37,95
14	1995	9	13	2	21	18304	-11961	-384	1x5	śc.534a	37,41
15	1995	9	23	1	26	18344	-11976	-409	1x5	śc.534a	27,50
16	1995	11	29	20	24	17962	-11777	-408	5x4	śc.535a	12,51
17	1995	12	15	9	55	18191	-11545	-393	7x4	śc.536a	45,49
18	1996	1	8	11	9	17935	-11799	-355	7x5	śc.535a	71,80
19	1996	1	10	9	55	17975	-11795	-332	8x4	śc.535a	24,25
20	1996	1	12	15	45	17916	-11817	-290	2x5	śc.535a	38,92
21	1996	1	18	7	22	17956	-11742	-290	1x5	śc.535a	20,97
22	1996	1	24	6	33	17925	-11714	-360	7x5	śc.535a	57,22

Tab. 5.2 c.d.

Lp.	DATA			CZAS		WSPÓŁRZĘDNE			E [J]	Obszar ściana	a _{1,2} [mm/s ²]
	Rok	M-c	Dz.	h	m	x	y	z			
23	1996	2	3	5	31	17960	-11851	-369	5x4	śc.535a	19,95
24	1996	2	10	1	27	18322	-11367	-401	5x4	śc.537a	55,50
25	1996	2	12	19	37	18160	-11642	-306	8x4	śc.536a	30,80
26	1996	2	25	15	00	18103	-11469	-196	2x6	śc.536a	111,94
27	1996	3	1	17	33	18150	-11537	-350	8x4	śc.536a	109,86
28	1996	3	6	14	00	18350	-11384	-410	7x4	śc.537a	34,84
29	1996	5	15	23	36	18075	-11479	-279	6x4	śc.536a	44,25
30	1996	6	23	17	34	17984	-11830	-257	6x4	śc.535a	28,01
31	1996	8	27	19	54	18043	-11583	-353	5x4	śc.536a	18,41
32	1996	8	30	5	55	18258	-11229	-437	9x4	śc.538/1a	40,79
33	1996	9	5	7	37	18261	-11194	-443	6x4	śc.538/1a	20,82
34	1996	9	5	12	41	18045	-11909	-444	5x4	śc.534a	21,90
35	1996	9	9	20	24	18009	-11850	-458	7x4	śc.534a	11,40
36	1996	9	13	15	56	18077	-11404	-287	5x4	śc.537a	38,07
37	1996	9	16	5	37	17967	-11889	-337	8x4	śc.534a	22,20
38	1996	9	23	18	14	18008	-11862	-426	8x4	śc.534a	26,60
39	1996	9	25	11	51	17736	-11682	-455	5x4	śc.535a	15,09
40	1996	9	30	11	29	17988	-11880	-374	8x4	śc.534a	30,40
41	1996	10	9	20	53	17987	-11886	-430	5x4	śc.534a	15,40
42	1996	10	18	15	34	17990	-11882	-425	5x4	śc.534a	43,10
43	1996	10	23	12	6	18054	-11473	-290	5x4	śc.536a	21,94
44	1996	10	24	2	33	17982	-11880	-414	5x4	śc.534a	24,20
45	1996	11	21	13	9	17698	-11921	-167	8x4	śc.535a	24,45
46	1997	1	8	20	48	17854	-11876	-269	6x4	śc.534a	21,04
47	1997	1	27	18	35	17605	-11702	-357	7x4	śc.535a	35,11
48	1997	6	24	11	49	18047	-11300	-399	6x4	śc.538/1a	31,06
49	1997	7	29	22	5	18027	-11475	-390	5x4	śc.537a	47,51
50	1997	8	23	8	2	18056	-11417	-290	2x5	śc.537a	98,56
51	1998	1	2	4	46	18040	-11342	-416	5x4	śc.537a	36,84
52	1998	1	6	7	23	18043	-11360	-434	6x4	śc.537a	45,59
53	1998	1	15	7	5	18032	-11345	-398	8x4	śc.537a	32,10
54	1998	1	16	6	8	18045	-11377	-373	6x4	śc.537a	22,09
55	1998	1	19	18	8	18076	-11379	-406	7x4	śc.537a	47,67
56	1998	1	23	6	33	18041	-11352	-401	5x4	śc.537a	
57	1998	2	4	21	52	18053	-11412	-327	5x4	śc.537a	29,01
58	1998	5	26	3	43	17534	-11473	-260	5x4	śc.536a	28,81



5.4. Zagrożenie metanowe

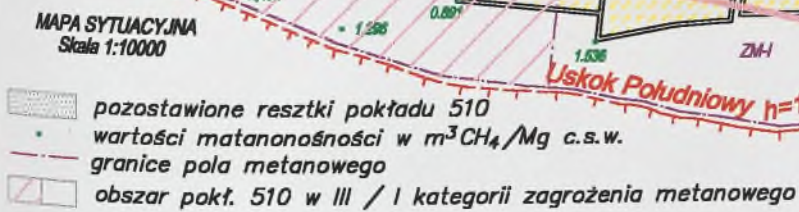
Pokład 510 zaliczony jest do I i III kategorii zagrożenia metanowego. Na północ od uskoku II i linii jego przedłużenia na zachód oraz na wschód od linii równoległej do pochylni „0”bis z wyłączeniem części złoza ograniczonej izolinia metanowości $2,5 \text{ m}^3 \text{ CH}_4/\text{Mg c.s.w.}$ – do I kategorii zagrożenia metanowego, a na południe od uskoku II i zachód od tej linii do III kategorii (rys. 5.6). Biorąc powyższe pod uwagę, eksploatacja partii centralnej prowadzona była w polu I i III kategorii zagrożenia metanowego, i tak:

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

Metanonośność pokładu 510 oraz rzeczywiste zagrożenie metanowe na całym obszarze Kopalni są dobrze rozeznane. Systematyczne badania metanonośności prowadzone od momentu rozpoczęcia robót przygotowawczych w południowej i centralnej partii pokładu 510 umożliwiły stworzenie gęstej siatki izolinii i rozpoznania zagrożenia. Najwyższą 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 uwidacznia się podwyższona metanonośność w partiach przyuskokowych „Zuzanny” i „Wojciecha”.

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. Jednak rzeczywiste zagrożenie w warunkach silnego zagrożenia tapaniami było wyższe. Zawsze istniała możliwość wypchania metanu uwięzionego w zrobach, jak również wystąpienie zakłóceń wentylacyjnych w przypadku znaczących skutków wstrząsów górotworu. Maksymalne wydzielanie się metanu w partii centralnej pokładu 510 wystąpiło w 1996 roku przy pełnym rozwinięciu frontu. Partia ta objęta została metanometrią automatyczną o ciągłym pomiarze z centralą metanometryczną cyfrową typu CMC-3.

Biorąc pod uwagę całość problematyki związanej z zagrożeniem metanowym w analizowanym modelu można stwierdzić, że w omawianym czasie zagrożenie metanowe nie powodowało zakłóceń prowadzenia frontu ścian. Bieżące, dokładne informacje odnośnie zagrożeń metanowo-pożarowych i tapaniowych stanowiły podstawę do oceny skali zagrożeń skojarzonych i skuteczne im zapobieganie [32].



5.5. Zagrożenie pożarowe

Eksploracja I warstwy pokładu 510 od początku prowadzona była w warunkach zagrożenia pożarami endogenicznymi. Badania 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 kJ/mol do 45 kJ/mol, co kwalifikowało je do IV, wyrywkowo III grupy samozapalności i dużej do niej skłonności (wyrywkowo – 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. Okresy te brano pod uwagę w szczególności w czasie likwidacji ścian. Prowadzono wyprzedzająco prace profilaktyczne w wyrobiskach czynnych, zbędne likwidowano przez szczelne wypełnianie przede wszystkim zawiesziną popiołów lotnych lub iniekcje gipsowe czy też cementowe. Niekorzystny wpływ na możliwość powstania pożaru endogenicznego miały postoje ścian oraz mały ich postęp. Postoje te związane były z zagrożeniem tapaniami i ich wpływem na wyrobiska górnicze i powierzchnię. Pozytywny wpływ na ograniczenie zagrożenia pożarowego miała jakość i szczelność podsadzki hydraulicznej. W przypadku „wymuszonych” postojów ścian (z uwagi na zagrożenie tapaniami) przestrzegano zasady minimalnego, koniecznego miesięcznego ich postępu (tzw. odświeżanie frontu). Parametr ten kształtował się na poziomie około 10 m, czyli nieznacznie przekraczał wielkość rozpiętości ścian (odległość tamy podsadzkowej czołowej od ociosu), co z punktu widzenia pożarowego i utrzymania stropu było korzystne. W szczególnym przypadku ściany 537a, kiedy konieczny postój przekroczył dwa miesiące (usuwanie skutków tapania, wykonanie chodnika, wykonanie 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 z dodatkiem antypirogenu w postaci 20% roztworu wodnego fosforanu jednoamonowego. Stosowano również ciągły monitoring za pomocą czujników na CO. Powyższe działania okazały się skuteczne.

5.6. Zagrożenie wodne, rola podsadzki hydraulicznej

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

Wody statyczne występują jedynie w piaskowcach warstw brzeżnych. Są to przeważnie średnio zmineralizowane solanki. W każdym przypadku w bilansie wodnym analizuje się i uwzględnia wody podsadzkowe. Średnia dobową ich ilość była ściśle związana z dobowym wydobywaniem.

Ważnym czynnikiem mającym decydujący wpływ na ilość wody podsadzkowej jest proporcja wody do piasku w mieszaninie podsadzkowej. W omawianym obszarze proporcja ta średnio wynosiła 1:1, co wynikało z rozwiązania instalacji podsadzkowej oraz rodzaju, jakości i ilości innych mediów dodawanych do piasku (np. kamień o śr. ≤ 40 mm, żużel wielkopiecowy).

Z uwagi na konieczność utrzymania ściśliwości podsadzki na poziomie nie przekraczającym 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 (dochodzi tzw. płukanie rurociągu). Łączna ilość wody pompowanej z dołu kopalni wynosi około 12000 m³/dobę. W KWK „Katowice-Kleofas” Ruch II uzyskano wydajność około 1600 m³/godz. mieszaniny podsadzkowej (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 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 „otwarcie” ściany w czasie dłuższym niż doba (bardzo dobre warunki stropowe, awaria). „Szybkie” podsadzenie ścian szczelną podsadzką hydrauliczną ograniczało spękania i osiadania stropu, a przez to minimalizowało możliwość występowania wstrząsów górotworu.

Z doświadczeń autora wynika, że dobra, o odpowiednich parametrach jakościowych podsadzka hydrauliczna, wykonywana maksymalnie szybko, przy minimalizacji czasu ($\leq$ doba) uzyskania tzw. dopuszczalnego otwarcia, nie tylko w skuteczny sposób ograniczała zagrożenie wstrząsami górotworu i tąpnięciami, ale stanowiła podstawowy czynnik w minimalizacji wpływu eksploatacji na powierzchnię w analizowanym modelu [45, 47, 56, 60, 66].

Z analizy zagrożeń występujących w modelowej części złoża wynika, że:

1. Prowadzeniu eksploatacji pokładów siódlowych w warunkach górotworu nieodprężonego towarzyszy silne zagrożenie wstrząsami górotworu i tąpnięciami. Ważnym z punktu widzenia nabywania doświadczeń przypadkiem było wybranie I warstwy pokładu 510 z podszadką hydrauliczną poza obszarem analizowanego modelu w niekorzystnych warunkach złożowych i górniczych (Załącznik nr 1).
2. Doświadczenia wykorzystano przy projektowaniu i prowadzeniu eksploatacji górniczej w I warstwie pokładu 510 w obszarze analizowanego modelu, pod centralną częścią Osiedla Paderewskiego. Występujący tutaj zespół czynników górniczych i geologicznych, oprócz tego, że stwarzał duże potencjalne zagrożenie sejsmiczne dla wyrobisk dołowych, wskazywał równocześnie na potrzebę zapewnienia odpowiedniej ochrony i zabezpieczenia obiektów powierzchniowych.
3. Dla rozpoznania i określenia występującego w środowisku dołowym i na powierzchni stanu zagrożenia wstrząsami górotworu i tąpnięciami zastosowano zespół geofizycznych metod obserwacji pomiarowych. Zabudowano sieć 16 stanowisk sejsmometrycznych rozmieszczonych na różnych poziomach od 0 do 750 m oraz sejsmoakustycznych czujników pomiarowych (geofony) zabudowanych w lokalnych sieciach w rejonach najbardziej zagrożonych przodków. Celem rejestracji przyspieszeń drgań gruntu wykonano na powierzchni 4 stanowiska. Dla ustalenia wpływu miąższości warstw nadkładu na amplifikację drgań gruntu, stanowiska pomiarowe zostały założone w miejscach o miąższości dla stanowisk S1, S2, S3, S4 odpowiednio: 14, 20, 18 i 1 m.
4. Zastosowanie przy wybieraniu pokładów silnie zagrożonych wstrząsami górotworu i tąpnięciami odpowiednio dobranego zespołu metod i systemów pomiarowych pozwalało na odpowiednio wczesne rozpoznawanie zagrożenia i podejmowanie środków profilaktycznych dla jego ograniczenia lub wyeliminowania.
5. Przeprowadzone obliczenia prognostyczne zagrożeń wstrząsami górotworu i tąpnięciami w obszarze przyjętego modelu wykazały, że w trakcie eksploatacji ścian 535a, 534a, 536a, 537a i 538/1a mogła zostać wyemitowana energia sejsmiczna maksymalna ($E = 1,72 \cdot 10^7$ J), przy czym uwzględniając profilaktykę, maksymalną prognozowaną energię wstrząsu określono na $E = 6,3 \cdot 10^6$ J, czyli rzędu $E = 10^7$ J.
6. Z obliczeń prognostycznych wynikało, że wartość maksymalnej energii wstrząsu górotworu w przyjętym do analizy modelu uzależniona była głównie od:
 - dużej głębokości zalegania,
 - istniejących zaszczości eksploatacyjnych,

- wysokości i prędkości postępu dobowego ścian,
 - współczynnika osłabienia calizny węglowej,
 - warstw piaskowca wywołującego wstrząsy górotworu, przy czym: pierwsza warstwa piaskowca zalegająca w stropie pokładu 501 (grubość ok. 25 m) mogła wywołać wstrząsy rzędu 10^4 , 10^5 J, druga warstwa natomiast, zalegająca powyżej pokładu 416 (grubość 80–130 m) wstrząsy rzędu 10^6 , 10^7 J,
 - skłonności do kumulowania energii warstw tapiących.
7. Osłabienie calizny węglowej poprzez strzelania wstrząsowe, nawadnianie ($aw_2 = 0,8$) oraz prędkość postępu dobowego miała według prognozy zmienny wpływ na wartość energii wstrząsu górotworu. Wpływ ten uzależniony był od analizowanego odcinka wybiegu ściany, a więc od istniejących zaszczości eksploatacyjnych.
 8. Wstrząs o maksymalnej prognozowanej energii rzędu 10^7 J mógł wywołać drgania o maksymalnej amplitudzie przyspieszenia wynoszące do około 120 mm/s^2 . Wstrząsy te nie dawały wpływów dynamicznych, które mogłyby być szkodliwe dla budowli osiedla.
 9. Analizowany okres eksploatacji (1.08.1994–31.07.1998 r.) w modelu pięciu ścian powodował wystąpienie wstrząsów o energii rzędu 10^6 J (max. $3 \cdot 10^6$). Znaczna część wstrząsów o energiach powyżej 10^4 J była odczuwana przez mieszkańców. W żadnym przypadku nie stwierdzono zagrożenia konstrukcji budynku. Zastosowana profilaktyka powodowała ograniczenia zagrożenia sejsmicznego.
 10. Analizowany model objęty był metanometrią automatyczną o ciągłym pomiarze za pomocą centrali metanometrycznej cyfrowej typu CMC–3. W normalnych warunkach przewietrzania zagrożenie metanowe było średnie, jednak rzeczywiste, z uwagi na tapania było znacznie wyższe. Istniała możliwość wypchania metanu uwięzionego w zrobach, jak również wystąpienie zakłóceń wentylacyjnych w przypadku znacznych wstrząsów górotworu. Maksymalne wydzielanie się metanu przypadło na rok 1996 przy pełnym rozwinięciu frontu eksploatacyjnego w modelu.
 11. Eksploatacja I warstwy pokładu 510 prowadzona była w warunkach dużego zagrożenia pożarami endogenicznymi, skąd wynikała konieczność prowadzenia ciągłej profilaktyki pożarowej, tym bardziej, że rzeczywisty stan zagrożenia pożarowego spotęgowany był silnym zagrożeniem tapaniami. Tworzące się strefy spękań w warstwach nadległych (po odprężeniach) sprzyjały migracji powietrza i rozwojowi pożarów endogenicznych. Niekorzystny wpływ na możliwość powstania pożarów endogenicznych miały postoje ścian lub ich mały postęp. Powyższe uwarunkowania, mające związek z zagrożeniem tapaniami i ich wpływem na wyrobiska górnicze i powierzchnię, minimalizowano poprzez wtłaczanie

wody z dodatkiem antypirogenu (obniżanie skłonności do samozapalenia się węgla – podwyższanie energii aktywacji). Korzystny wpływ na obniżenie zagrożenia pożarowego miała jakość stosowanej podsadzki hydraulicznej oraz w przypadkach wymuszonych dłuższych postojów tzw. odświeżanie frontu. Stosowano ciągły monitoring przez zastosowanie czujników na CO.

Informacje dotyczące zagrożeń tapaniowych i metanowo-pożarowych stanowiły podstawę dla oceny skali zagrożeń skojarzonych i umożliwiały skuteczne im zapobieganie.

12. Ważnym elementem profilaktyki minimalizującym możliwość rozwoju procesów występowania wstrząsów górotworu i tapani – poprzez ograniczenie spękań i osiadania stropu w analizowanym modelu – było stałe dążenie do „zamykania” cyklu podsadzkowego w ciągu doby.

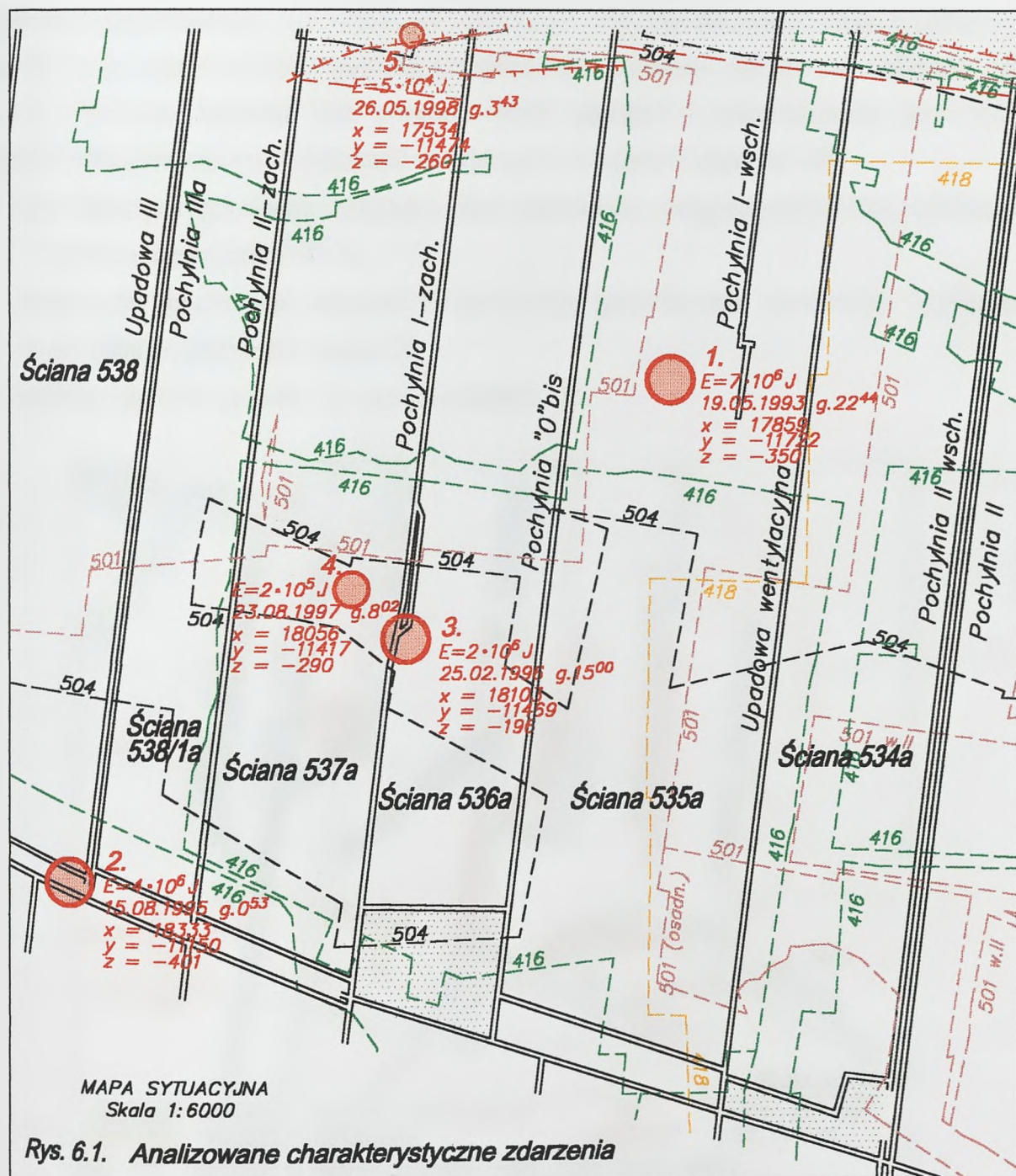
6. Analiza charakterystycznych zdarzeń geodynamicznych

Wybrano pięć zdarzeń geodynamicznych, których wspólną cechą był fakt, że spowodowały zatrzymanie robót i każdorazowo wymagały opinii Komisji ds. Tapani w Zakładach Górniczych Wydobywających Węgiel Kamienny oraz Komisji ds. Ochrony Powierzchni przed Szkodami Górniczymi, po których uzyskaniu dokonywano określonych korekt w parametrach eksploatacji ścian modelu (a w przypadku chodnika – jego zatrzymanie). Uzupełnienia tematyczne do tej analizy zawarto w Załącznikach nr 2 i 3.

Zdarzenia te to:

- tąpnięcie na pochylni I wschodniej o energii $E = 7 \cdot 10^6 \text{ J}$ z dnia 19.05.1993 r. (jest to przykład z obszaru modelu, lecz wykracza poza analizowany okres),
- tąpnięcie na ścianie 538/1 o energii $E = 4 \cdot 10^6 \text{ J}$ z dnia 15.08.1995 r. (na granicy analizowanego modelu),
- wstrząs na ścianie 536a o energii $E = 2 \cdot 10^6 \text{ J}$ z dnia 25.02.1996 r. (silny wydźwięk społeczny),
- tąpnięcie na ścianie 537a o energii $E = 2 \cdot 10^5 \text{ J}$ z dnia 23.08.1997 r. (duże zagrożenie dołowe – poszkodowani pracownicy),
- tąpnięcie na ścianie 536a o energii $E = 5 \cdot 10^4 \text{ J}$ z dnia 26.05.1998 r. (zagrożenie dołowe – poszkodowani pracownicy).

Dwa z nich, a mianowicie: wstrząs na ścianie 536a z dnia 25.02.1996 r. i tapnięcie na ścianie 537a z dnia 23.08.1997 r., mogły spowodować zatrzymanie całej eksploatacji – pierwszy ze względów społecznych na powierzchni, drugi z uwagi na zagrożenie dołowe. Dla tych zdarzeń, uzupełnionych o tapnięcie na ścianie 538/1 (z granicy modelu) opracowano na rysunkach 6.5 (dla ściany 538/1), 6.7 (dla ściany 536a) i 6.9 (dla ściany 537a) schematyczne (prawdopodobne) – zdaniem autora – kierunki emisji i oddziaływania części fali sejsmicznej wstrząsów. Obserwacje dla całego modelu – w kontekście bezpieczeństwa powszechnego – zostały rozpatrzone w Załączniku nr 2.

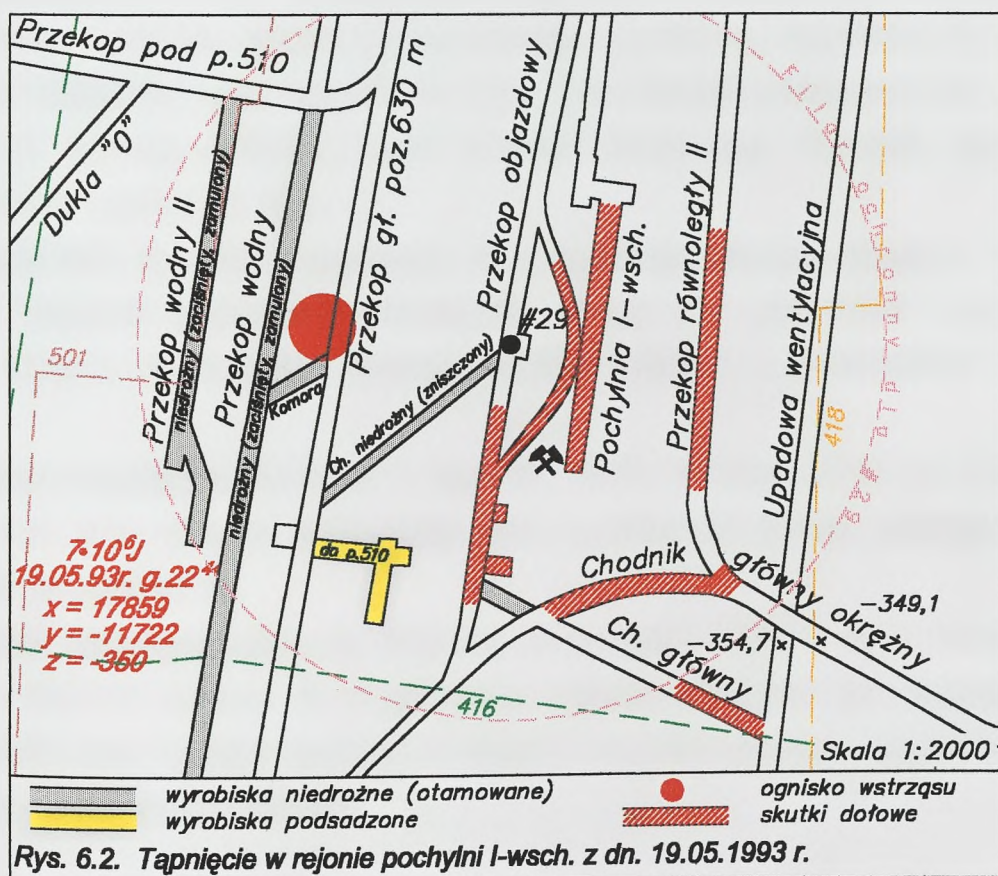


6.1. Pochylnia I wschodnia pokład 510, warstwa przyspągowa, poziom 630 m

6.1.1. Opis tąpnięcia

Pochylnia I wschodnia drążona była po spagu w kierunku południowym zgodnie zupadem pokładu 510 wynoszącym około $6-10^\circ$. Uzyskany wybieg wynosił około 461 m. 19.05.1993 r. o godzinie 22⁴⁴ nastąpiło tąpnięcie wywołane wstrząsem o energii $E = 7 \cdot 10^6$ J. Epicentrum o współrzędnych: $x = 17859$, $y = -11722$, $z = -350$, zlokalizowane zostało w odległości około 80 m na zachód od czoła pochylni I wschodniej, a położenie ogniska nad pokładem 510 (rys. 6.2). Przyczyną tąpnięcia było prawdopodobnie pęknięcie i przemieszczenie się warstw piaskowca nad pokładem 510. Czynnikiem sprzyjającym wystąpieniu tąpnięcia były:

- duże naprężenia górotworu związane 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 znalazło się 5 członków załogi przodka, którzy doznali lekkich obrażeń ciała. Poszkodowani samodzielnie wycofali się z zagrożonego rejonu.

Skutki tapnięcia (rys. 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, poprzez 1,2 do 0,14 m, oraz 4 m od przodka na odcinku 8 m wypiętrzenie spagu do 1,2 m, co spowodowało przemieszczenie 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 spagownicami. W odległości około 12 m od szybika 29 w kierunku południowym na długości około 43 m wypiętrzenie spagu od strony zachodniej na wysokość do około 1,5 m. Na odcinku tym 18 spagownic obudowy podwójnej zamkniętej wyrwanych zostało 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 spagu wynosiło od 0,5 do 1,5 m. Nastąpiło przechylenie toru w kierunku południowym. Połamana wykładka i stojaki drewniane wzmacniające. 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 15 przypadkach wygięte, a w 3 złamane. Dźwigary podtrzymujące sklepienie szynowe wykonane z dwuteowników 300 mm – wygięte.

Przekop równoległy II. Wykonany w obudowie V29/10. Odrzwia co 0,75 i co 0,5 m. Spag 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. Wykonany w obudowie V25/8 (12 m), w obudowie TH-7 (25 m) i w obudowie murowej (ok. 25 m). Całość wzmocniona kasztami z pozostawieniem około 1,0 m. Odcinek rzędu 3 metrów wykonany w obudowie murowej bardzo spękany, zaciśnięty, kaszty zagniecione – niemożliwy do przejścia.

6.1.2. Stosowana profilaktyka przed tąpnięciem

Profilaktyka aktywna

- Do dnia tąpnięcia w maju nie zastosowano żadnej z metod profilaktyki aktywnej.

Profilaktyka techniczno-technologiczna

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

Profilaktyka organizacyjna

- Wyznaczono strefy szczególnego zagrożenia tąpnięciami.
- Ustalono maksymalną dopuszczalną liczbę pracowników i ich poruszanie 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. Podsadzono ją miałem węglowym. Jako tworzący chodnik 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. Tąpań w Zakładach Górniczych Wydobywających Węgiel Kamienny.

6.1.4. Analiza zdarzenia

Analizując przebieg postępu chodnika stwierdza się, 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 wstrząsu o wartości $7 \cdot 10^2$ 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 odpężającego wybranego pokładu 504 (1965–66 rok), a także prowadzenie chodnika w typowym niekorzystnym z punktu widzenia kumulacji naprężeń filarze ochronnym #29 (rys. 4.15, 4.16, 4.17, 4.18), należało z początkiem maja kontynuować drażnienie, stosując strzelania wstrząsowo-odpężające.

Reasumując, sytuacja przestrzenno-górnicza kwalifikowała przodek do jego prowadzenia z zastosowaniem strzelania kamufletowego, natomiast po pojawieniu się wstrząsu o energii $7 \cdot 10^2 \text{ J}$ należało zastosować strzelanie odpężająco-urabiające z pozostawieniem kombajnu tylko do ładowania lub z czasowym jego wycofaniem prowadząc przodek na MW (Pokładogram 2.4.).

Pomijając przypadek, który doprowadził do zatrzymania pochylni, jej likwidację przez podsadzenie, konieczność przebudowy pochylni wentylacyjnej, działania legislacyjne, można z dużym prawdopodobieństwem stwierdzić, że stosując opisane wyżej elementy profilaktyki aktywnej unikniętoby również bardzo poważnego zagrożenia dla załogi przebywającej w przodku.

Zdarzenie to jednocześnie wskazało na pewien minus profilaktyki długofalowej w elemencie rozcięcia złoża, w którym nie wykorzystano istniejącej starej pochylni wentylacyjnej, tworząc nowy chodnik (nadmierne rozcięcie), co w warunkach silnego zagrożenia tapaniami jest niepożądane.

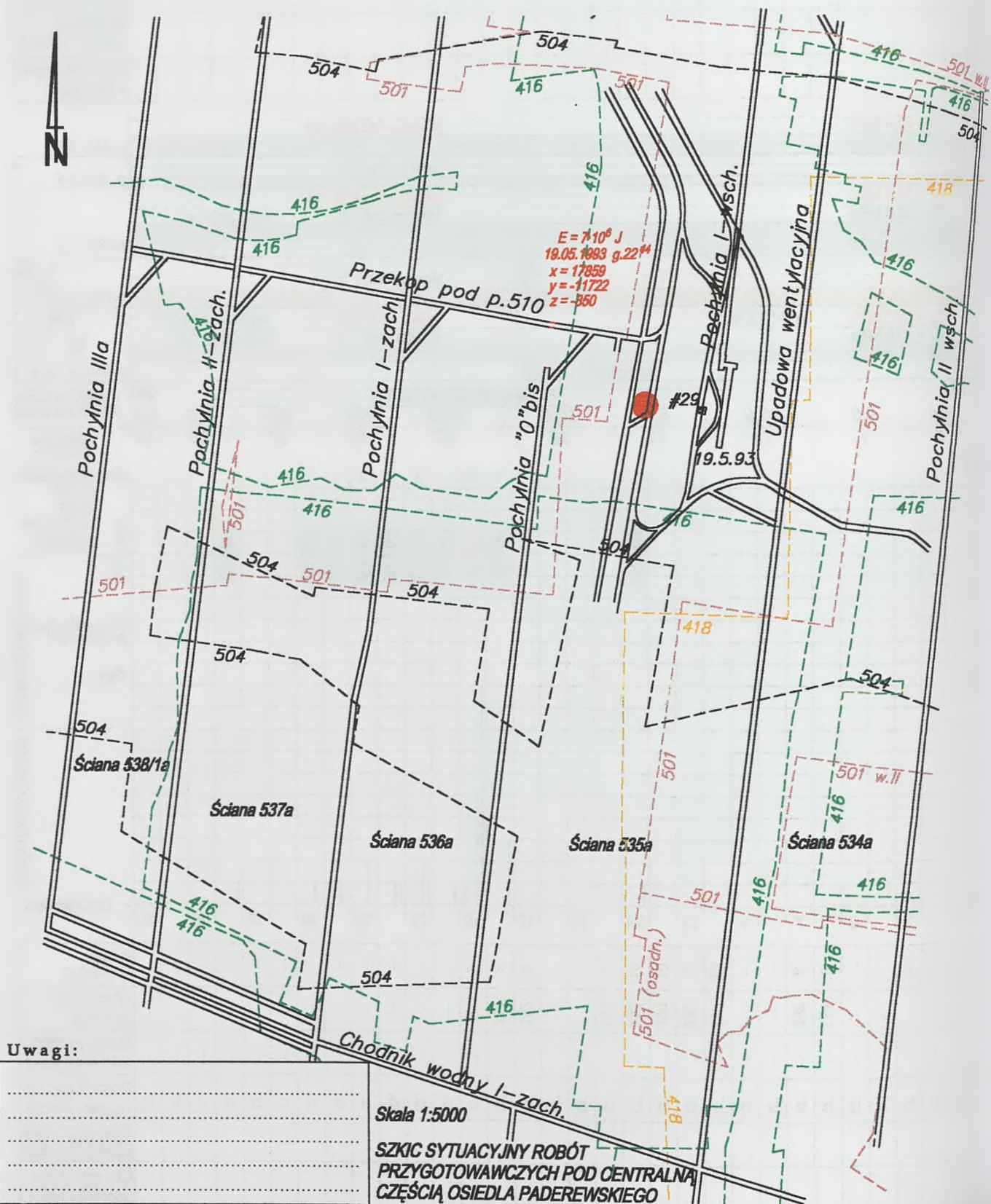
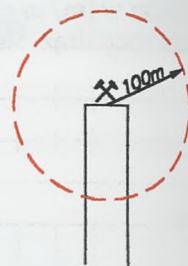
Objaśnienia dodatkowe :

- 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:

dla ściany

dla chodnika

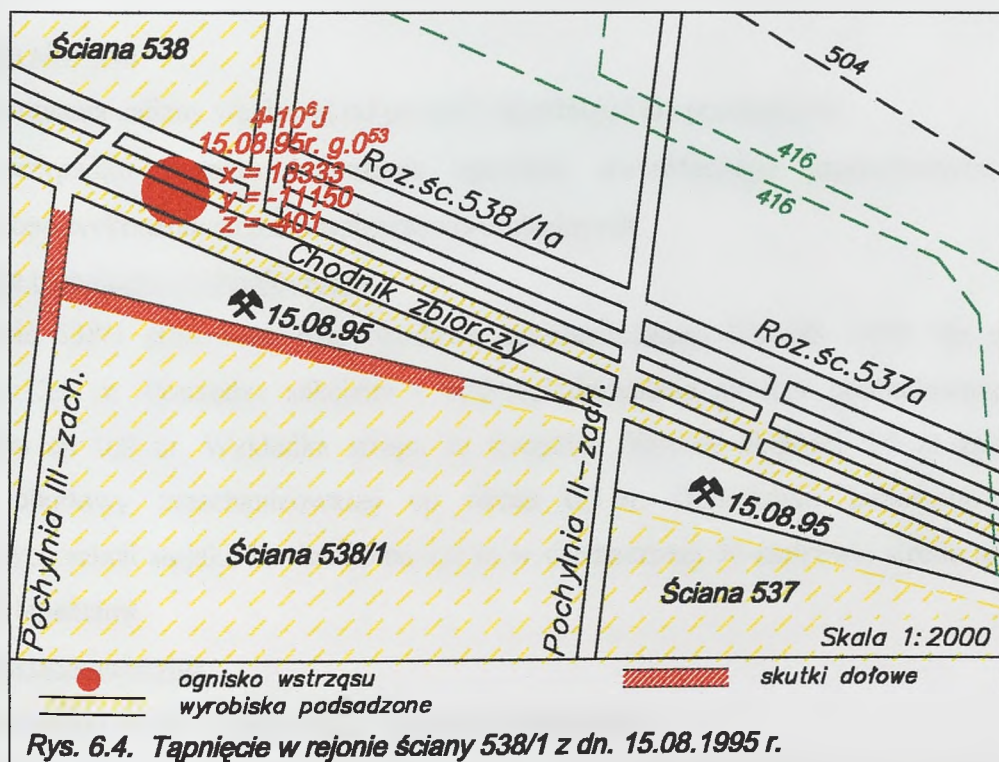


6.2. Ściana 538/1 pokład 510, warstwa przyspągowa, poziom 630 m

6.2.1. Opis tąpnięcia

Ściana 538/1 zbliżała się do sieci chodników i zrobów. Jej front znajdował się w odległości 28 m od wyłączonego z ruchu (podsadzonego) chodnika zbiorczego licząc po pochylni III zachodniej. 15.08.1995 r. o godzinie 0⁵³ w rejonie ściany 538/1 zarejestrowano wstrząs górotworu o energii $E = 4 \cdot 10^6$ J, który spowodował tąpnięcie w ścianie i w pochylni III zachodniej. Epicentrum o współrzędnych: $x = 18333$, $y = -11150$, $z = -401$ zlokalizowane zostało 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 piaskowca nad pokładem 510. Czynnikiem sprzyjającym wystąpieniu tąpnięcia były:

- duże naprężenia górotworu związane z dużą głębokością zalegania pokładu 510 wynoszącą w rejonie tąpnięcia około 689 m,
- koncentracja naprężeń spowodowana siecią chodników i zrobami oraz dodatkowym naprężeniem spowodowanym zawężeniem calizny węglowej ściany 538/1.



W zasięgu skutków znalazło się 16 pracowników, z których 7 uległo wypadkowi lekkiemu, a 1 ciężkiemu. Zarejestrowane przyspieszenie max. na powierzchni wyniosło, $a_{1,2} = 115,8 \text{ mm/s}^2$.

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 m do około 1,5 m. Na długości 85 m ściany po linii konstrukcji tamy podsadzkowej 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 kąt 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 kąt 15° (stropnice częściowo zdeformowane).

6.2.2. Stosowana profilaktyka 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 stosowana była obudowa zmechanizowana FAZOS 19/30 Op zabudowana w podziałce 2,0 m. Pomiędzy sekcjami – podciągi drewniane na styk podbudowane stojakami drewnianymi co 0,9 m. Wykładka stropu to stropnice filarowe długości 5,0 m zakładane nad stropnice obudowy zmechanizowanej co około 0,3 m. Dodatkowo budowano w śladzie prowadzonych sekcji 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.
- 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 z dnia 15.08.1995 r. o energii $E = 4 \cdot 10^6 \text{ J}$ w rejonie ściany 538/1 uwzględnione zostały uwarunkowania związane z zabezpieczeniem obiektów i urządzeń na powierzchni i dole Kopalni oraz koordynacja z będącą wtedy na rozruchu ścianą 536a, stanowiącą trzeci z kolei uruchomiony przodek po 535a i 534a w analizowanym modelu eksploatacyjnym (Załącznik nr 3 – przedział czasowy B).

Rozważano różne rozwiązania, łącznie z zatrzymaniem ścian 538/1 i 537, pozostawiając resztki. Przeważała koncepcja wybrania „na czysto”, gdyż z punktu widzenia ochrony powierzchni było to najkorzystniejsze, z punktu widzenia górniczego zaś ryzykowne, lecz w granicach dopuszczalnych związanych z eksploatacją w takim wstrząsogennym rejonie. Przyjmując dodatkowe rygory zminimalizowano prawdopodobieństwo wystąpienia w tej skali tąpnięcia, ponadto tak silny wstrząs również stanowił gwarancję uspokojenia się rejonu na dłuższy czas (według opinii [8] około 29 tyg.).

Reperkusją tąpnięcia na 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, celowe działanie. Po zakończeniu biegu ścian 537 i 538/1 postęp miesięczny ściany 536a powrócił do 50 m. Taki stan rzeczy trwał do 25.02.1996 r. (Załącznik nr 3 – przedział czasowy C).

Czasowe ograniczenie postępu miesięcznego ściany 536a miało istotny wpływ na postęp pozostałych przodków analizowanego modelu, 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 umożliwił ruch Kopalni.

6.2.4. Analiza zdarzenia

Ściana 538/1 znajdowała się na końcowym swoim wybiegu. Stanowiła resztkę, która na dłuższym odcinku po pochylni III zachodniej, zbliżając się do wyłączonych z ruchu chodników w pokładzie 510, do wybrania miała jeszcze około 28 m. Kumulacji naprężeń sprzyjały pozostawione obszary pokładów 504, 501 i 418, a także oddziaływanie krawędzi pokładu 416. Zdeformowany w strefie jej prowadzenia górotwór, spotęgowany dużą głębokością zalegania wynoszącą 689 metrów oraz grubymi warstwami piaskowców, wywierał na nią bardzo silne oddziaływanie. Analiza kształtowania się stanu zagrożenia tapaniami na podstawie obserwacji geofizycznych i górniczych w ścianie 538/1 przed tapaniem (od 1 do 15.08.1995 r.) potwierdziła różnicowanie stanów zagrożenia badanych poszczególnymi metodami: od braku do średniego.

Metoda sejsmologii górniczej

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

Metoda sejsmoakustyczna

Ogólnie należy stwierdzić, że prowadzone podstawowe obserwacje, jak również obserwacje dodatkowe aparaturą ARES z zabudowanymi czujnikami w caliznie i w stropie pokładu w okresie poprzedzającym tapanie nie wykazywały stanu zwiększonego zagrożenia tapaniami (za wyjątkiem jednego przypadku z 13.08.1995 r.).

Wiercenia małośrednicowe

Wykonywanymi z częstotliwością 1 raz na dobę wierceniami małośrednicowymi do 14.08.1995 r. w żadnym przypadku nie stwierdzono występowania strefy wzmożonych naprężeń. Maksymalny wychód zwiercin nie przekraczał 3 litry/mb wiercenia.

Metoda kompleksowa

Ocena stanu zagrożenia tapaniami według metody kompleksowej przed zdarzeniem, czyli od 1 do 12.08.1995 r., pokazywała stan „b”. Geotomografii nie wykonywano.

W drugim dniu postoju (niedziela) 13.08.1995 r. ocena stanu zagrożenia tapaniami 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.)

Zaufanie do nawadniania, ale również niepełna informacja o zagrożeniu, stały się przyczyną nie zastosowania 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 stany „b” oceny zagrożenia tapaniami 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).

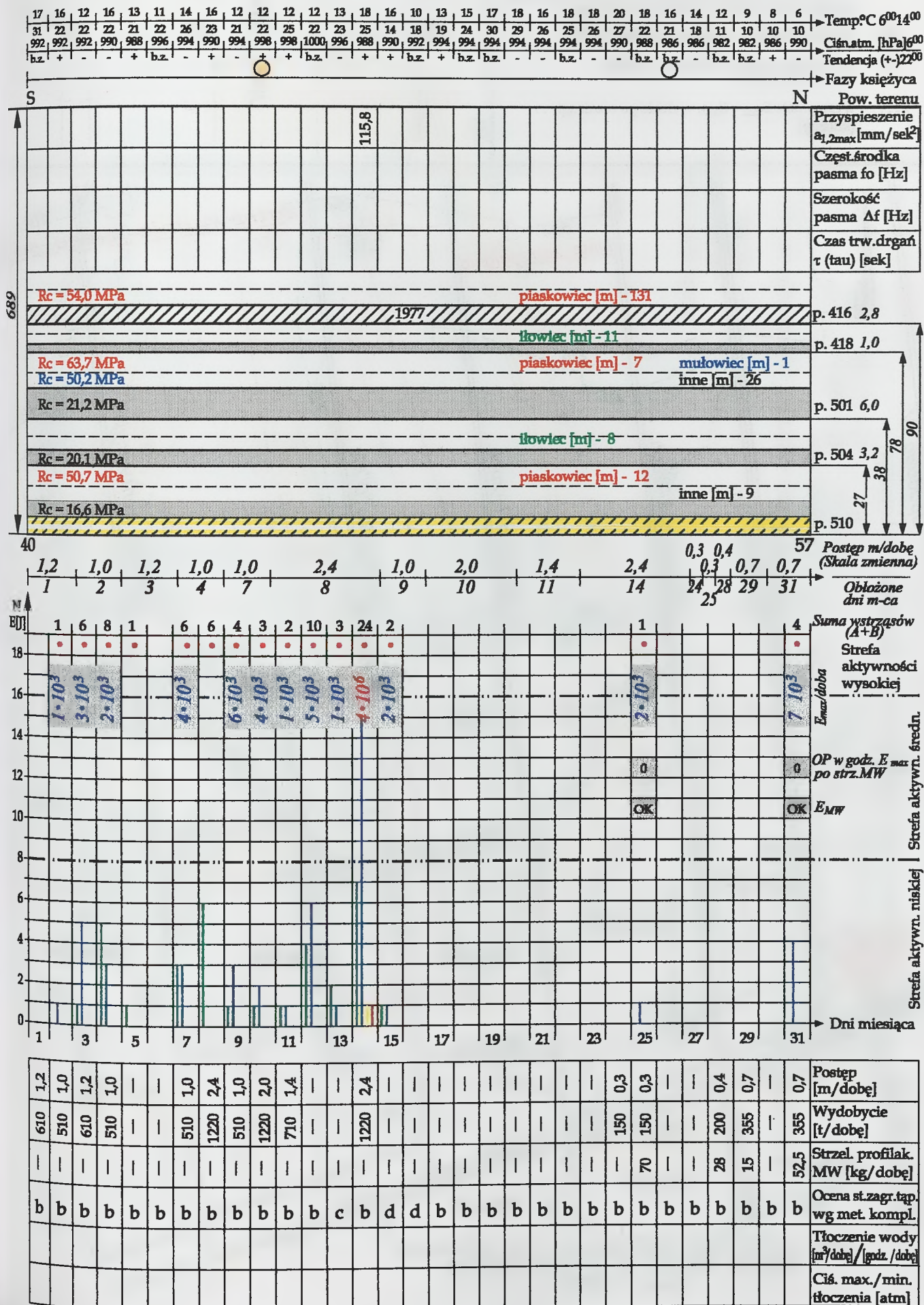
Z obserwacji Pokładogramu 1.33. wyraźnie widać niekorzystny układ przestrzenny. Rysunki 4.15, 4.16, 4.17, 4.18 jeszcze wyraźniej obrazują zagrożenie górnicze.

Wprawdzie sejsmologia 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 w praktyce Kopalni znacznie ograniczono „zaufanie” do profilaktyki aktywnej metodą nawadniania, stosując ją nadal, lecz jako uzupełniającą do metody przez strzelanie MW.

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

POKLADOGRAM 1.33. seria B	- 93 -			Nazwa wyrobiska	ściana 538/1
Sporządzony za miesiąc/rok 08.1995	Kierowanie stropem pods.			Pokł. 510	Warstwa 1
Przekrój podłużny przez pochylnię III-zach.	Parametry: Dł. 150			Wys. 2,5	Zabiór 0,6
Cechy[m] od 40 do 57 Grub.całk.pokł 6,0	Postęp [m/m-c](max/min)			36/10	[m/dobę](max) 2,4
Wykon w [m/m-c] 17,0	Rozpiętość stropu [m] 8,8			Krok pods.(max.otw.stropu)[m] 2,4	
Data rozp.ekspl. 12.92 Wybieg akt. [m] 28	Inne dane				



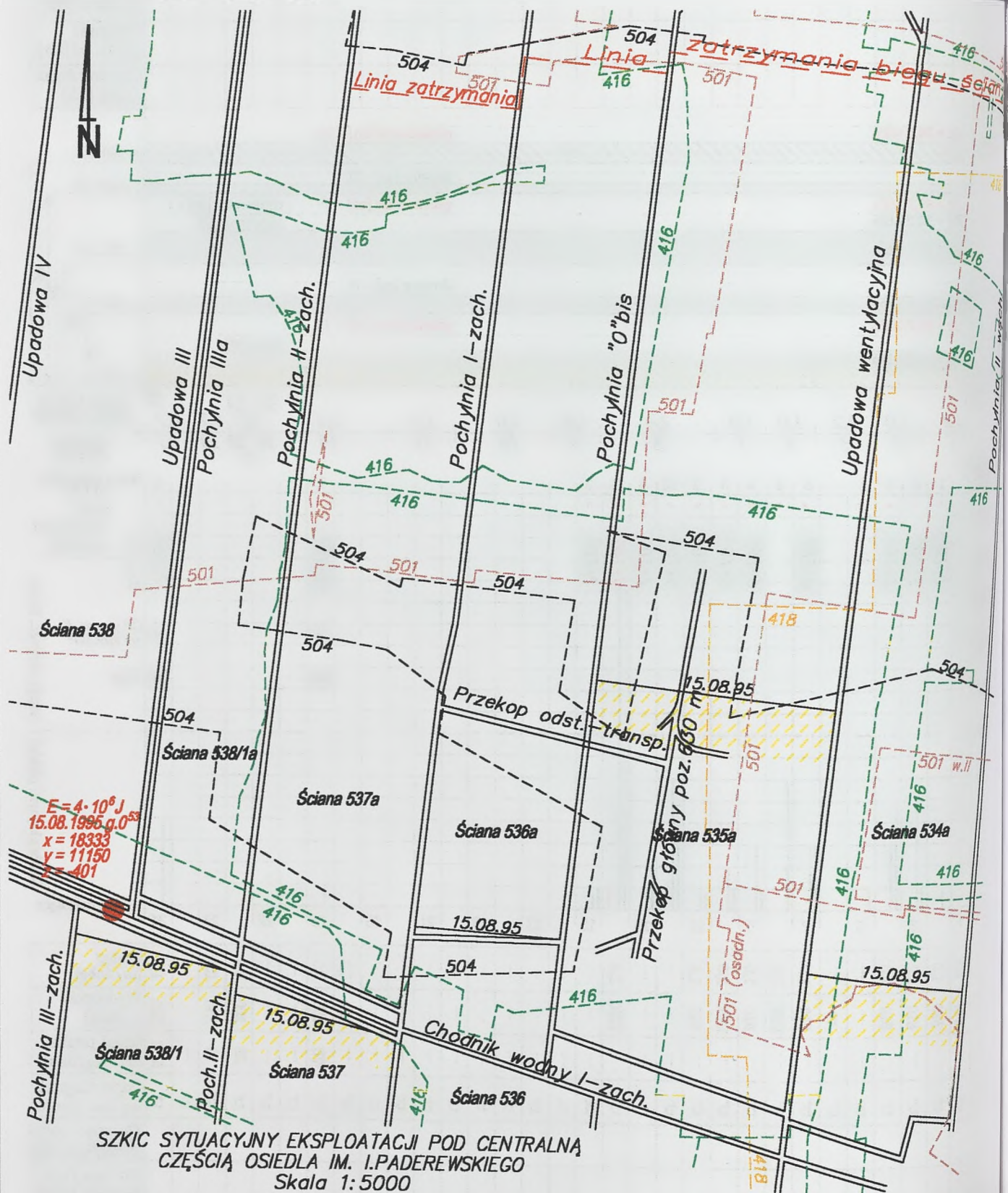
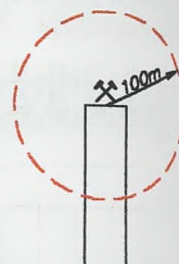
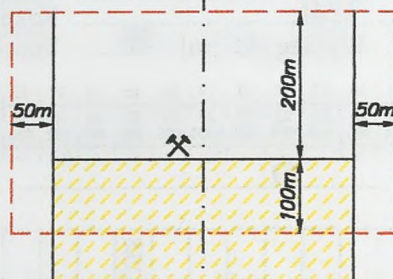
Objaśnienia dodatkowe :

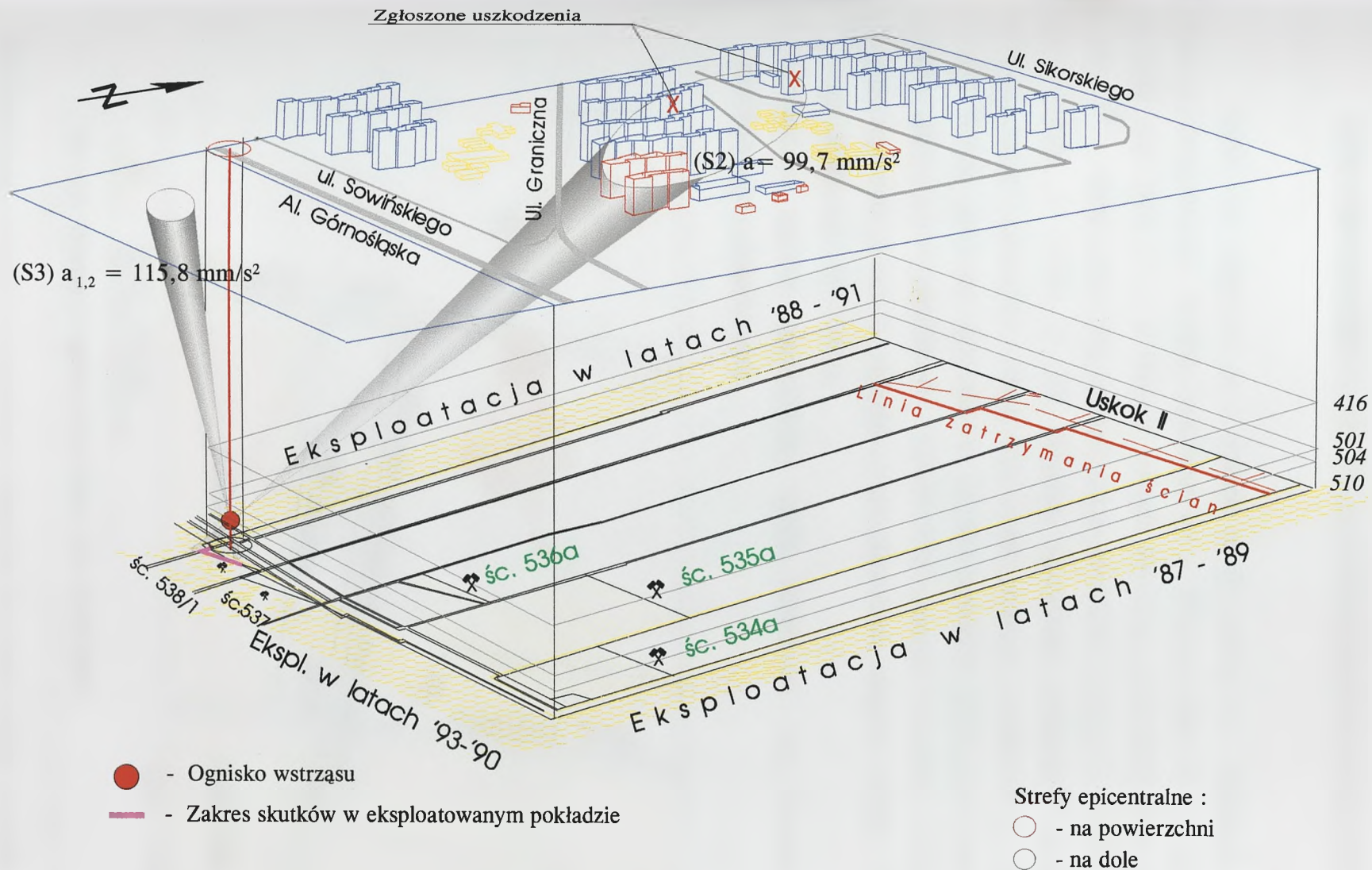
- wstrząs o maksymalnej energii zanotowany w danym dniu z obydwu pokładogramów (A i B)
- = w obydwu pokładogramach (A i B) zanotowano tego samego dnia wstrząsy o identycznej energii
- OK wystąpienie $E_{\max}$ w dobie ze strzelania MW
- OP opóźnienie w godzinach $E_{\max}$ w dobie po strzelaniu MW
-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

Kryterium lokalizacyjne kwalifikacji wstrząsów:

dla ściany

dla chodnika





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

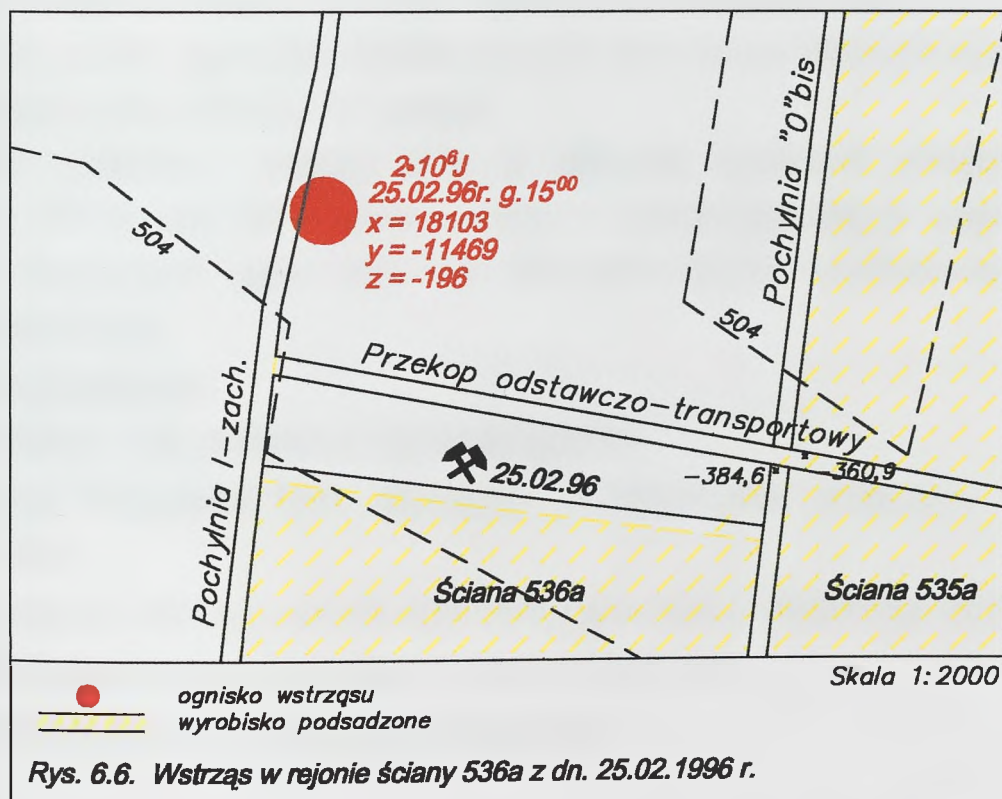
Ściana 538/1, tąpnięcie o energii $E = 4 \cdot 10^6 \text{ J}$ z dnia 15.08.1995r. godz. 00⁵³
 $X = 18333 \text{ m}$, $Y = -11150 \text{ m}$, $Z = -401 \text{ m}$ ($H = 660 \text{ m}$)
 $(S3) a_{1,2} = 115,80 \text{ mm/sek}^2$, $f_0 = 5,6 \text{ Hz}$, $Df = 3,1 \text{ Hz}$, $t = 4,5 \text{ sek.}$
 (stanowisko pomiarowe S3 znajduje się poza modelem - na południe)

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

6.3.1. Opis wstrząsu

Ściana 536a znajdowała się w obszarze resztki pokładu 504 i zbliżała się do przekopu odstawczo-transportowego. Jej front usytuowany był w odległości około 20 m od przekopu licząc od środka, oraz około 40 m od krawędzi pokładu 504 licząc po pochylni „0”bis. 25.02.1996 r. o godz. 15⁰⁰ w rejonie ściany 536a wystąpił wstrząs górotworu o energii $E = 2 \cdot 10^6 \text{ J}$ i współrzędnych: $x = 18103$, $y = -11469$, $z = -196$. Powyższe odpowiadało odległości 65 m przed frontem i 10 m od pochylni I-zachodniej w rejonie skrzyżowania przekopu z pokładem 510 i krawędzią 504 (rys. 6.6). Wstrząs górotworu spowodowany był prawdopodobnie pęknięciem i przemieszczeniem się warstw piaskowca nad pokładem 416. Czynniki sprzyjające wystąpieniu wstrząsu były :

- duże naprężenia górotworu związane 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. Powyższy wstrząs wywołał silną reakcję społeczną. Zarejestrowane przyspieszenie max. na powierzchni wyniosło $a_{1,2} = 111,9 \text{ mm/s}^2$.

6.3.2. Stosowana profilaktyka przed wstrząsem

Profilaktyka aktywna

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

Profilaktyka techniczno – technologiczna

W ścianie 536a stosowana była obudowa zmechanizowana FAZOS 21/31 Op zabudowana w podziałce co 2,0 m. Pomiedzy sekcjami obudowy zmechanizowanej stosowano podciągi 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 filarowymi co 1,2 m w śladzie sekcji, ponadto zagęszczono wykładkę stropu do trzech stropnic filarowych 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 dla obsługi przenośnika podścianowego (poch. I-zach).
- 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. Warunki dalszego prowadzenia frontu przedstawiono w Załączniku nr 3 (przedziały czasowe D i E).

6.3.4. Analiza zdarzenia

Ściana 536a znajdowała się prawie całą swoją długością pod nie wybraną 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 nie wybrane w tym obszarze pokłady 501, 418 oraz wybrany, ale w bardzo odległym czasie (1969 r.) pokład 416 sprzyjały zagrożeniu tapaniami. Mały postęp miesięczny ściany 536a (do dnia wstrząsu, tj. 25.02.96 r., wynoszący 16,0 m) ograniczał aktywność sejsmiczną, wielkości pojedynczych wstrząsów natomiast świadczyły o intensywności kumulacji naprężeń.

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

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

Metoda sejsmologii górniczej

W rejonie analizowanej ściany 536a do zdarzenia 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 7 o energii $E = 1 \cdot 10^4$ J. Maksymalna energia wstrząsu wynosiła $8 \cdot 10^4$ J.

Wartości analizowanych parametrów wskazywały na występowanie przed zdarzeniem niskiej aktywności i intensywności sejsmicznej.

Metoda sejsmoakustyczna

Obserwacje sejsmoakustyczne w badanym okresie 1–25.02.96 r. w pokładzie oraz w stropie wykazywały głównie stany „a” – braku zagrożenia, oraz „b” – słabego zagrożenia. Stanów „c” – średniego, i „d” – silnego zagrożenia, nie zanotowano.

Metoda wierceń małośrednicowych

Wykonywanymi z częstotliwością 1 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 litry/mb wiercenia.

Metoda kompleksowa

Metodą kompleksową w analizowanym okresie stwierdzono:

- 9 razy stany „a” – brak zagrożenia tapaniami,
- 16 razy stany „b” – słabego zagrożenia tapaniami,
- stanów „c” i „d” – nie stwierdzono.

Metoda geotomograficzna [6]

12.12.1995 r. przeprowadzone zostały kontrolne badania geotomograficzne w polu ściany 536a.

I tak:

- Rozkład anomalii i naprężeń w pokładzie. Wartości anomalii sejsmicznych w pokładzie wahały się w interwałach 0,0–1,4 (-20–40%) przekraczając lokalnie poziom wartości charakteryzujących wysoką koncentrację naprężeń. Wysokie wartości koncentrowały 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 położona była około 10 m przed frontem ściany, w odległości 40 m od pochylni I-zachodniej.
- Rozkład anomalii i naprężeń w stropie. Rozkład stref naprężeń wykazywał obecność rejonów, w których poziom anomalii sejsmicznej przekraczał wielkość 25%, charakterystyczną dla silnych koncentracji naprężeń. Strefy te 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 wielkości anomalii nie przekraczały 15% i mieściły się w klasie przyrostów słabych.
- Rozkład stopnia zagrożenia sejsmicznego. Z przeprowadzonej analizy wynikało, że przeważająca część badanego obszaru zagrożona była w stopniu słabym. Zaznaczające się lokalnie strefy, w których badane parametry stawały się charakterystyczne dla zagrożenia średniego i silnego występowały przed frontem ściany oraz w rejonie pochylni „0”bis w obrębie krawędzi eksploatacji dokonanej w pokładzie 504.

Rozpatrując sąsiednie ściany: 535a, której front znajdował się w odległości na północ około 280 m (dopuszczalna odległość 250–300 m), oraz 537a, której front znajdował się w odległości około 210 m na południe (dopuszczalna odległość 200–250 m), generalnie nie powinno być wzajemnego oddziaływania. Jednak zwiększone wydobywanie (czyli zwiększony, dopuszczalny postęp) na obydwu sąsiednich ścianach na pewno sprzyjały wzrostowi zagrożenia tapaniami w tym obszarze.

Dla przeanalizowania tej sytuacji zamieszczono dodatkowo 2 karty Pokładogramów: ze ściany 535a, nr 1.19. seria B i ze ściany 537a, nr 1.1. seria A. Można m.in. zaobserwować:

- rozruch ściany 537a i dużą intensyfikację jej postępu po pochylni I zachodniej,
- prawie maksymalne dopuszczalne zbliżenie się frontu ściany 537a do ściany 536a,
- wspólną krawędź pokładu 504 dla ściany 536a i 537a,
- intensyfikację wydobywania na ścianie 535a,
- wspólną dla frontu ściany 536a i będącą za frontem ściany 535a krawędź pokładu 504,
- bliskość i krzyżowanie się krawędzi pokładu 504 i krawędzi pokładu 501 w układzie ścian 535a i 536a,
- nakładające się na analizowany rejon trzech ścian krawędzie pokładu 416,
- dziesiąty dzień postoju ściany 536a,
- drugi dzień postoju ścian 535a i 537a.

Duża kumulacja naprężeń, o której świadczyły „samoistne” i sprowokowane strzelaniami profilaktycznymi energie rzędu 10^3 i 10^4 J, powinna była być uwalniana poprzez regularniejszy ruch ściany oraz częstsze na tym odcinku (co cykl podsadzkowy) strzelanie profilaktyczne. Dziesięciodniowy postój ściany 536a, przy intensyfikacji wydobywania na frontach sąsiednich, a następnie dwudniowe ich zatrzymanie sprzyjało rozładowaniu wysokoenergetycznego wstrząsu w miejscu najbardziej zagrożonym, czyli w obszarze resztki pokładu 504.

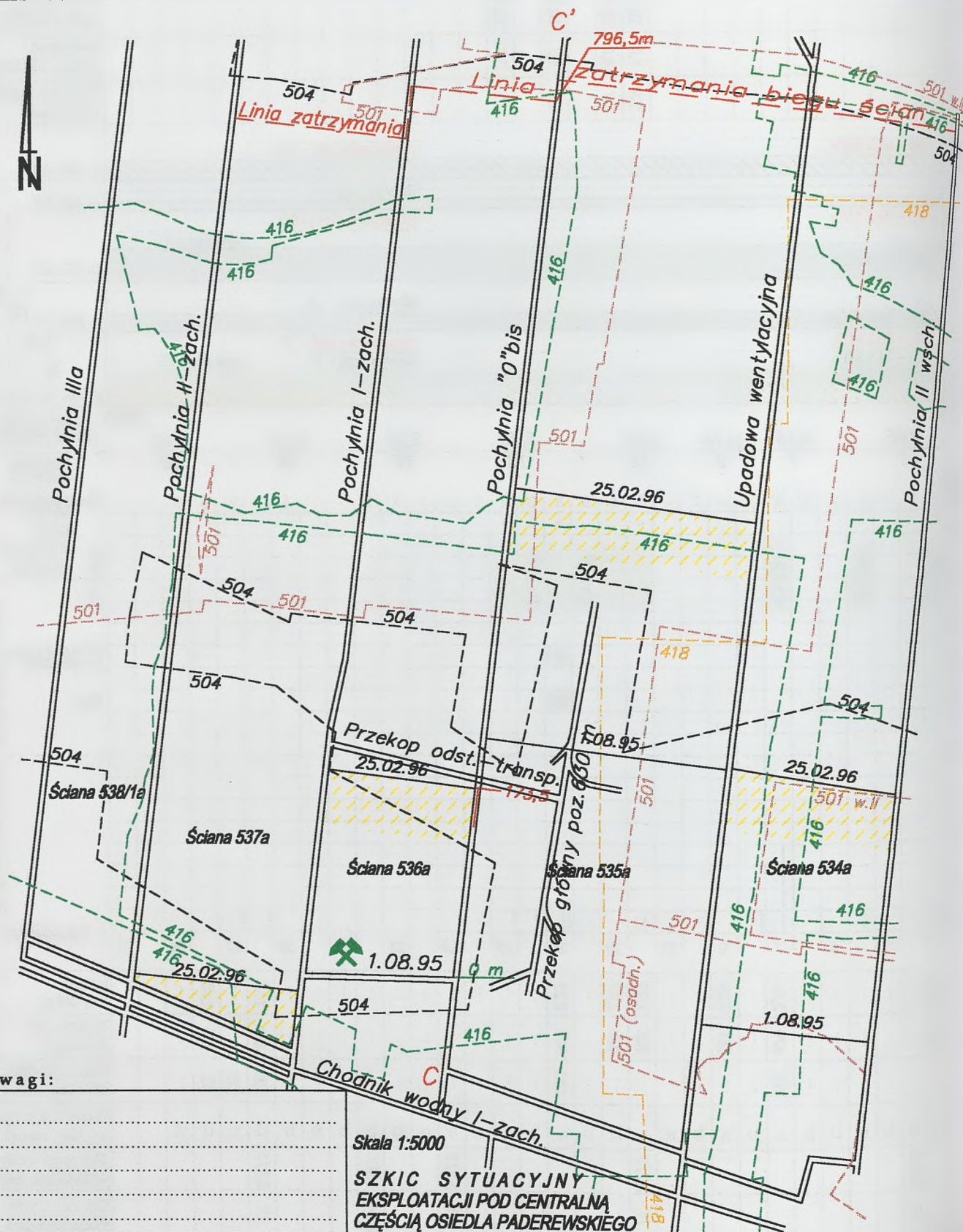
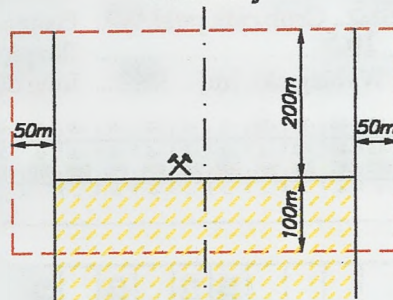
Objaśnienia dodatkowe :

- 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:

dla ściany

dla chodnika

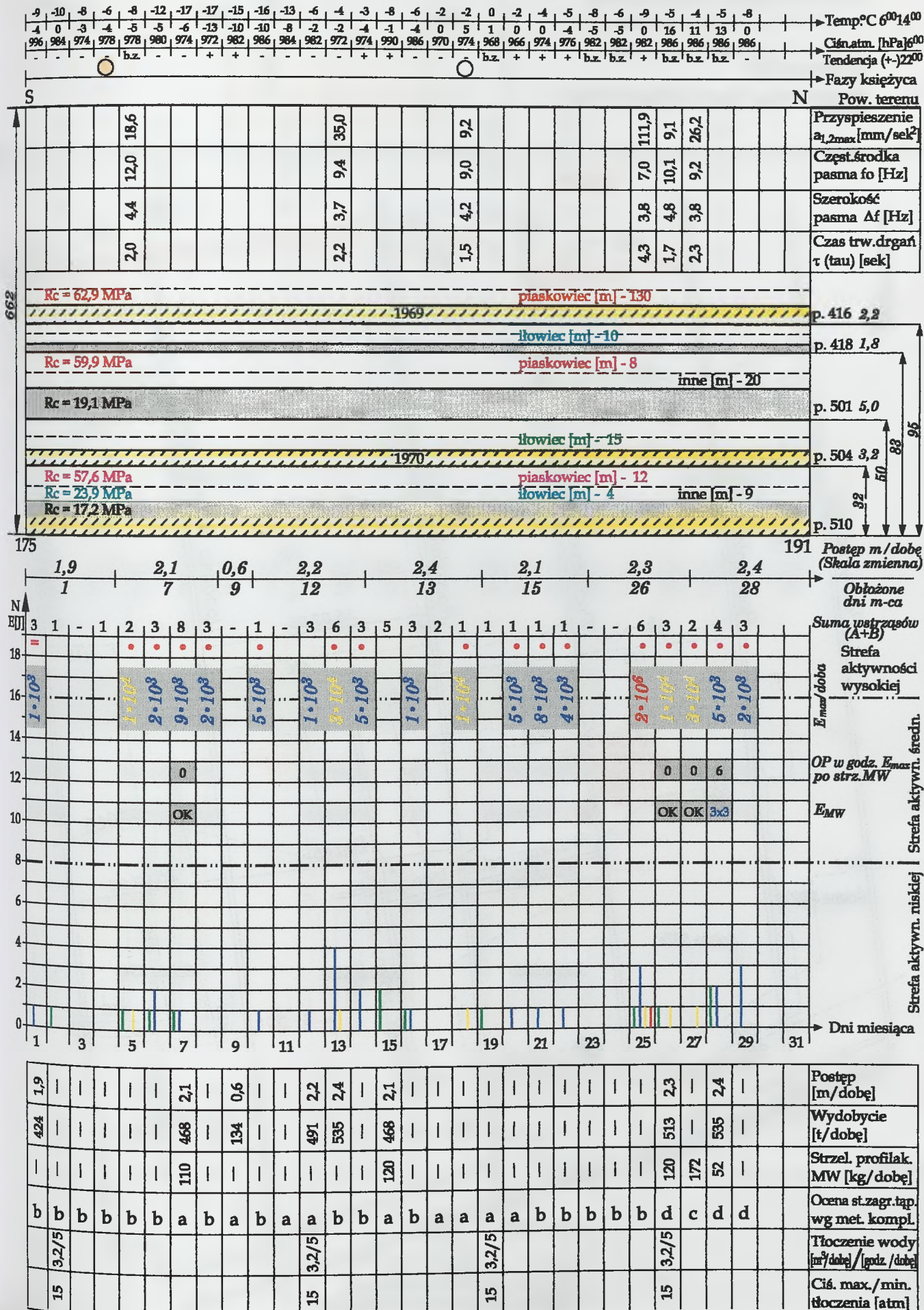


Uwagi:

Skala 1:5000

SZKIC SYTUACYJNY
EKSPLOATACJI POD CENTRALNĄ
CZĘŚCIĄ OSIEDLA PADEREWSKIEGO

POKLADOGRAM 1.7. seria B		Nazwa wyrobiska		ściana 536a	
Sporządzony za miesiąc/rok		Kierowanie stropem		Pods. Pokł. 510 Warstwa I	
Przekrój podłużny przez		Parametry: Dł. 132		Wys. 2,5 Zabiór 0,6	
Cechy[m] od. 175 do. 191		Postęp [m/m-c](max/min)		50/10 [m/dobę](max.) 2,4	
Wykon w [m/m-c]		Rozpiętość stropu [m]		8,8 Krok pods. (max. otw. stropu)[m] 2,4	
Data rozp. ekspl. 1.08.95		Inne dane		łoczenie wody: 52,4 m³/m-c, 31 godz./m-c	
Wybieg akt. [m] 623,3					



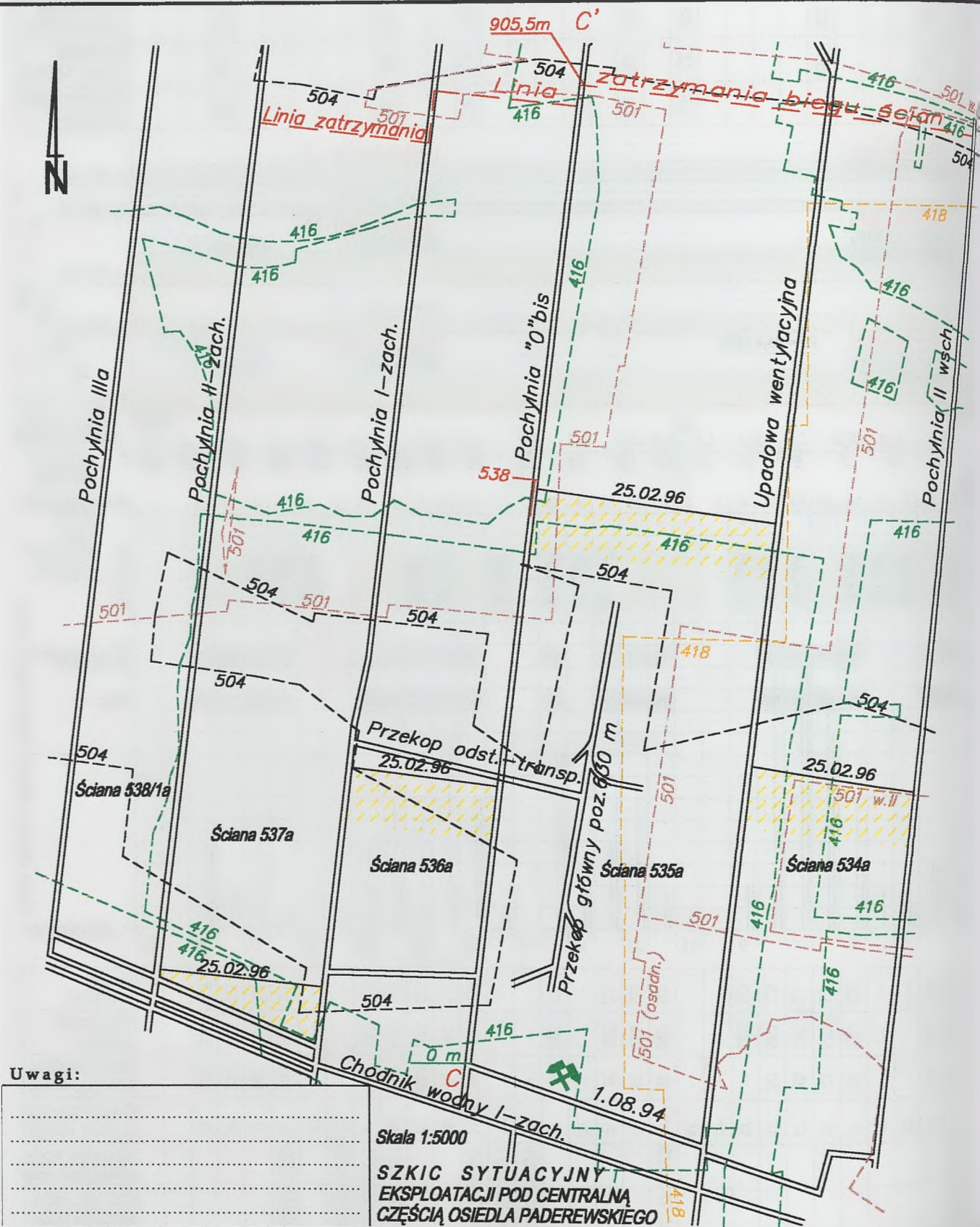
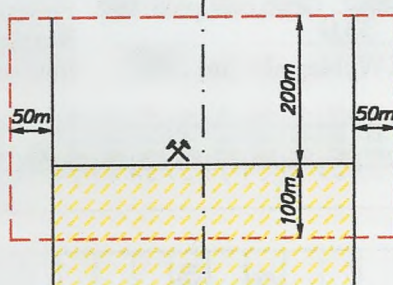
Objaśnienia dodatkowe :

- 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:

dla ściany

dla chodnika



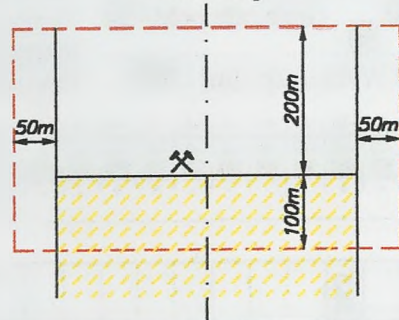
Objaśnienia dodatkowe :

- e 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:

dla ściany

dla chodnika

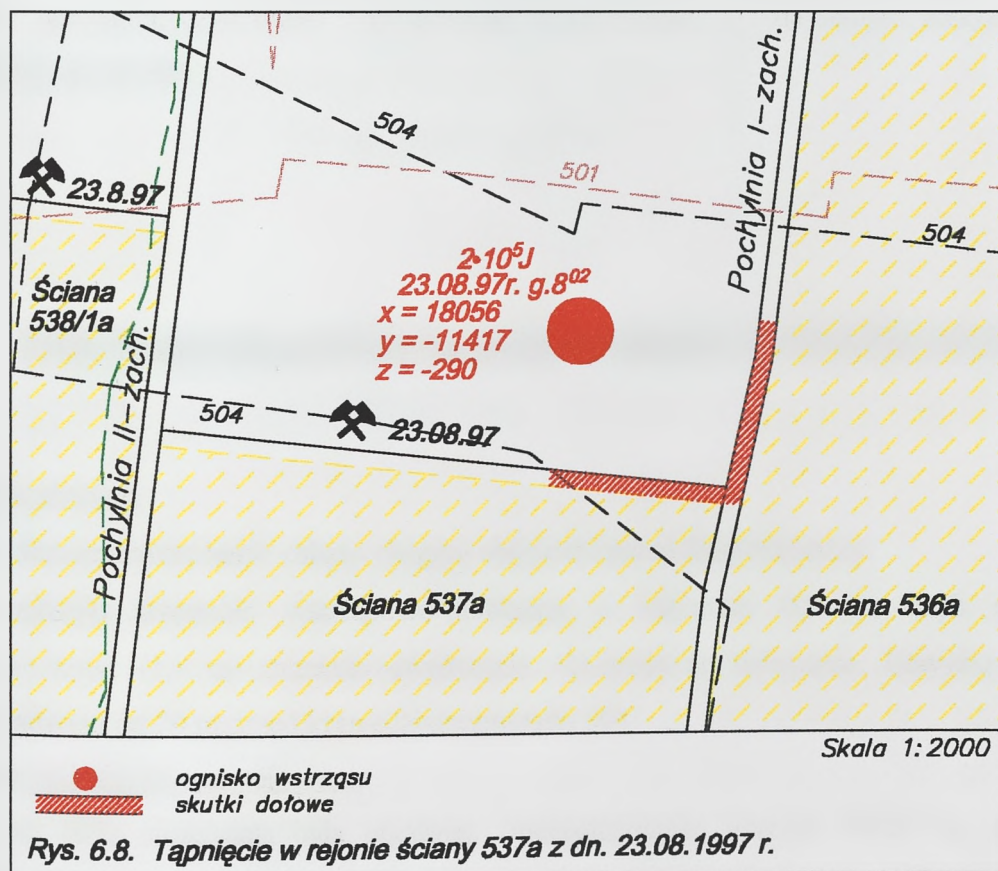


6.4. Ściana 537a pokład 510 warstwa przyspągowa, poziom 630 m

6.4.1. Opis tąpnięcia

Ściana 537a znajdowała się w rejonie wpływów krawędzi i resztki pokładu 504. 23.08.1997 r. o godzinie 8⁰² wystąpił wstrząs górotworu o energii $E = 2 \cdot 10^5 \text{ J}$, który spowodował tąpnięcie w ścianie i na pochylni I zachodniej. Epicentrum o współrzędnych: $x = 18056$, $y = -11417$, $z = -290$ zlokalizowane zostało w odległości 45 metrów przed frontem ściany 537a i 50 m na zachód od pochylni I zachodniej (rys. 6.8). Wstrząs górotworu spowodowany był prawdopodobnie pęknięciem i przemieszczeniem się warstw piaskowca nad pokładem 501. Czynnikiem sprzyjającym wystąpieniu tąpnięcia były:

- duże 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 6 pracowników, z których 5 uległo wypadkowi lekkiemu, a jeden ciężkiemu. Zarejestrowane przyspieszenie max. na powierzchni wyniosło $a_{1,2} = 98,8 \text{ mm/s}^2$.

Skutki tapnięcia wystąpiły w ścianie 537a i na pochylni I zachodniej.

Ściana 537a

W ścianie skutki tapnięcia wystąpiły na długości około 40 m od skrzyżowania z pochylnią I zachodnią na zachód. Samo skrzyżowanie było nieznacznie zdeformowane, stwierdzono wyciśnięty około 0,5 m spąg, na którym leżał luźny węgiel. Widoczne były spękania stropu i nieduże jego opady. Sekcje obudowy zmechanizowanej „przejęły” wstrząs. Częściowemu uszkodzeniu uległa hydraulika tylnych stropnic na wymienionym odcinku ściany. W ścianie w rejonie skrzyżowania znajdował się 1 uszkodzony (lekko).

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 idąc od ściany 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 zastosowanej na pochylni I zachodniej na najbardziej zagrożonych odcinkach obudowy podwójnej. W wyrobisku tym znajdowało się 5 uszkodzonych, przy czym 3 z nich było zgodnie z ustaleniami w strefie szczególnego zagrożenia tapaniami, czyli około 5 m powyżej skrzyżowania, a 2 na samym skrzyżowaniu, po jego południowej stronie.

6.4.2. Stosowana profilaktyka przed tapnięciem

Profilaktyka aktywna

- Prowadzono nawadnianie calizny długimi otworami przed frontem ściany.
- Prowadzono strzelania wstrząsowo-urabiające z zabiorem 0,9 m, czyli na 1 cykl podsadzkowy (1,8 m) strzelano dwukrotnie. Kombajn do ładowania. Powyższe strzelanie prowadzono od 20 m przed krawędziami pokładu 504.

Profilaktyka techniczno-technologiczna

W ścianie 537a stosowana była obudowa zmechanizowana FAZOS 19/29 Op zabudowana w podziałce co 2,0 m. Pomędzy sekcjami obudowy zmechanizowanej budowano podciągi drewniane poprzeczne podbudowane stojakami drewnianymi w odstępie co 0,9 m oraz stojakami

drewnianymi w osi za sekcjami. Wykładka stropu – stropnice filarowe długości 5,0 m zakładane nad sekcje obudowy zmechanizowanej w odstępie co 0,3 m.

Z chwilą zbliżenia się frontu ściany 537a na odległość 20 m od krawędzi pokładu 504, na 50 metrach od pochylni I zachodniej budowano dodatkowo pomiędzy 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 spagownicami), 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 wzmacniano obudowę LP (podciągi, stojaki, poligon).

Profilaktyka organizacyjna

- Wyznaczono strefy szczególnego zagrożenia tapaniami.
- Ustalono dopuszczalną liczbę pracowników do jednorazowego przebywania w strefach i w ścianie.
- Wprowadzono telewizję przemysłową dla 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. Warunki dalszego prowadzenia frontu przedstawiono w Załączniku nr 3 (przedziały czasowe G, H, I, J).

6.4.4. Analiza zdarzenia

Front ściany 537a znajdował się w zasięgu wpływów krawędzi resztki pokładu 504. Stan naprężeniowy w obszarze ściany 537a potęgowany był przez krawędzie pokładu 501 oraz 416.

Znajdujący się częścią wschodnią pod resztką pokładu 504 front ściany 538/1a, a także „krzyżujące” się tam krawędzie pokładów 501 i 416, nie sprzyjały obniżeniu zagrożenia tapaniami (Pokładogramy 1.19., seria A i B dla ściany 537a, i Pokładogram 1.18., seria A dla ściany 538/1a).

Odległość pomiędzy przodkami 537a i 538/1a wynosiła około 65 m (zalecana według prognozy > 60 m do 120 m). Różniące się pod względem zagrożenia poszczególne odcinki wybiegu ścian wymuszały zmienność w zakresie odległości pomiędzy nimi.

Na podstawie przeprowadzonej szczegółowej analizy kształtowania się stanu zagrożenia tapaniami w ścianie 537a w okresie poprzedzającym wystąpienie wstrząsu od 1.01. do 23.08.1997 r. stwierdzono poszczególnymi metodami brak, słabe lub średnie zagrożenie tapaniami.

Metoda sejsmologii górniczej

W rejonie ściany 537a do dnia wystąpienia tąpnięcia stwierdzono występowanie wstrząsów o energii rzędu 10^2 – 10^4 J. W analizowanym okresie zanotowano łącznie 520 wstrząsów. Maksymalna energia wynosiła $5 \cdot 10^4$ J. Od 1.01. do 23.08.1997 r. wykonano 85 strzelań wstrząsowych o łącznym ładunku 2523 kg MW, powodując wstrząsy o energiach od $1 \cdot 10^3$ do $1 \cdot 10^4$ J.

Metoda sejsmoakustyczna

Prowadzonymi obserwacjami stwierdzono głównie stany „a” – braku zagrożenia, i „b” – słabego zagrożenia tapaniami, oraz 28 stanów „c” – średniego zagrożenia tapaniami. Stanów „d” – silnego zagrożenia tapaniami – nie notowano.

Wiercenia małośrednicowe

Wykonywanymi z częstotliwością 1 raz na dobę wierceniami małośrednicowymi do 23.08.1997 r. w żadnym przypadku nie stwierdzono występowania strefy wzmożonych naprężeń. Maksymalny wychód zwiercin nie przekraczał 3 litry/mb wiercenia.

Metoda kompleksowa

Metodą kompleksową w analizowanym okresie stwierdzano głównie stany „a” – braku zagrożenia tapaniami, oraz stany „b” – słabego zagrożenia tapaniami. Stany „c” – średniego, i „d” – silnego zagrożenia tapaniami, nie występowały.

Metoda geotomograficzna [6]

10.05.1997 r. przeprowadzone zostały kontrolne badania geotomograficzne w polu ściany 537a.

I tak:

- Rozkład anomalii i naprężeń w pokładzie wykazywał zmienną intensywność pola naprężeń wahających się w interwale wartości 0,92–1,27, obejmującym w przeważającej części badanego obszaru zakres słabych i średnich intensywności 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 i naprężeń w stropie wykazywał obecność charakteryzujących średnią intensywność koncentracji naprężeń (anomalie $1,15 < A_I < 1,25$). Lokalnie zaznacza się obecność stref, w których występują wartości charakterystyczne dla wysokich koncentracji ($A_S > 1,25$). Strefy te koncentrują się wzdłuż śladów krawędzi eksploatacji dokonanej w pokładach 501 i 504.
- Rozkład stopnia zagrożenia sejsmicznego. Przeważająca część badanego obszaru górniczego zagrożona była w stopniu zbliżonym do średniego. Zaznaczające się lokalnie strefy, w których badane parametry stają się charakterystyczne dla zagrożenia średniego występują w pochylni II zachodniej, na froncie ściany oraz w pobliżu pochylni I zachodniej w rejonie krawędzi eksploatacji dokonanej w pokładzie 504. W badanym rejonie nie stwierdzono występowania stref, w których mierzone parametry są charakterystyczne dla wysokiego zagrożenia wstrząsami.

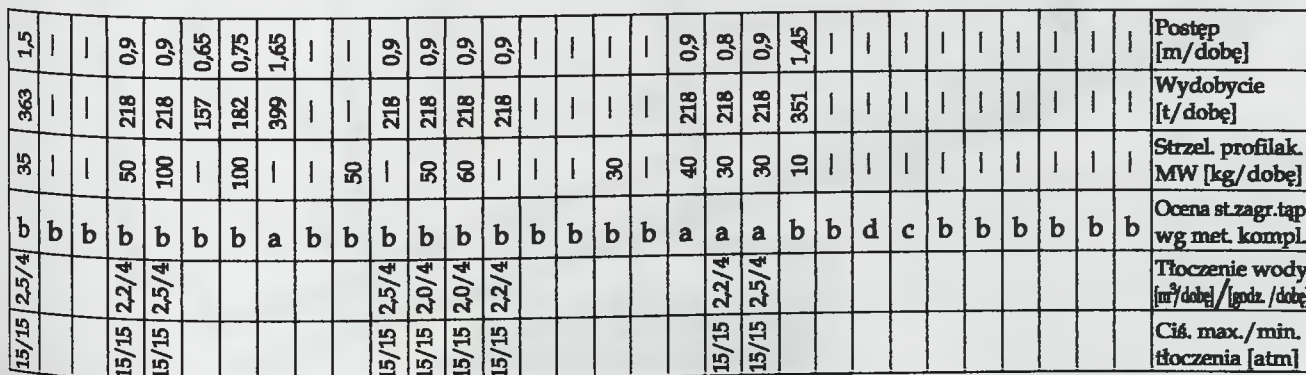
3.09.1997 r. po tąpnięciu przeprowadzono ponownie badanie górotworu w rejonie ściany metodą geotomograficzną [6]. Nie stwierdzono występowania stref, w których mierzone parametry są charakterystyczne dla wysokiego zagrożenia wstrząsami. Z analizy zmian zaistniałych na około 125-metrowym odcinku wybiegu 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 wybiegu około 50 m, nastąpiło zmienne obniżenie stanu intensywności. W rejonie nakładających się wpływów krawędzi pokładów 501 i 504 nastąpił natomiast wzrost intensywności naprężeń maksymalnie do wartości 1,36 przekraczając poziom intensywności średniej;
- 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 wzrost przy pochylni I zachodniej z wartości 2,9 do 3,0. Lokalne anomalie odpowiadające dużemu zagrożeniu sejsmicznemu położone były również w rejonie nakładających się wpływów północnej krawędzi resztki pokładu 504 i pokładu 501 oraz w rejonie resztki pokładu 416. Wydaje się, że w tym przypadku stosowano zbyt małe ilości MW do strzelań profilaktycznych, w szczególności na około dobę przed przedmiotowym tąpnięciem (10 kg?!). Skutkiem tego nieefektywnego strzelania mógł być wstrząs o $E = 4 \cdot 10^4$ J po czasie 40-minutowego koniecznego wyczekiwania, czyli po 50 minutach. Analizowane zdarzenie zlokalizowane zostało prawie w tym samym miejscu co wstrząs na ścianie 536a z dnia 25.02.1996 r. o $E = 2 \cdot 10^6$ J.

Stosowanie zbyt małej ilości MW do strzelań profilaktycznych jest nieskuteczne i niebezpieczne. Badania dowodzą, że jedną z przyczyn takiego stanu rzeczy był (jest) wynikający z silnej kumulacji naprężeń odspajający się ocios i przez to duża trudność (także zagrożenie dla realizujących te czynności ludzi) z wykonaniem otworów wiertniczych i ich załadowaniem odpowiednią ilością MW. Obowiązujący dopuszczalny zapis: „Roboty strzałowe zrealizować maksymalną możliwą w danych warunkach naprężeniowych ilością MW” był (jest) bardzo praktyczny i wygodny, ale jak wykazały obserwacje, często prowadził do nieskutecznych strzelań profilaktycznych.

Zagadnienie optymalnej ilości MW użytej do jednorazowego strzelania profilaktycznego jest rozpatrywane w dalszej części pracy.



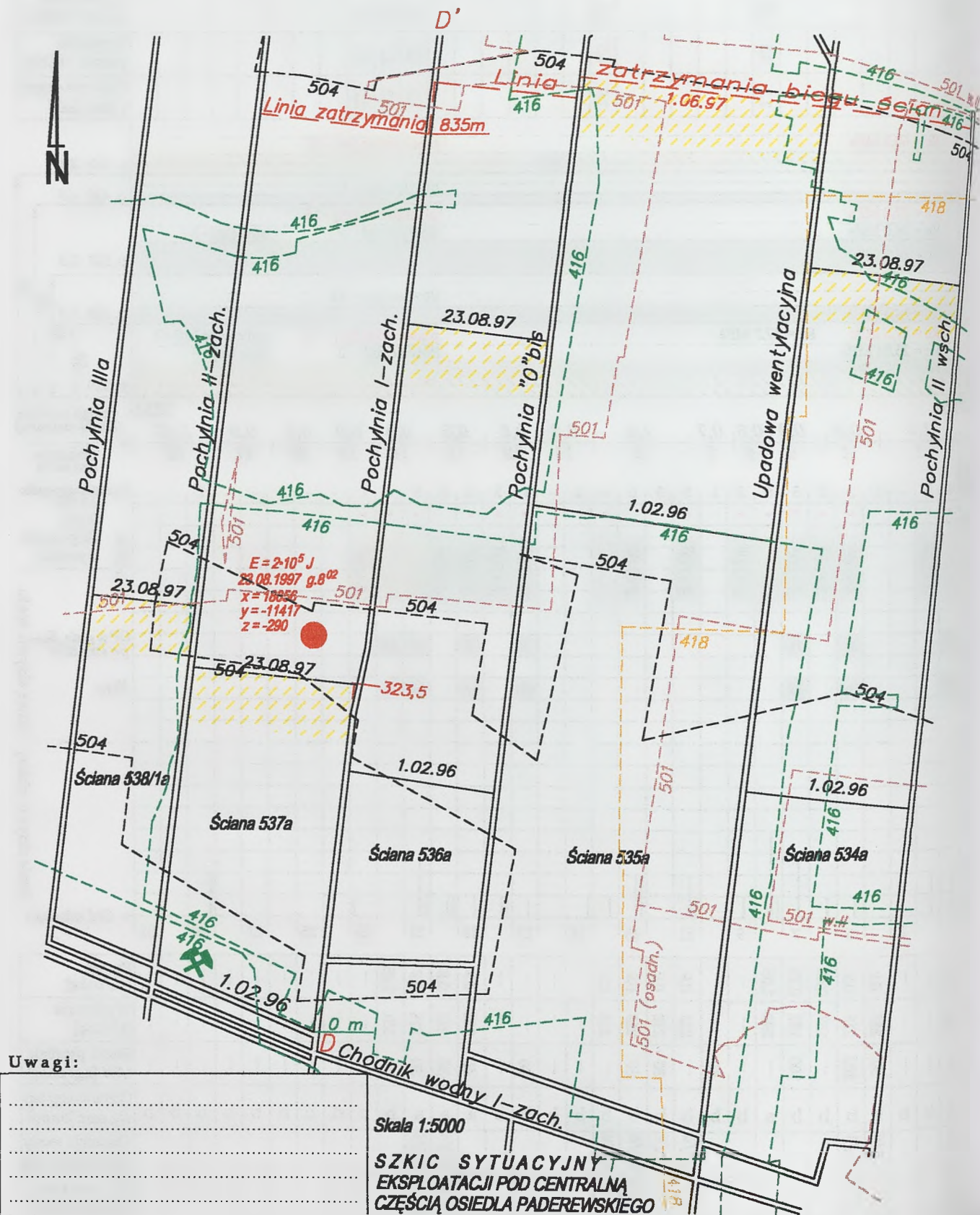
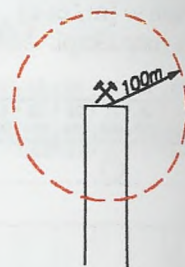
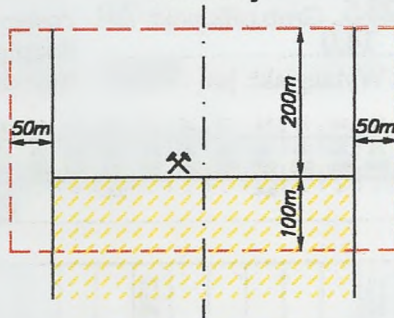
Objaśnienia dodatkowe :

- 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)

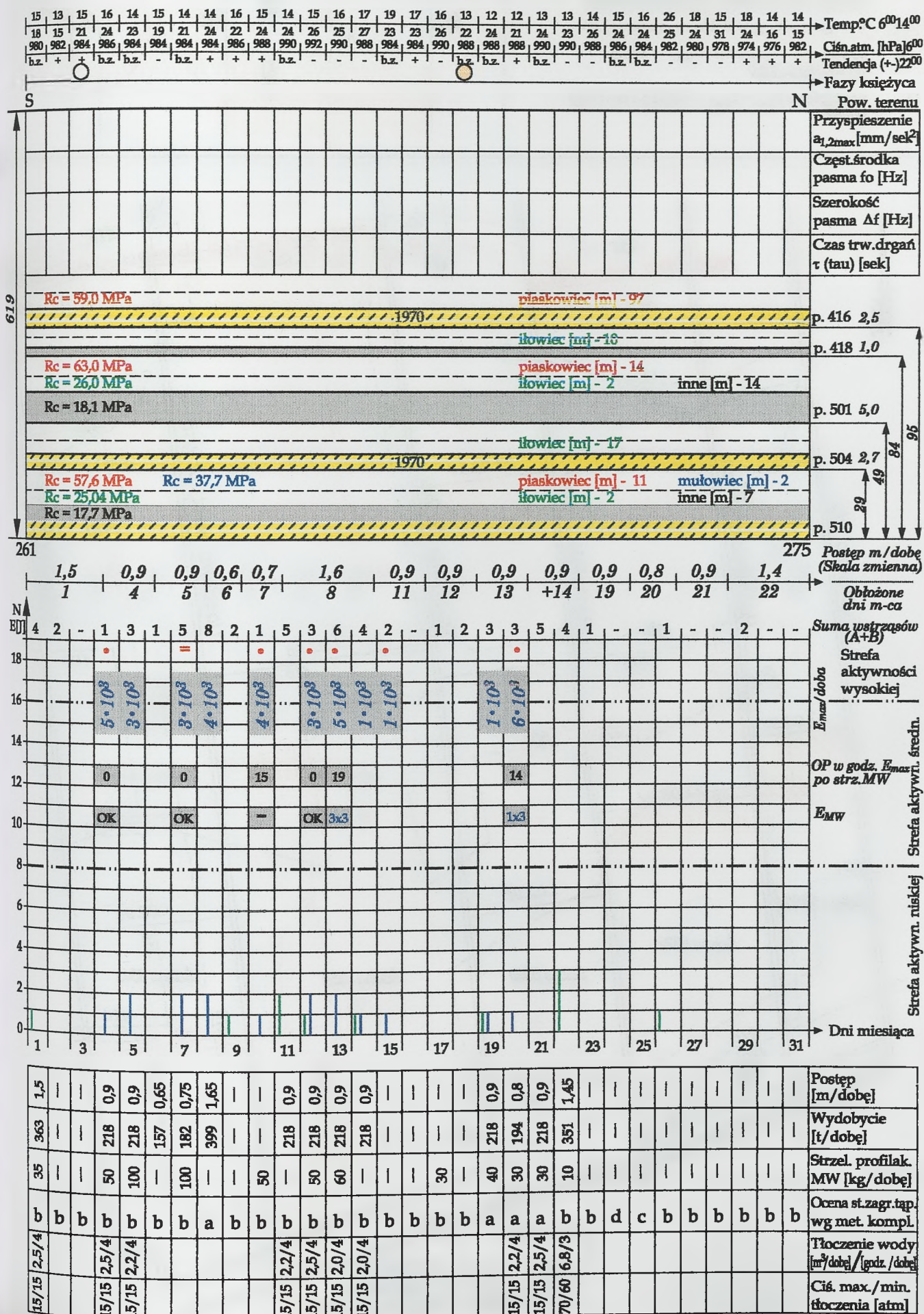
Kryterium lokalizacyjne kwalifikacji wstrząsów:

dla ściany

dla chodnika



POKLADOGRAM	1.19. seria B	Nazwa wyrobiska	ściana 537a
Sporządzony za miesiąc/rok	08.1997	Kierowanie stropem pods. Pokł.	510 Warstwa
Przekrój podłużny przez	pochylnie II-zach.	Parametry: Dł.	156 Wys.
Cechy [m] od	261 do	275 Grub.całk.pokł.	6.5 Zabiór
Wykon w [m/m-c]	14.0	Postęp [m/m-c](max/min)	30/10 [m/dobę](max)
Data rozp.ekspl.	1.02.96 Wybieg akt. [m]	515 Rozpiętość stropu [m]	8.2 Krok pods.(max.otw.stropu)[m]
		Inne dane	łoczenie wody: 27.4 m³/m-c, 39 godz./m-c



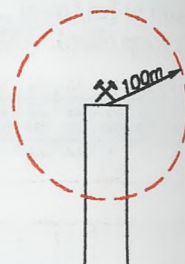
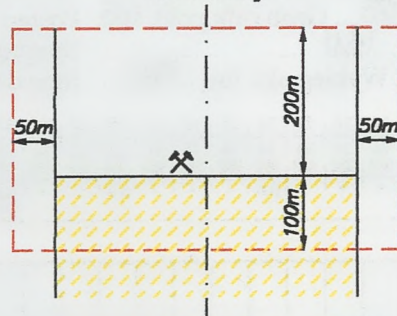
Objaśnienia dodatkowe :

- 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 $E_{\text{max}} = E_{\text{MW}}$ w dobie po raz drugi ... (kolejny)

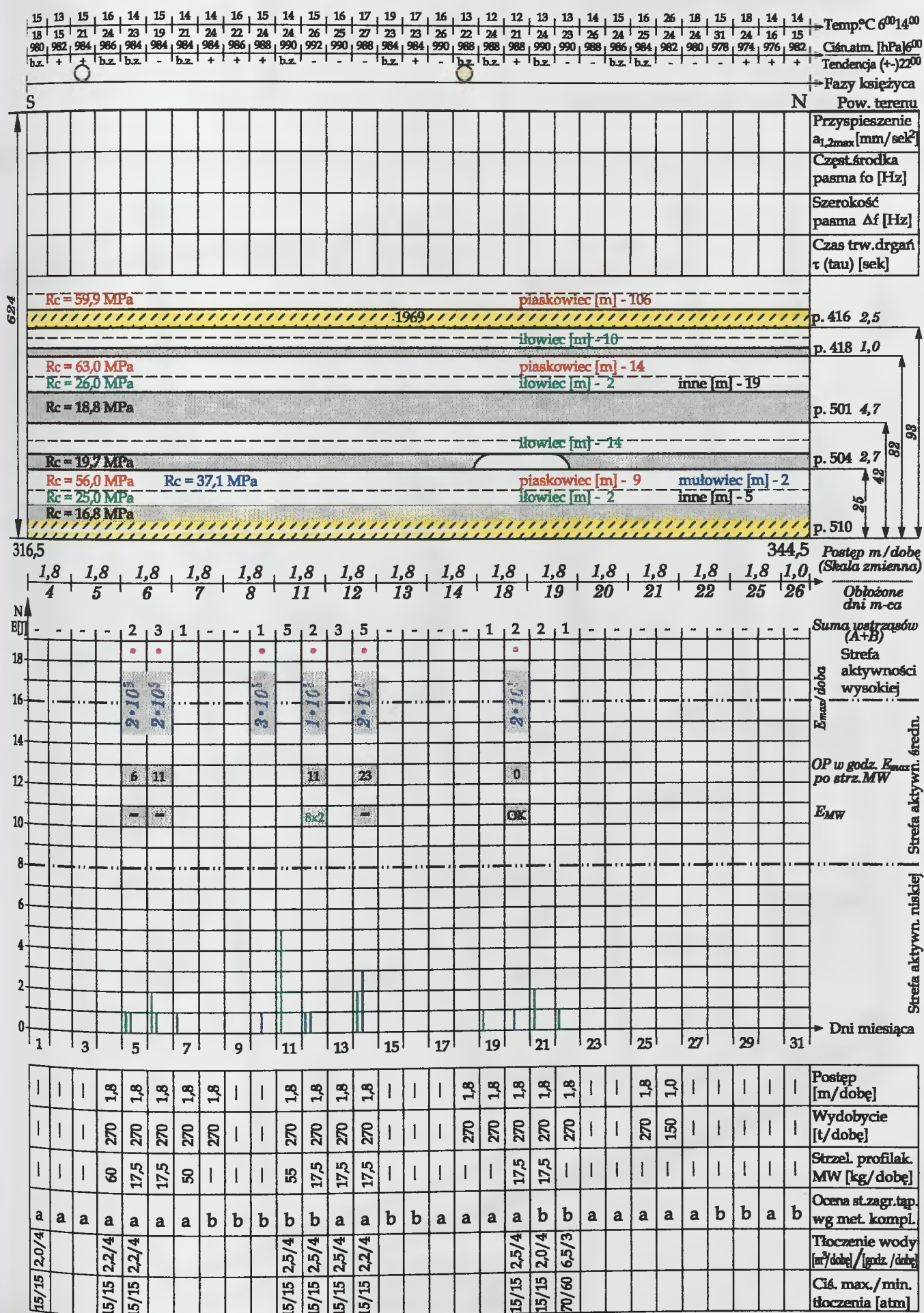
Kryterium lokalizacyjne kwalifikacji wstrząsów:

dla ściany

dla chodnika



POKLADOGRAM 1.18. seria A		Nazwa wyrobiska		ściana 538/1a	
Sporządzony za miesiąc/rok		Kierowanie stropem pods.		Pokł. 510 Warstwa I	
Przekrój podłużny przez		Parametry: Dł.		Wys. 2,3 Zabiór 0,6	
Cechy[m] od 316,5 do 344,5		Postęp [m/m-c](max/min)		30/10 [m/dobę](max.) 1,8	
Wykon w [m/m-c]		Rozpiętość stropu [m]		8,2 Krok pods. (max. otw. stropu) [m] 1,8	
Data rozp. ekspl. 1.03.96		Inne dane		tlóczenie wody: 27,1 m³/m-c, 39 godz./m-c	
Wybieg akt. [m] 1002,5					



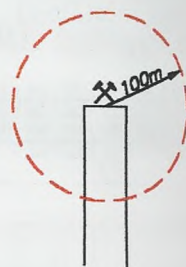
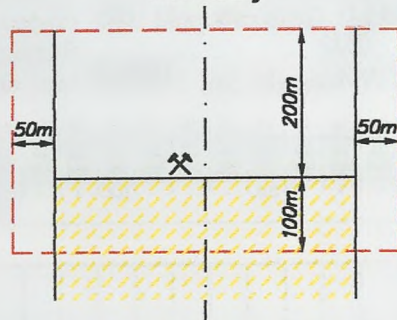
Objaśnienia dodatkowe :

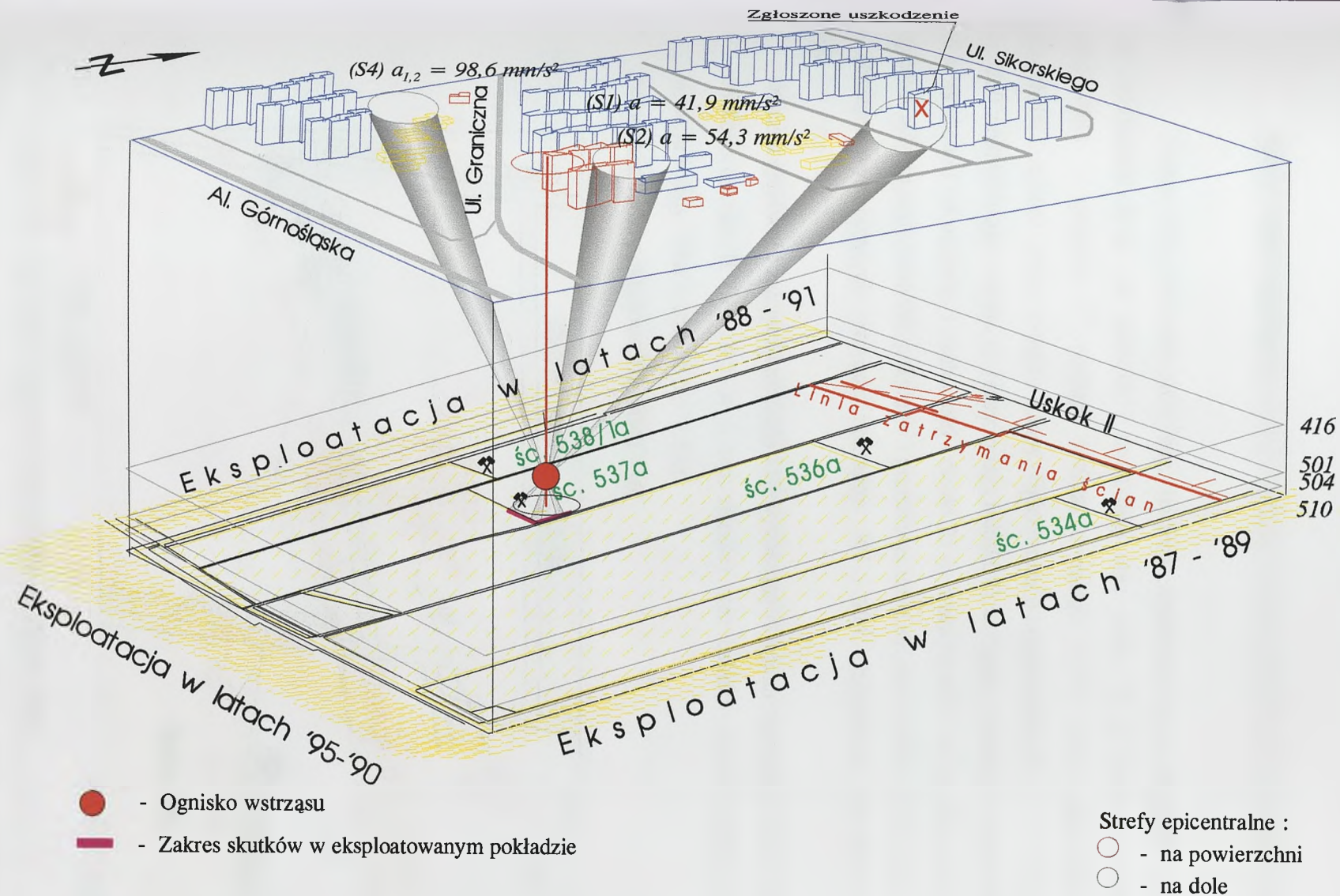
- wstrząs o maksymalnej energii zanotowany w danym dniu z obydwu pokładogramów (A i B)
- = w obydwu pokładogramach (A i B) zanotowano tego samego dnia wstrząsy o identycznej energii
- OK wystąpienie $E_{\max}$ w dobie ze strzelania MW
- OP opóźnienie w godzinach $E_{\max}$ w dobie po strzelaniu MW
-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

Kryterium lokalizacyjne kwalifikacji wstrząsów:

dla ściany

dla chodnika





Rys.6.9. Schematyczny (prawdopodobny) kierunek emisji i oddziaływania części fali sejsmicznej wstrząsu :

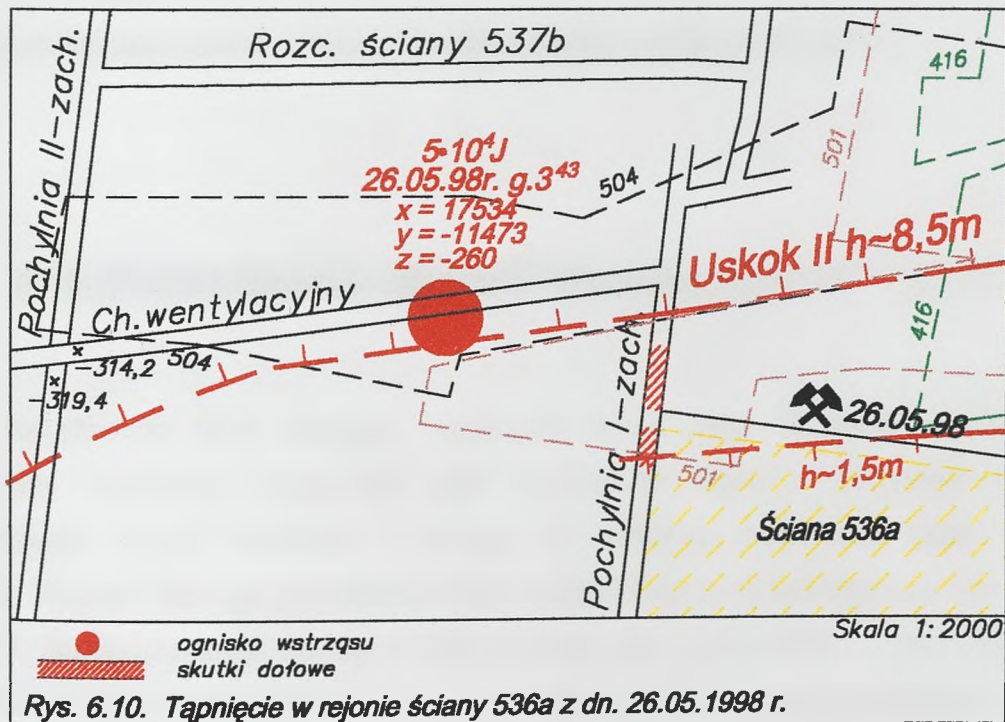
Ściana 537a, tąpnięcie o energii $E = 2 \cdot 10^5 \text{ J}$ z dnia 23.08.1997r. godz. 8⁰²
 $X = 18056 \text{ m}$, $Y = -11417 \text{ m}$, $Z = -290 \text{ m}$ ($H = 568 \text{ m}$)
 (S4) $a_{1,2} = 98,6 \text{ mm/sek}^2$, $f_0 = 8,1 \text{ Hz}$, $Df = 4,2 \text{ Hz}$, $t = 2,2 \text{ sek}$
 (stanowisko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

6.5. Ściana 536a pokład 510, warstwa przyspągowa, poziom 630 m (analizowana z uwagi na tąpnięcia drugi raz)

6.5.1. Opis tąpnięcia

Ściana 536a kończyła swój bieg. Jej front znajdował się w odległości około 20 m od linii zatrzymania licząc po pochylni I zachodniej oraz około 30 m licząc po pochylni „0”bis. 26.05.1998 r. o godzinie 3⁴³ wystąpił wstrząs o energii $5 \cdot 10^4 \text{ J}$, który spowodował tąpnięcie na pochylni I zachód, przed frontem ściany. Epicentrum o współrzędnych: $x = 17534$, $y = -11473$, $z = -260$ zlokalizowane zostało 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. 6.10). Przyczyną tąpnięcia było prawdopodobnie pęknięcie i przemieszczenie się skał wzdłuż płaszczyzny uskokowej w obszarze występujących krawędzi pokładów 501 i 504. Czynnikiem sprzyjającymi tąpnięciu były:

- znaczna głębokość zalegania pokładu 510 wynosząca w rejonie tąpnięcia około 578 m,
- bliskość uskoku II ($h \approx 8,5 \text{ m}$ w tym rejonie) oraz uskoku towarzyszącego uskokowi II w czole ściany 536a o zrzucie $h \approx 1,5 \text{ m}$,
- zespół krawędzi pokładów 501, 504 i 416.



W zasięgu skutków znalazło się 3 pracowników, którzy ulegli wypadkom lekkim. Zarejestrowane przyspieszenie max. na powierzchni wyniosło $a_{1,2} = 28,8 \text{ mm/s}^2$.

Skutki tąpnięcia wystąpiły na pochylni I zachodniej i polegały na:

- wypiętrzeniu spagu do około 0,5 m na odcinku 17 m przed i 10 m za frontem ściany,
- zsuwy zamków obudowy od 0,1 do 0,53 m na wymienionym odcinku, przed i za frontem ściany,
- deformacje łuków stropnicowych na odcinku 18 m przed i 10 m za frontem ściany,
- opad węgla ze stropu i ociosu na odcinku około 10 m przed frontem ściany.

6.5.2. Stosowana profilaktyka przed tąpnięciem

Profilaktyka aktywna

- Nawadnianie calizny długimi otworami przed frontem ściany.
- Strzelania wstrząsowo-odprężające na całej długości ściany otworami o długości do 10 m, co 4,8 m (tj. co dwa cykle podsadzkowe). W badanym okresie wykonano 1 strzelanie wstrząsowo-odprężająco-urabiające o łącznym ładunku 84 kg MW, które spowodowało wstrząs o energii $4 \cdot 10^3$ J.

Profilaktyka techniczno-technologiczna i organizacyjna jak w rozdz. 6.3.2. (s. 96).

6.5.3. Warunki prowadzenia ściany 536a po tąpnięciu

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. Warunki dalszego prowadzenia frontu przedstawiono w Załączniku nr 3 w przedziale czasowym J. Zamieszczono go również w tym rozdziale, jako przykładowy, a jednocześnie ostatni z dziesięciu opracowanych przez autora przedziałów czasowych charakteryzujących przebieg eksploatacji w modelu.

Przedział czasowy J – okres trwania od 16.05. do 31.07.1998 r.

Po wejściu frontu ściany 537a pod wybrane już pole pokładu 504, które w zasadzie neutralizowało resztki i krawędzie pokładów 416 i 501, Kopalnia rozpoczęła realizację III etapu przyjętego projektu eksploatacji po wstrząsie z dnia 23.08.1997 r. Warunki górnicze w tym etapie zgodnie z przewidywaniami zdecydowanie się poprawiły.

Ustosunkowując się do tych korzystnych uwarunkowań, 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, 26.05.1998 r. w rejonie ściany 536a, w trakcie przechodzenia przez uskok o zrzucie około 1,5 m, towarzyszący uskokowi II i zbliżania się do linii zatrzymania miało miejsce tąpnięcie o energii $E = 5 \cdot 10^4 \text{ J}$. 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.

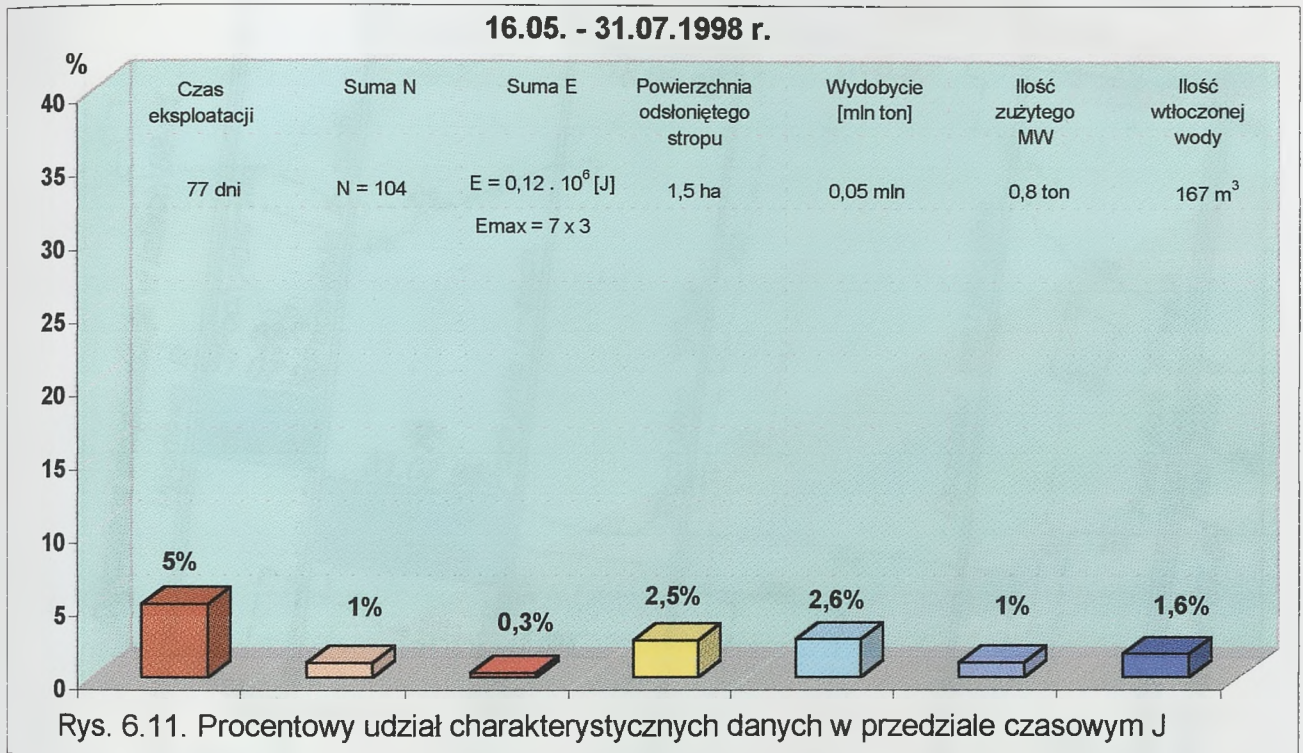
Do czasu uzyskania zezwolenia OUG, tj. do 31.07.1998 r., Kopalnia prowadziła ruch ścianami 537a i 538/1a, jak w etapie II, tj.:

- Ściany 537a i 538/1a:

– wysokość wybierania [m]	2,3
– krok podsadzki [m]	1,8
– max. postęp dobowy [m]	1,8
– max. postęp miesięczny [m]	30,0
- Na jednej zmianie do wydobywania mogła być tylko obłożona jedna ze ścian: 537a lub 538/1a.
- Po wstrząsie ściana 536a została zatrzymana, a z uwagi na zagrożenie pożarowe obkładana była tylko dla „odświeżenia” frontu. W ten sposób ściana wykonała około 12 m postępu, osiągając tym sposobem nowo wyznaczoną linię zatrzymania.

Dla przypomnienia, 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 4 lata analizy w wybranym modelu pod centralną częścią Osiedla Paderewskiego.

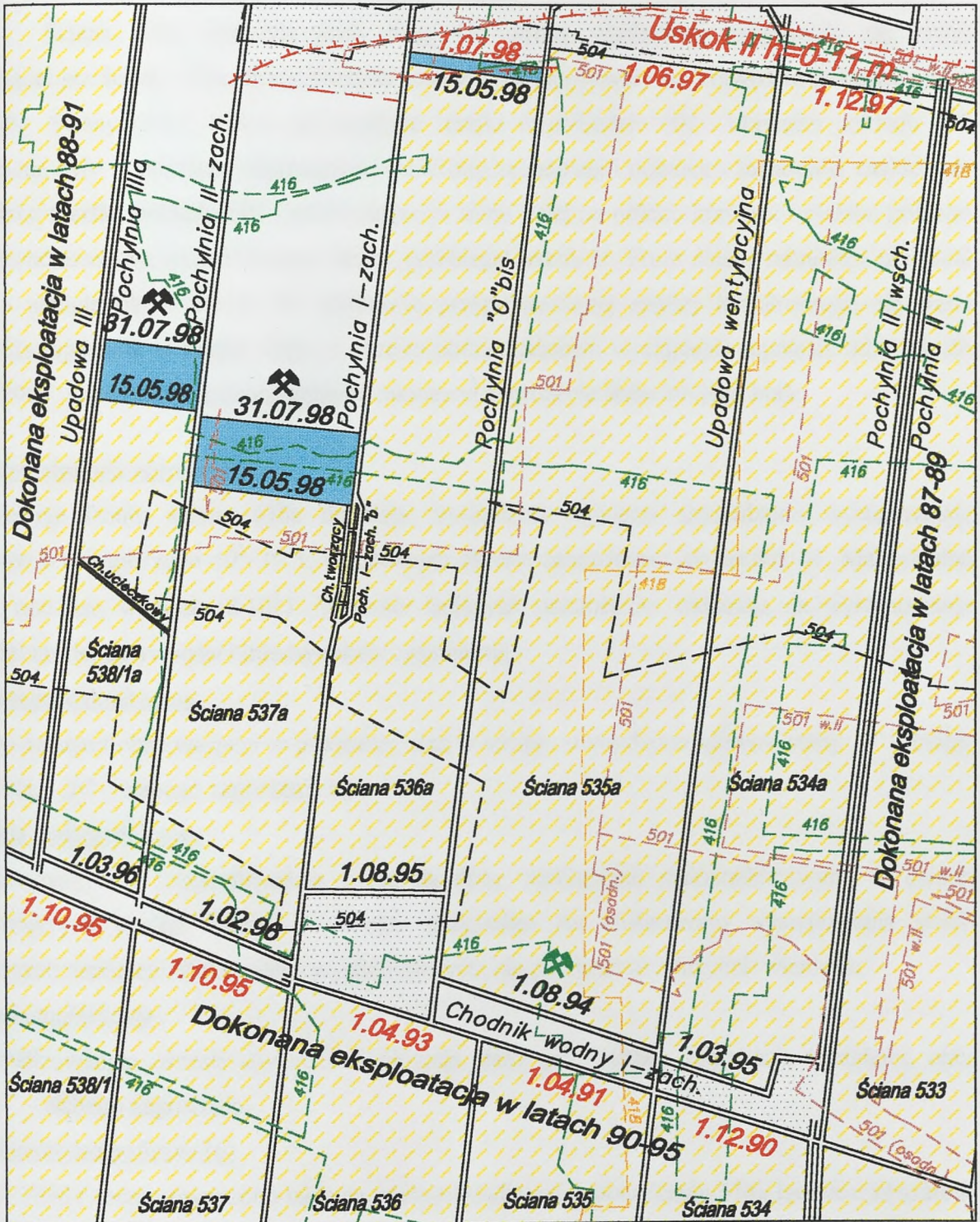


Po decyzji OUG podjętej na podstawie pozytywnych opinii połączonych Komisji, z dniem 1.08.1998 r. Kopalnia mogła prowadzić front na niżej wymienionych warunkach ustalonych dla etapu IV, który obejmuje okres eksploatacji ścian 538/1a i 537a pomiędzy resztką w pokładzie 416 a linią zatrzymania ściany 537a (przed uskokiem II) :

- Ściany 537a i 538/1a:
 - max. wysokość wybierania [m] 2,5
 - max. krok podsadzki [m] 2,4
 - max. dobowy postęp [m/dobę] 2,4
 - max. miesięczny postęp [m/m-c] 36,0
 - 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 pomiędzy frontami ścian 538/1a – 537a odległość powyżej 60 m.

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



Skala 1:6000

- Przedział czasowy "J" (16.05.-31.07.98)
- wyeksploatowane partie pokładu
- pozostawione resztki pokładu

Rys. 6.12. Stan frontu na dzień 31.07.1998 r.

6.5.4. Analiza zdarzenia

Ściana 536a kończyła swój bieg. 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 prowadzone były w obszarze odprężonym. Od strony zachodniej i północno-zachodniej znajdowała się znaczna resztką pokładu 501 i pokrywająca ją nieco dalej na północ krawędź i resztką pokładu 504. Równoleżnikowo przed frontem ściany przebiegał uskoki II. Front ściany natomiast przecinał uskoki o rzucie około 1,5 m. Na podstawie przeprowadzonej analizy kształtowania się stanu zagrożenia tąpnięciami w ścianie 536a w okresie poprzedzającym wystąpienie tąpnięcia od 1.05. do 25.05.1998 r. stwierdzono poszczególnymi metodami zagrożenie słabe lub jego brak.

Metoda sejsmologii górniczej

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

Metoda sejsmoakustyczna

Prowadzonymi obserwacjami w pokładzie oraz w stropie stwierdzono głównie stany „a” – braku zagrożenia, i „b” – słabego zagrożenia tąpnięciami.

Wiercenia małosrednicowe

Wykonywanymi z częstotliwością 1 raz na dobę wierceniami małosrednicowymi w dniach poprzedzających postęp ściany, w żadnym przypadku nie stwierdzono występowania strefy wzmożonych naprężeń. Maksymalny wychód zwiercin nie przekraczał 3 litry/mb wiercenia.

Metoda kompleksowa

W analizowanym okresie stwierdzono głównie stany „a” – braku zagrożenia tąpnięciami, oraz stany „b” – słabego zagrożenia.

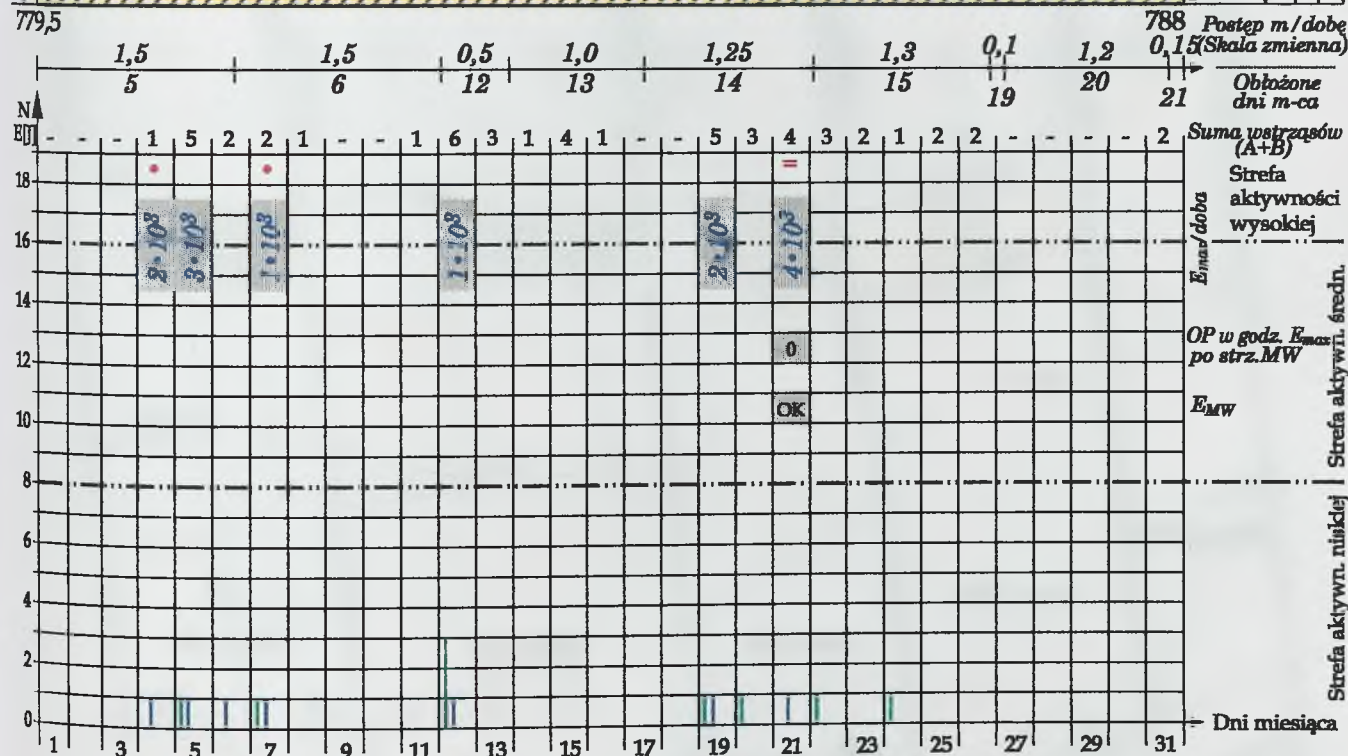
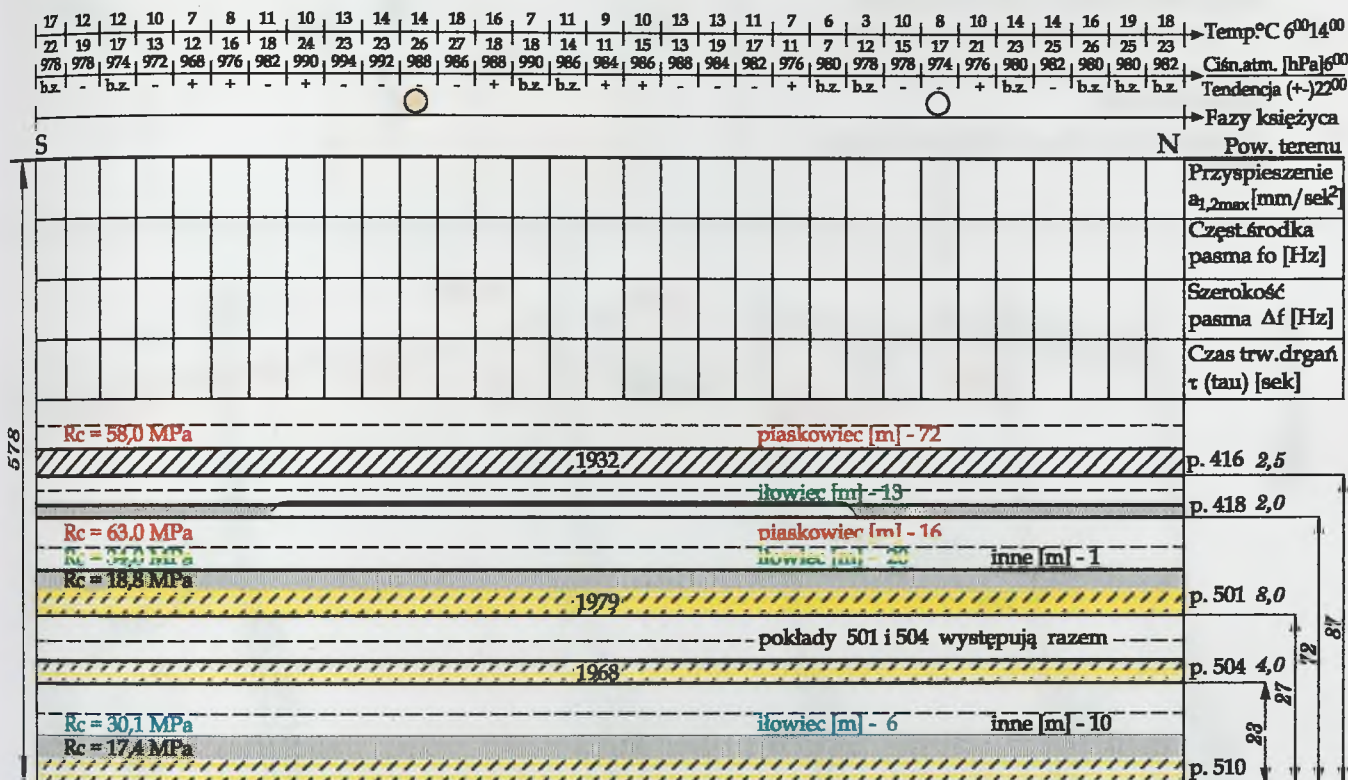
Metoda geotomograficzna [6]

26.01.1998 r. przeprowadzono badania geotomograficzne w polu ściany 536a łącznie z obszarem resztki R.III. Po wstrząsie z dnia 25.02.1996 r. badania geotomograficzne wykonywano co 100 m postępu ściany. Wykonane pomiary wykazały istnienie rozproszonych na całym badanym obszarze stref anomalnych. 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 pola ściany 536a.

- Rozkład anomalii i naprężeń w pokładzie wykazywał niewielką zmienność anomalii pola naprężeń wahającego się w interwałach wartości 1,00–1,26, obejmującym zakres odpowiadający na przeważającej części badanego obszaru słabym koncentracjom naprężeń w pokładzie. Strefy, w których anomalie naprężeń w pokładzie osiągają maksymalne wartości charakterystyczne dla klasy anomalii średnich występowały lokalnie, w rejonie krawędzi eksploatacji w pokładzie 416 oraz przy nieczynnym froncie ściany 535a.
- Rozkład anomalii i 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 poziom intensywności osiągał klasę wartości wysokich kształtował się przed frontem ściany 536a oraz wzdłuż pochylni „0”bis, gdzie obecność wysokich intensywności anomalii naprężeń odtwarza wpływ zrobów i frontu nieczynnej sąsiedniej ściany 535a.
- Rozkład stopnia zagrożenia sejsmicznego. Przeważająca część badanego obszaru była w stopniu pośrednim między słabym i średnim, zbliżonym do słabego. Zaznaczały się strefy, w których badane parametry zbliżały się do poziomu zagrożenia średniego 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 zagrożenia wstrząsami.

Do dnia tapnięcia w ścianie wykonano w maju 4 metry postępu. Była ona obkładana nieregularnie. W dobie nie wykonywano „cyklu” podsadzkowego, przede wszystkim ze względu na występujący w niej uskok ($h =$ około 1,5 m), który powodował znaczne utrudnienia. Co 4,8 m stosowano strzelania odpężająco-urabiające. Ostatnie, przed zdarzeniem wykonano 21.05.1998 r. Kumulująca się energia sejsmiczna, częściowo tylko rozładowywana wolnym ruchem ściany i strzelaniem MW, wyemitowana została w czwartym dniu postoju, co świadczyło o wzrastającym zagrożeniu.

Analizując postęp ściany z punktu widzenia zagrożenia tapaniami należy stwierdzić, że sytuacja przestrzenna nie w pełni uzasadniała takie jej prowadzenie. Ścianę należało zakończyć w jak najkrótszym czasie, stosując niezależnie od oceny zagrożenia metodą kompleksową maksymalną, możliwą w istniejących warunkach (około 100 kg) do załadowania co cykl podsadzkowy ilość MW (zarówno do urabiania kamienia, jak i do profilaktyki).

[illegible]

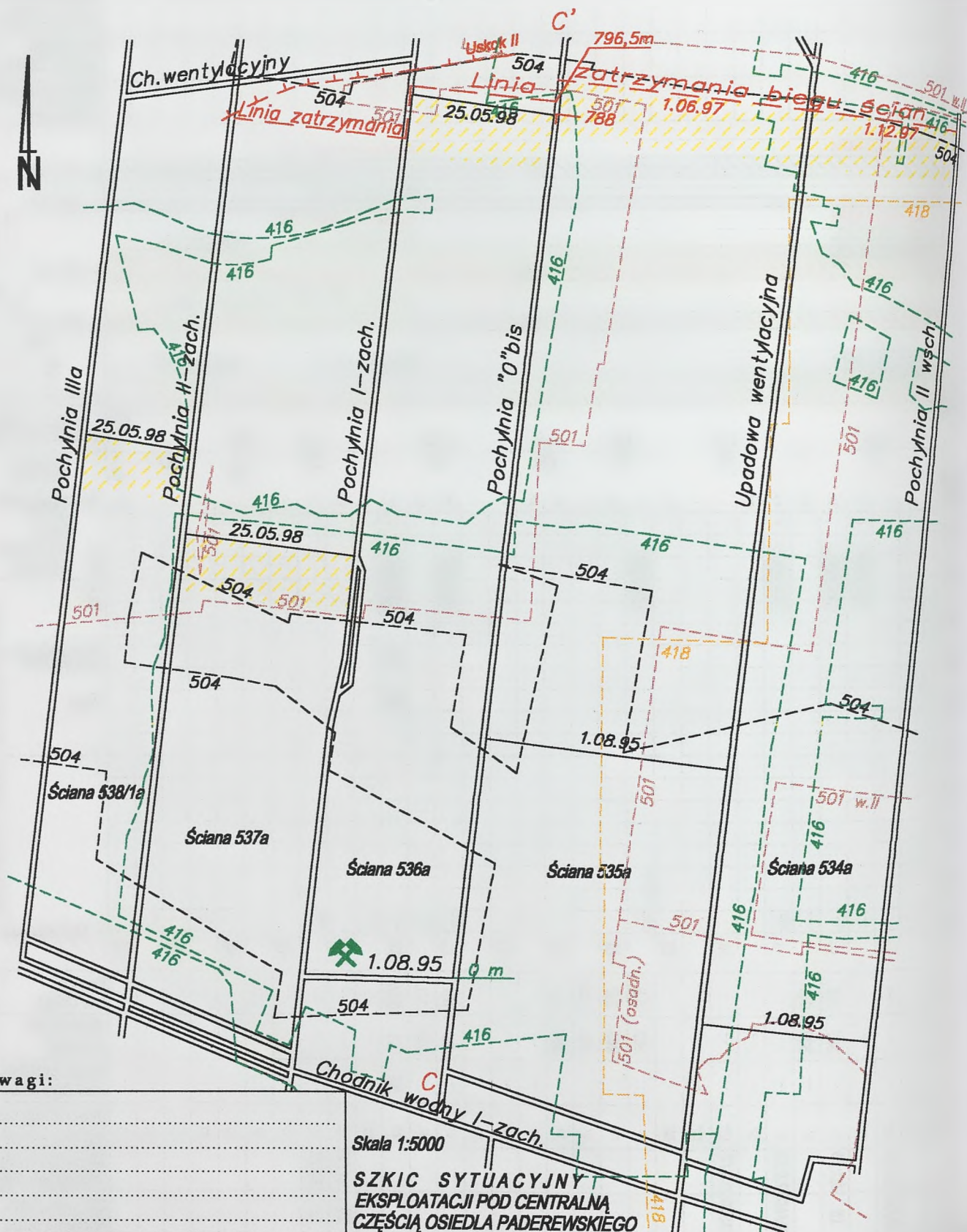
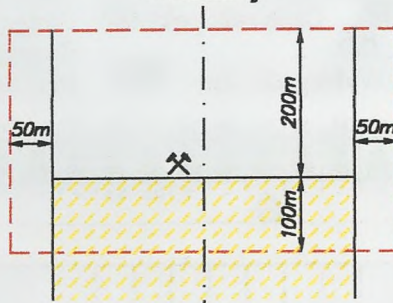
Objaśnienia dodatkowe :

- 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
- II... wystąpienie $E_{max} = E_{MW}$ w dobie po raz drugi ... (kolejny)

Kryterium lokalizacyjne kwalifikacji wstrząsów:

dla ściany

dla chodnika



Uwagi:

Skala 1:5000

SZKIC SYTUACYJNY
EKSPLOATACJI POD CENTRALNĄ
CZĘŚCIĄ OSIEDLA PADEREWSKIEGO

Nazwa wyrobiskaściana 536a

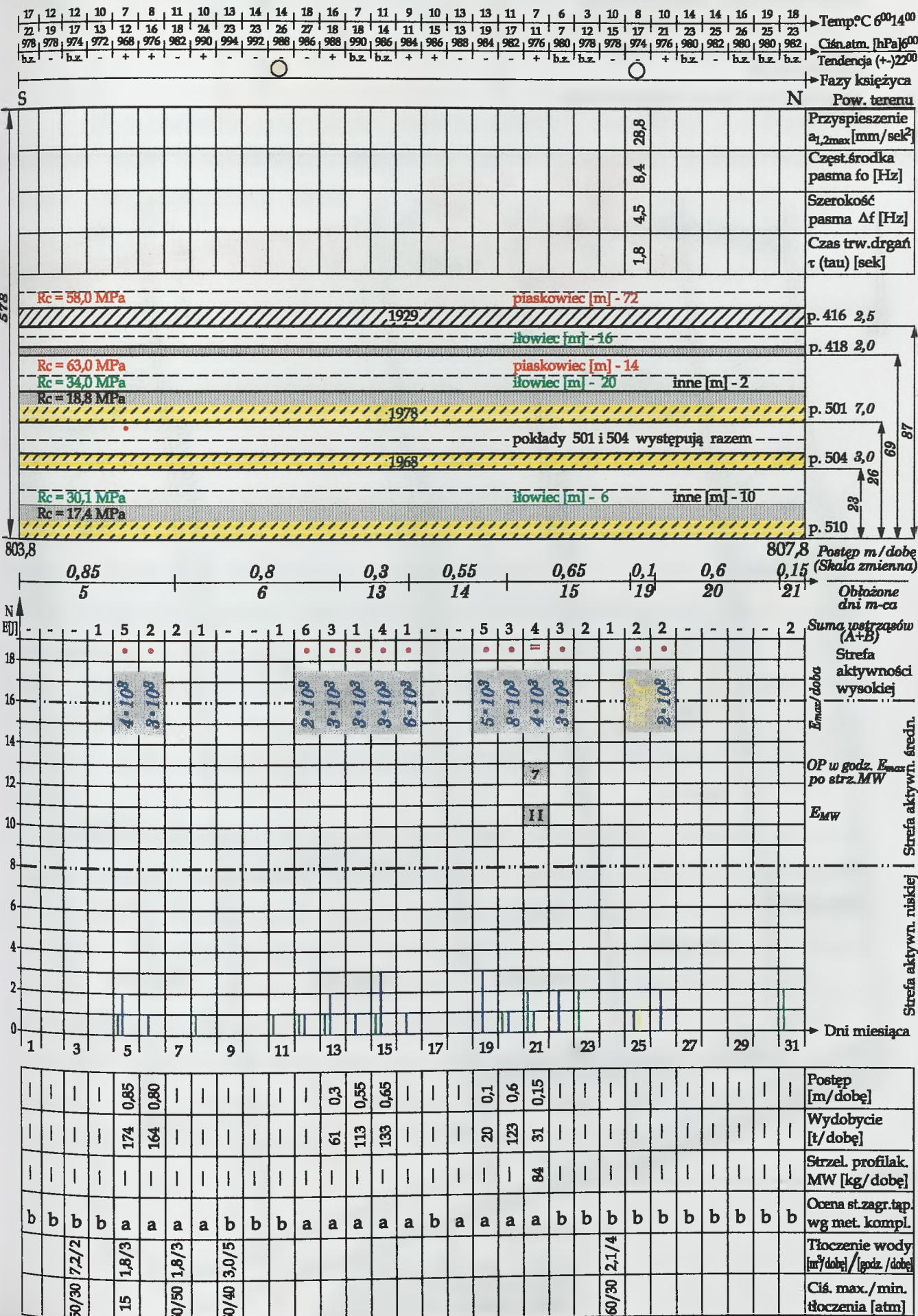
Kierowanie stropem pods. Pokł. 510 Warstwa I

Parametry: Dł. 132 Wys. 2,3 Zabiór 0,6

Postęp [m/m-c](max/min).....30/10..... [m/dobel](max)2,4.....

Rozpiętość stropu [m].....8,8 Krok pods. (max.otw.stropu) [m].....2,4

Inne dane tłoczenie wody: 15,9 m³/m-c, 17 godz./m-c



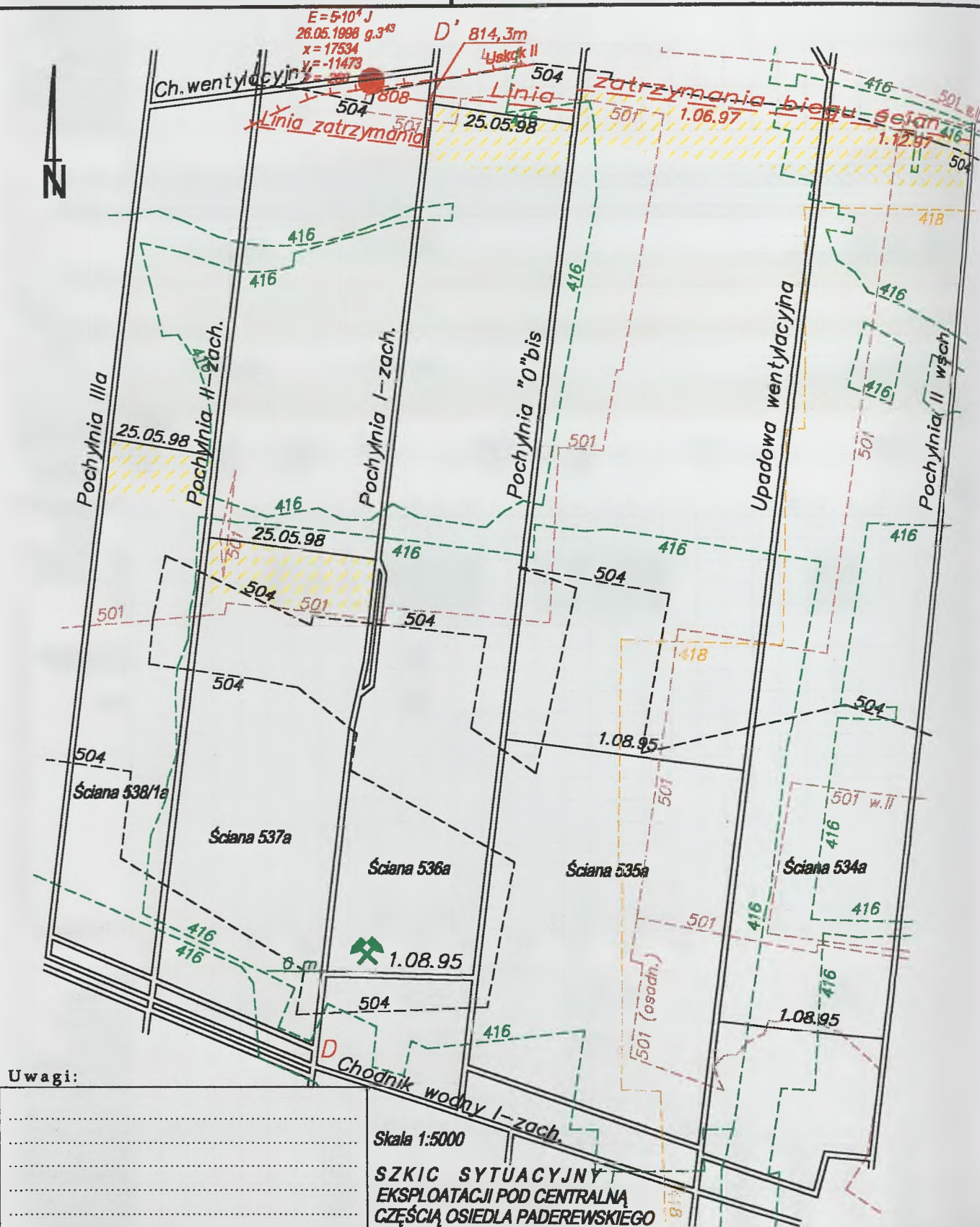
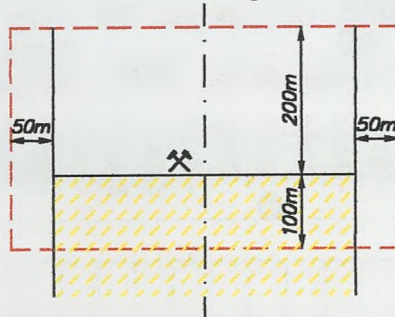
Objaśnienia dodatkowe :

- 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:

dla ściany

dla chodnika



7. Analiza skuteczności zastosowanej profilaktyki górniczej

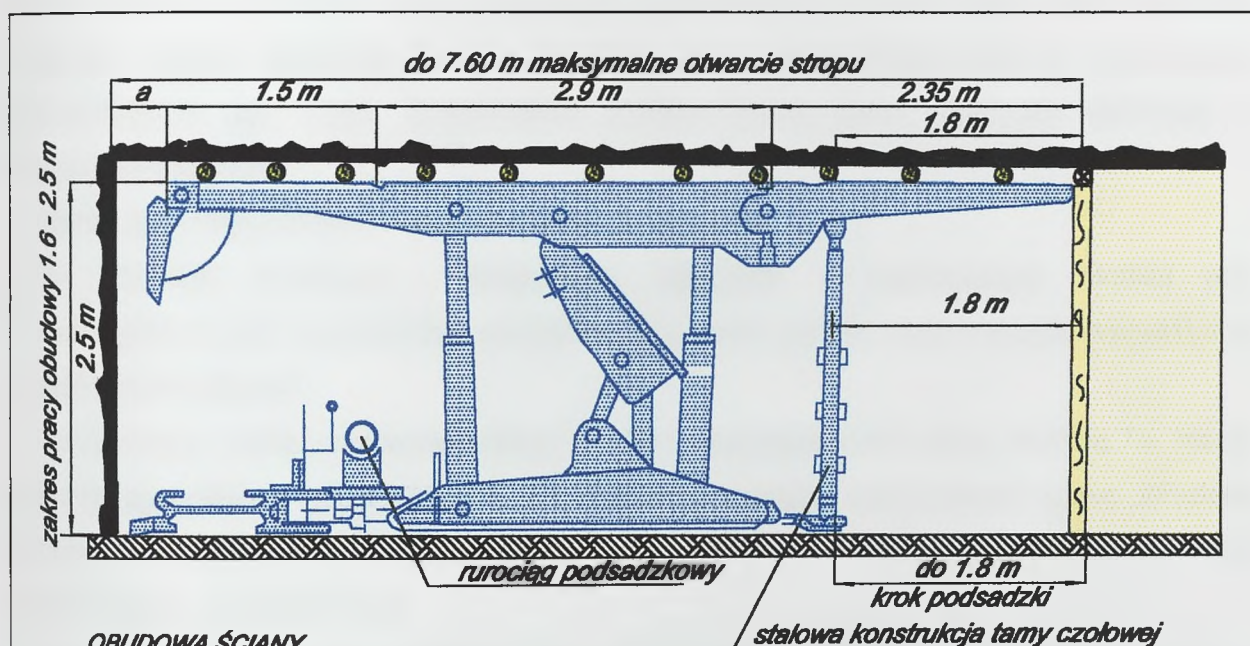
W przyjętym do analizy modelu elementy profilaktyki długofalowej w podstawowych założeniach zostały zaprojektowane i zrealizowane tak, że powinny były zapewnić bezpieczne wybranie złoża z minimalizacją skutków w wyrobiskach górniczych i na powierzchni. Mające miejsce korekty w trakcie działalności górniczej ich nie podważyły, stanowiły natomiast dowód elastycznego zarządzania tą złożoną eksploatacją. Szereg działań w tym zakresie przeprowadzono poza Kopalnią (Komisja ds. Tępań ..., Komisja ds. Ochrony Powierzchni ..., Państwowy Nadzór Górniczy), co świadczyło o spójnej instytucjonalnej odpowiedzialności, ale również o złożoności problemów wynikających z prowadzonego wybierania węgla pod wielkomiejską zabudową.

Analiza wykonana przez autora nie wykazała przyczyn korekt w profilaktyce długofalowej (poza przypadkiem przeanalizowanym w rozdz. 6.1.), dlatego ich genezy poszukuje się w działaniach doraźnych, a konkretnie w skuteczności stosowanej profilaktyki aktywnej. Nie ulega wątpliwości, że o wiele większy komfort prowadzenia frontu umożliwiłoby wyposażenie wszystkich ścian modelu w obudowę zmechanizowaną, klasy „Glinik-Katowice” – 16/26Pp, zastosowaną na najbardziej zagrożonej tapaniami ścianie 535a (rys. 7.1). Jednak z jednej strony koszty, z drugiej ocena lokalnego zagrożenia tapaniami spowodowały zróżnicowanie w doborze obudów. Nie ulega również wątpliwości, że podniesienie wytrzymałości obudowy chodnikowej stanowi jeden z warunków zmniejszenia zagrożenia tapaniami. Zastosowane na szeroką skalę obudowy „podwójne”, a także zaproponowane rozwiązanie (Załącznik nr 3, rys. 19), wychodziło tej potrzebie naprzeciw.

Z przeprowadzonej analizy charakterystycznych pięciu zdarzeń (rozdz. 6) wynika, jak bardzo ważnym czynnikiem, warunkującym skuteczność działań – zgodnie z wypracowanymi założeniami, jest ich dokładne i racjonalne przetransformowanie do praktyki ruchowej. Stąd tak akcentowane zarządzanie – wyrażające kompleksowy monitoring, planowanie, organizację, kontrolę i nadzór, trafną decyzję, motywowanie oraz szybką i rzetelną informację – stanowi podstawę bezpiecznej i w ramach projektowych ustaleń efektywnej eksploatacji [34, 74].

W tej części pracy analizowany będzie cały obszar stosowania profilaktyki aktywnej w ujęciu czasowym oraz ilościowym, w kontekście aktywności i intensywności sejsmicznej z uwzględnieniem zmienności przesuwającego się frontu eksploatacyjnego.

Dane liczbowe uzyskano w Dziale Mierniczym i Stacji Tapań Kopalni. Ich zapisanie na opracowanych przez autora Pokładogramach i tabelach, a następnie sporządzenie z wykorzystaniem techniki komputerowej modeli graficznych umożliwiło i ułatwiło zamierzoną analizę. Potrzebne do niej dane były dwukrotnie sprawdzane przy ich zbieraniu dla charakterystyki ścian i przedziałów czasowych (Załącznik nr 3). Aktywność i intensywność sejsmiczna zostały natomiast sprawdzone trzeci raz, przy zapisie i analizie danych według lat (Załącznik nr 4).



OBUDOWA ŚCIANY

Ściana 535a wyposażona była w 110 sekcji obudowy zmechanizowanej "GLINIK-KATOWICE-16/26 Pp"

CHARAKTERYSTYKA TECHNICZNA:

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°
Ilość podpór	- 4 szt.
Podpomość podpory przedniej : wstępna	- 1039 kN
robocza	- 1300 kN
Podpomość podpory tylniej : 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

7.1. Aktywność i intensywność energii sejsmicznej z dni obłożonych, postojowych i strzelań profilaktycznych

Analizując zagadnienie aktywności i intensywności sejsmicznej w rozdzieleniu na dni obłożone, postojowe oraz strzelań profilaktycznych miano przede wszystkim na uwadze zbadanie zależności pomiędzy 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 ludzi (remonty) niż w czasie zmiany roboczej, spowodowała uszczegółowienie tego tematu. Równocześnie poddano analizie efekty odprężenia wynikające ze strzelań profilaktycznych.

Analizowany tutaj problem można przedstawić następująco.

Czy uzyskana aktywność i intensywność sejsmiczna w analizowanym modelu oraz w poszczególnych jego ścianach były optymalne, czy można ją było obniżyć przede wszystkim na korzyść bezpieczeństwa?

Dla dokonania analizy opracowano tabele 7.1–7.5 i wynikającą z nich tabelę zbiorczą 7.6. Na ich podstawie sporządzono rysunki 7.2, 7.3, 7.4. Analizując strzelania wprowadzono nazwę „strzelanie profilaktyczne całkowite”, zdefiniowano je jako wszystkie strzelania profilaktyczne, które przeprowadzono na danej ścianie.

Wybrany do analizy model składający się z pięciu ściśle powiązanych z sobą ścian istniał od 1.08.1994 r. do 31.07.1998 r., to jest 1461 dni (w tym 4901 ścianodni - suma żywotności poszczególnych ścian w analizowanym czasie). 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.

**Aktywność i intensywność energii sejsmicznej z dni obłożonych, postojowych
i strzelań profilaktycznych całkowitych w ścianie 535a**

Tab. 7.1

Wyszczególnienie	Żywotność ściany 535a: 01.08.94 – 31.05.97 - 1035 dni																															Σ wyd. węgla [m³]	
	z dni obłożonych (samoistne)										z dni postojowych (samoistne)										ze strzelań profilaktycznych (całkowitych) *										ΣN		ΣE[J]
	Σdni	10²	10³	10⁴	10⁵	10⁶	10⁷	ΣN	ΣE[J]	Σdni	10²	10³	10⁴	10⁵	10⁶	10⁷	ΣN	ΣE[J]	10²	10³	10⁴	10⁵	10⁶	10⁷	ΣN	ΣE[J]	Σstrz	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	658	1610	1974	154	3	1		3742		377	225	193	24	1			443		16	85	7	2			110		101	10949	4295				
ΣE[J] w klasach		1,1 x 6	4,96 x 6	3,6 x 6	1,3 x 6	3 x 6			13,96·10⁶		0,13 x 6	0,49 x 6	0,53 x 6	0,7 x 6				1,85·10⁶	0,01 x 6	0,49 x 6	0,16 x 6	0,8 x 6				1,46·10⁶				17,27·10⁶			
E _{max} [J]		9 x 2	9 x 3	9 x 4	7 x 5	3 x 6					9 x 2	9 x 3	9 x 4	7 x 5					8 x 2	9 x 3	8 x 4	7 x 5											
Procentowy udział rozładowanej w danej klasie energetycznej energii		5,9	28,8	20,6	7,6	17,6			81		0,8	2,9	3,1	4,1				11	0,1	2,9	0,9	4,7				8,0				100%			
																															500735,0		

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

**Aktywność i intensywność energii sejsmicznej z dni obłożonych, postojowych
i strzelań profilaktycznych całkowitych w ścianie 534a**

Tab. 7.2

Wyszczególnienie	Żywotność ściany 534a: 01.03.95 – 30.11.97 - 1006 dni																															Σ wyd. węgla [m³]	
	z dni obłożonych (samoistne)										z dni postojowych (samoistne)										ze strzelań profilaktycznych (całkowitych) *										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]	10 ²	10 ³	10 ⁴	10 ⁵	10 ⁶	10 ⁷	ΣN	ΣE[J]	Σstrz	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	595	613	864	82	2			1561		411	87	95	4				186		10	111	11				132		128	7563	1897				
ΣE[J] w klasach		0,4 x 6	1,97 x 6	1,90 x 6	0,20 x 6				4,47·10 ⁶		0,05 x 6	0,20 x 6	0,13 x 6					0,38·10 ⁶	0,01 x 6	0,31 x 6	0,28 x 6					0,6·10 ⁶					5,45·10 ⁶		
E _{max} [J]		9 x 2	9 x 3	9 x 4	1 x 5						9 x 2	9 x 3	9 x 4						9 x 2	8 x 3	8 x 4												
Procentowy udział rozładowanej w danej klasie energetycznej energii		7,2	35,8	35,5	3,7				82		1,3	5,2	3,4				7,0		0,3	8,0	7,0					11,0					100%		
																															367752,0		

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

**Aktywność i intensywność energii sejsmicznej z dni obłożonych, postojowych
i strzelań profilaktycznych całkowitych w ścianie 536a**

Tab. 7.3

Wyszczególnienie	Żywotność ściany 536a: 01.08.95 – 30.06.98 - 1065 dni																															Σ wyd węgla [m³]
	z dni obłożonych (samoistne)									z dni postojowych (samoistne)									ze strzelań profilaktycznych (całkowitych) *										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]	10 ²	10 ³	10 ⁴	10 ⁵	10 ⁶	10 ⁷	ΣN	ΣE[J]	Σstrz	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	492	738	679	44				1461		573	122	145	12		1		280		28	121	6				155		123	8375	1896			
ΣE[J] w klasach		0,43 x 6	1,44 x 6	1,17 x 6					3,04·10 ⁶		0,07 x 6	0,41 x 6	0,27 x 6		2,00 x 6			2,75·10 ⁶	0,02 x 6	0,36 x 6	0,13 x 6					0,5·10 ⁶					6,29·10 ⁶	
E _{max} [J]		9 x 2	9 x 3	8 x 4							9 x 2	9 x 3	5 x 4		2 x 6				9 x 2	9 x 3	3 x 4											
Procentowy udział rozładowanej w danej klasie energetycznej energii		6,8	22,9	18,6					48,0		1,15	6,55	4,3		31,7			44,0	0,3	5,4	2,0					8,0				100%		
																															272398,0	

* Objaśnienia:

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

**Aktywność i intensywność energii sejsmicznej z dni obłożonych, postojowych
i strzelań profilaktycznych całkowitych w ścianie 537a**

Tab. 7.4

Wyszczególnienie	Żywotność ściany 537a: 01.02.96 – 31.07.98 - 912 dni																															Σ wyd węgla [m ³]
	z dni obłożonych (samoistne)									z dni postojowych (samoistne)									ze strzelań profilaktycznych (całkowitych) *										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]	10 ²	10 ³	10 ⁴	10 ⁵	10 ⁶	10 ⁷	ΣN	ΣE[J]	Σstrz	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	340	389	400	44				831		572	101	123	13	1			238		19	224					243		274	19905	1312		181923,0	
ΣE[J] w klasach		0,24 x 6	0,96 x 6	0,82 x 6					2,02 · 10 ⁶		0,06 x 6	0,34 x 6	0,42 x 6	0,02 x 6				1 · 10 ⁶	0,01 x 6	0,81 x 6	0,39 x 6					1,2·10 ⁶				4,22 · 10 ⁶		
E _{max} [J]		9 x 2	9 x 3	7 x 4							9 x 2	8 x 3	7 x 4	2 x 5					9 x 2	8 x 3	8 x 4											
Procentowy udział rozładowanej w danej klasie energetycznej energii		5,8	22,9	18,9					48,0		1,5	8,0	9,9	4,7				24,0	0,3	19,2	9,3					28,0				100%		

* Objaśnienia:

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

**Aktywność i intensywność energii sejsmicznej z dni obłożonych, postojowych
i strzelań profilaktycznych całkowitych w ścianie 538/1a**

Tab. 7.5

Wyszczególnienie	Żywotność ściany 538/1a: 01.03.96 – 31.07.98 - 883 dni																															Σ wyd. węgla [m³]
	z dni obłożonych (samoistne)									z dni postojowych (samoistne)									ze strzelań profilaktycznych (całkowitych) *										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]	10 ²	10 ³	10 ⁴	10 ⁵	10 ⁶	10 ⁷	ΣN	ΣE[J]	Σstrz	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		582	67	61	3				131		16	141	6				163		226	8133	960			
ΣE[J] w klasach		0,26 x 6	0,76 x 6	0,17 x 6					1,19 · 10 ⁶		0,04 x 6	0,16 x 6	0,05 x 6					0,25 · 10 ⁶	0,01 x 6	0,36 x 6	0,27 x 6					0,64 · 10 ⁶					2,08 · 10 ⁶	
E _{max} [J]		9 x 2	9 x 3	9 x 4							9 x 2	8 x 3	2 x 4						8 x 2	8 x 3	9 x 4											
Procentowy udział rozładowanej w danej klasie energetycznej energii		12,5	36,5	8,2					57,0		2,0	7,7	2,4					12,0	0,4	17,3	13,0					31,0				100%		
120496,0																																

* Objaśnienia:

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

**Zestawienie aktywności i intensywności energii sejsmicznej z dni obłożonych, postojowych
i strzelań profilaktycznych całkowitych w poszczególnych ścianach modelu i w modelu**

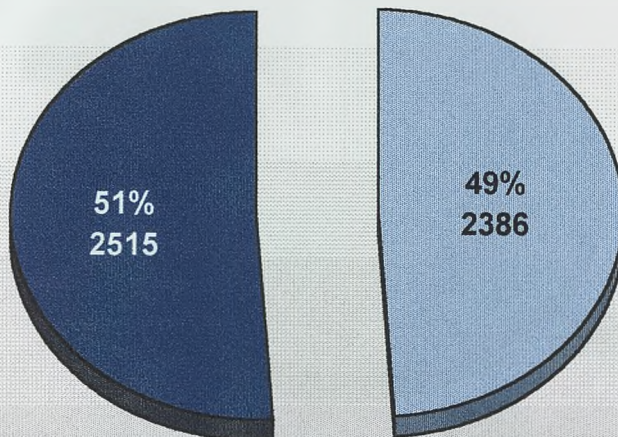
Tab. 7.6

Żywotność modelu: 1.08.1994 – 31.07.1998 – 1461 dni																					
Ściany [dni]	z dni obłożonych (roboczodni)					z dni postojowych					ze strzelań profilaktycznych (całkowitych)							ΣN	ΣE · 10 ⁶ [J]	E _{max} [J]	Suma wytob węgla [m ³]
	[roboczodni]	ΣN	ΣE · 10 ⁶ [J]	E _{max} [J]	% rozład energii	[dni postoju]	ΣN	ΣE · 10 ⁶ [J]	E _{max} [J]	% rozład energii	ΣN	ΣE · 10 ⁶ [J]	E _{max} [J]	% rozład energii	Σstrzel	ΣMW [kg]	średn MW 1 strzel [kg]				
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 x 6	81	377	443	1,85	7 x 5	11	110	1,46	7 x 5	8	101	10949	108	4295	17,27	3 x 6	500735
534a 1006	595	1561	4,47	1 x 5	82	411	186	0,38	9 x 4	7	132	0,6	8 x 4	11	128	7563	60	1879	5,45	1 x 5	367752
536a 1065	492	1461	3,04	8 x 4	48	573	280	2,75	2 x 6	44	155	0,5	3 x 4	8	123	8375	69	1896	6,29	2 x 6	272398
537a 912	340	831	2,02	7 x 4	48	572	238	1,0	2 x 5	24	243	1,2	8 x 4	28	274	19905	70	1312	4,22	2 x 5	181923
538/1a 883	301	666	1,19	9 x 4	57	582	131	0,25	2 x 4	12	163	0,64	9 x 4	32	226	8133	37	960	2,08	9 x 4	120496
Model 1461	2386	8261	24,68	3 x 6	70	2515	1278	6,23	2 x 6	18	803	4,4	7 x 5	12	852	54925	64	10342	35,31	3 x 6	1443304

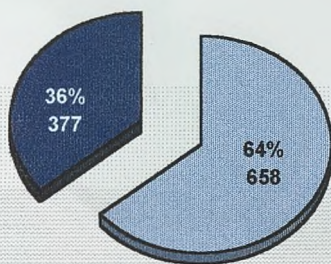
Objaśnienia:

- [dni] oznacza żywotność ściany (modelu) od rozpoczęcia do zakończenia eksploatacji (analizy),
- [roboczodni] oznacza ilość obłożeń ściany do wydobywania (ścian w modelu) w okresie żywotności (analizy),
- [dni postoju] oznacza dni bez obłożenia ściany (ścian w modelu).

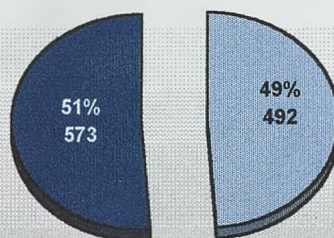
Model - suma 4901 ścianodni



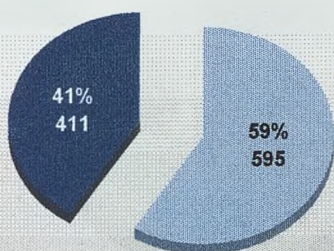
ściana 535a - razem 1035 dni



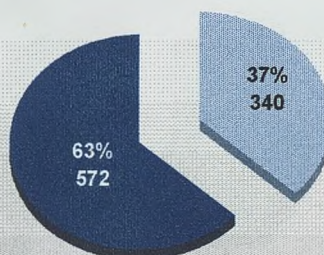
ścian 536a - razem 1065 dni



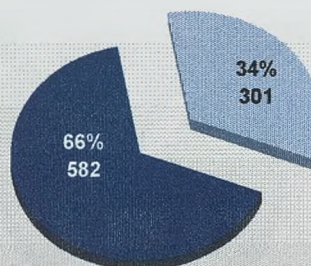
ściana 534a - razem 1006 dni



ściana 537a - razem 912 dni



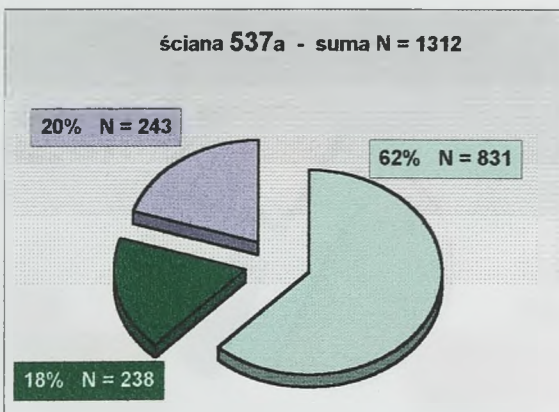
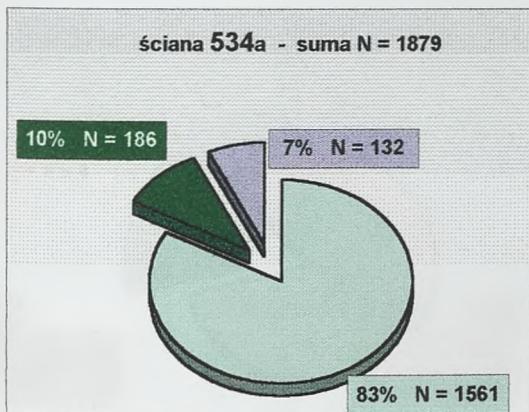
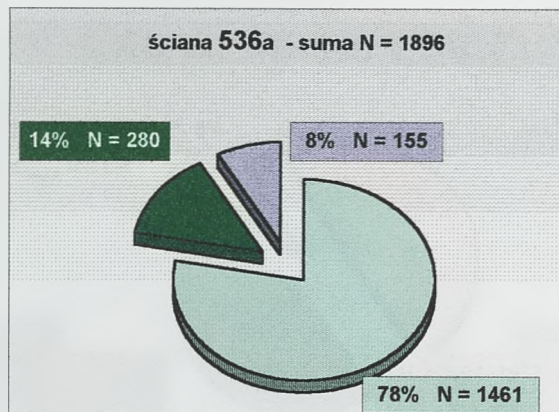
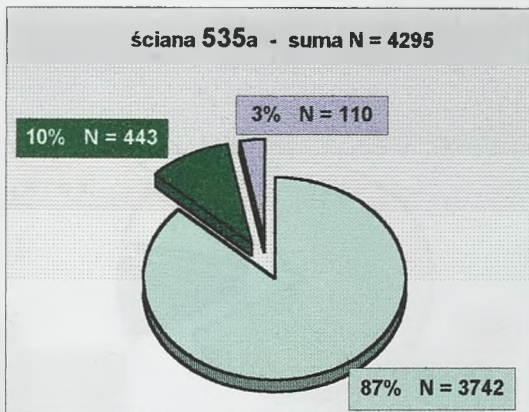
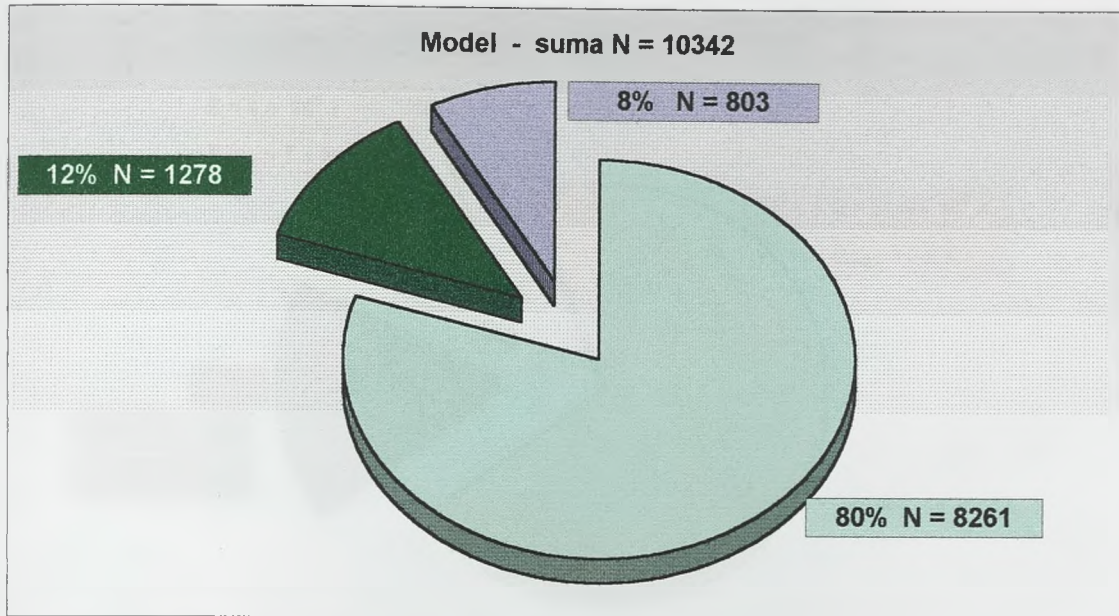
ściana 538/1a - razem 883 dni



ścianodni robocze

ścianodni postojowe

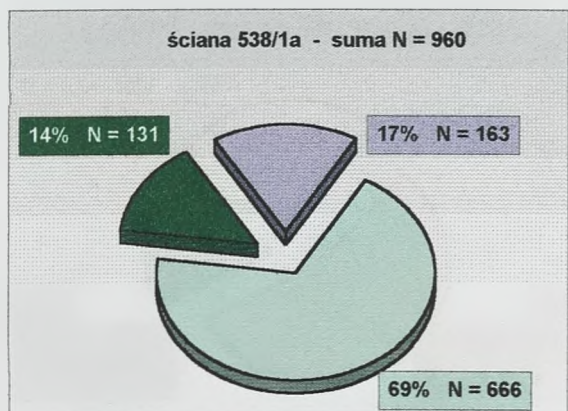
Rys. 7.2. Zestawienie ścianodni roboczych i postojowych dla modelu i ścian modelu



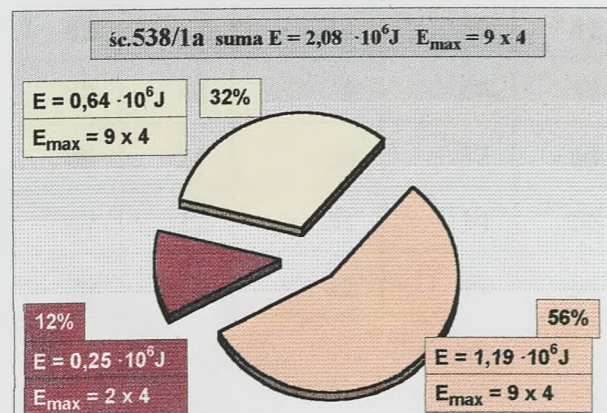
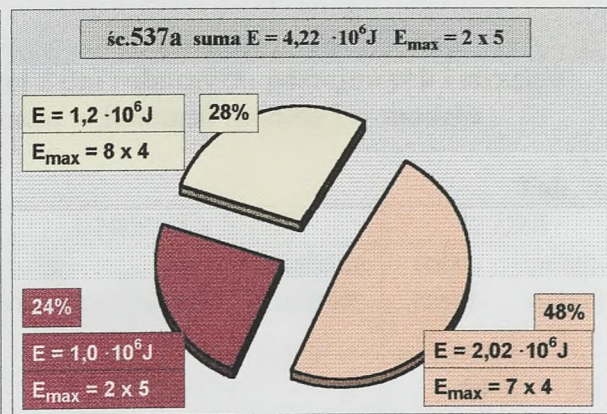
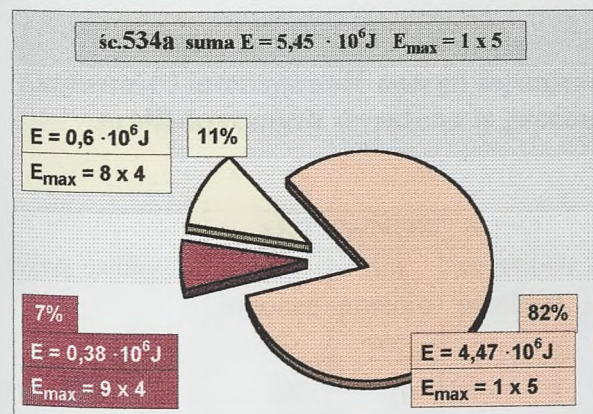
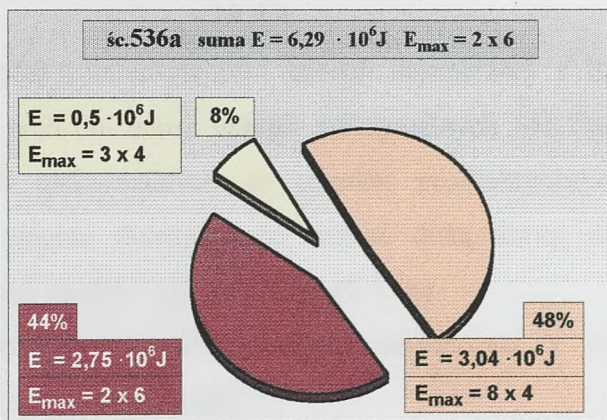
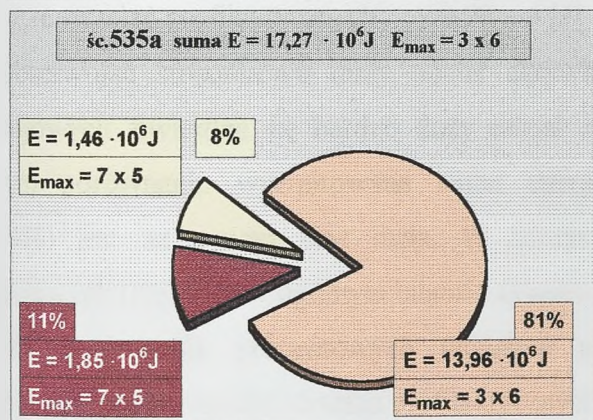
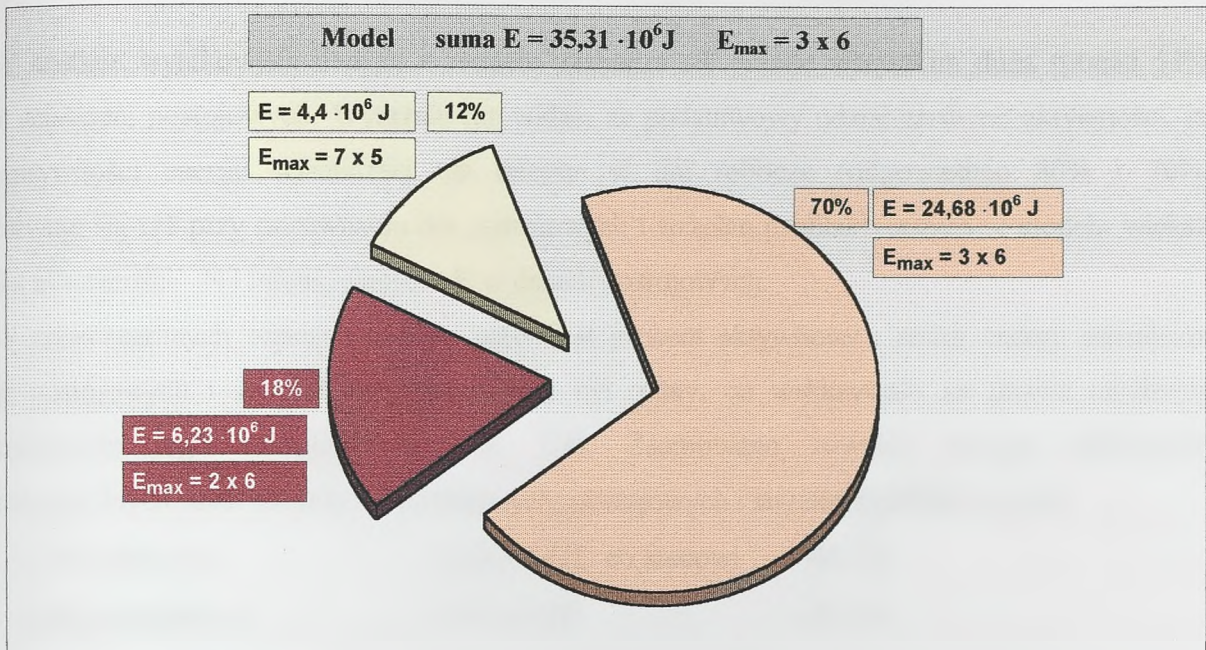
z dni roboczych (obłożonych)

z dni postojowych

ze strzelań profilaktycznych



Rys. 7.3. Aktywność sejsmiczna N z dni obłożonych, z dni postojowych i ze strzelań profilaktycznych w modelu i w ścianach modelu



z dni obłożonych (roboczych)

z dni postojowych

ze strzelań profilaktycznych

Rys 7.4. Emisja energii sejsmicznej E z dni obłożonych, z dni postojowych i ze strzelań profilaktycznych w modelu i w ścianach modelu

W analizie wynikowych danych z modelu zaznacza się przede wszystkim duża (ponad 51%) ilość ścianodni postojowych. Wyraźnie też widać, że podstawowy udział zarówno aktywności, jak i intensywności energii sejsmicznej ma miejsce w dni robocze (odpowiednio 80% i 70%). Obserwuje się też przy porównaniu dni postojowych i strzelań profilaktycznych w modelu większy udział aktywności - N i intensywności - E w dniach postojowych.

W poszczególnych ścianach modelu natomiast procent aktywności i emisji energii sejsmicznej z dni postojowych i strzelań profilaktycznych był różny, co wskazywało na pewną możliwość kształtowania tego udziału (rys. 7.3, 7.4). Zsumowano również energie maksymalne z poszczególnych ścian modelu z dni roboczych, postojowych i strzelań profilaktycznych:

- z dni roboczych - 3,34 x 6 [J], co stanowi - 45,5%
- z dni postojowych - 3,01 x 6 [J] - 41,1%
- ze strzelań profilaktycznych - 0,98 x 6 [J] - 13,4%

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

Dla porównania procentowych udziałów aktywności i intensywności sejsmicznej z dni roboczych, postojowych i strzelań profilaktycznych zestawiono tabelę 7.7.

Aktywność i intensywność energii sejsmicznej z dni roboczych, postojowych i strzelań profilaktycznych wyrażona w procentach, w ścianach modelu i w modelu

Tab. 7.7

Nazwa ściany	AKTYWNOŚĆ N [%]			ENERGIA E [%]			% DNI	
	dni robocze	dni postojowe	strzelania profilakt.	dni robocze	dni postojowe	strzelania profilakt.	roboczych	postojowych
Ściana 535a	87	10	3	81	11	8	64	36
Ściana 534a	83	10	7	82	7	11	59	41
Ściana 536a	78	14	8	48	44	8	49	51
Ściana 537a	62	18	20	48	24	28	37	63
Ściana 538/1a	69	14	17	57	12	31	34	66
MODEL	80	12	8	70	18	12	49	51

Analizując poszczególne przodki eksploatacyjne, najbezpieczniejsze proporcje z punktu widzenia wyemitowanej energii zanotowano na ścianach 538/1a i 537a. Odpowiednio: 31% i 28% emisji energii uzyskano ze strzelań profilaktycznych. Najgorszy wynik w tym zakresie miała ściana 536a, gdzie tylko 8% wyemitowanej energii uzyskano ze strzelań profilaktycznych, ponadto aż 44% energii wyemitowanej zostało w dni postojowe. Procentowo najmniejszą aktywność i intensywność sejsmiczną odnotowano ze strzelań profilaktycznych na ścianie 535a. Z jednej strony świadczyło to o niepełnym wykorzystaniu aktywnych metod zwalczania tąpnięć (rys. 7.3, 7.4, tab. 7.7), z drugiej zaś o wynikającym z parametrów zastosowanej obudowy (rys. 7.1), bezpieczeństwie i pewności kierowania stropem. Bardzo ważnym elementem z punktu widzenia rozkładu wartości aktywności i intensywności sejsmicznej, co potwierdzają zestawienia w tabeli 7.8, jest rytmiczność postępu. Obserwując średnie postępy dobowe, najlepszy wskaźnik wykorzystania żywotności, a zarazem najrytmicniejszy postęp uzyskała ściana 535a (0,64), natomiast największą arytmie prowadzonego frontu zanotowano na ścianach 537a (0,37) i 538/1a (0,34).

Rytmiczność postępu ścian modelu

Tab. 7.8

Nazwa ściany	Żywot- ność	Ściano- dni obło- żone	Wybieg ściany średnio	Średni postęp		Wskaźnik wykorzystania ścianodni	Wydobycie	
				m/dobę	m/dobę roboczą		t/dobę	t/dobę roboczą
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ściana 535a	1035	658	930	0,899	1,41	0,64	647	1018
Ściana 534a	1006	595	950	0,944	1,60	0,59	497	840
Ściana 536a	1065	492	800	0,751	1,63	0,46	347	752
Ściana 537a	912	340	470	0,515	1,38	0,37	274	735
Ściana 538/1a	883	301	490	0,555	1,63	0,34	181	532
MODEL	1461	2386						

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

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

7.2. Aktywność i intensywność energii sejsmicznej z dni postojowych i strzelań profilaktycznych, wskaźniki $\geq$ doba postoju

W związku z tak dużym udziałem aktywności i intensywności sejsmicznej z dni postojowych oraz wpływu jakie na ograniczenie zagrożenia wstrząsami górotworu i tąpnięciami mają strzelania profilaktyczne, w niniejszym rozdziale przeanalizowano ten problem. Zagadnienie zostało opracowane w części tabelarycznej i wynikającej z niej części graficznej. W pierwszej kolejności zebrano dane w tabelach 7.9–7.13, następnie na ich podstawie sporządzono tabele 7.14–7.26 i opracowano dla nich rysunki 7.5–7.11. Na podstawie tabel 7.14–7.26 sporządzono tabelę 7.27 i w oparciu o nią opracowano rysunki 7.12–7.18. Analizowane w tym rozdziale strzelania profilaktyczne to wydzielone ze strzelań profilaktycznych całkowitych te, które miały miejsce w przypadku doby i więcej dni postoju ścian.

Aktywność i intensywność energii sejsmicznej z dni postoju i strzelań profilaktycznych w ścianie 535a

Tab. 7.9

Wyszczególnienie			Z dni postojowych (samoistne)									Ze strzelań profilaktycznych * (≥doba postoju)									≥ doba postoju	
dni postoju	ilość postojów	suma postojów [dni]																			MW [kg]	Ilość strzelań
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 x 4	0,068 x 6	2	4					6	4 x 3	0,011 x 6	180	4
2	107	214	114	110	18				243	7 x 5	1,489 x 6	1	23					24	9 x 3	0,010 x 6	2077	16
3	25	75	45	35	3				83	2 x 4	0,155 x 6		4					4	6 x 3	0,020 x 6	433	4
4	6	24	26	15	2				43	3 x 4	0,097 x 6	1	4					5	6 x 3	0,018 x 6	388,5	3
5	2	10	3	4					7	8 x 4	0,016 x 6											
6	1	6	3	2					5	2 x 3	0,004 x 6											
7	1	7	1	2					3	2 x 3	0,004 x 6											
8																						
9																						
10																						
11-20	1	11	6	9					15	3 x 3	0,019 x 6											
21-62																						
≥ 63																						
Razem	173	377	225	193	24	1			443	7 x 5	1,85 x 6	4	35					39	9 x 3	0,15 x 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 na ścianę (np. 5⁰⁰ strzelanie, 8⁰⁰ wejście załogi).

Aktywność i intensywność energii sejsmicznej z dni postoju i strzelań profilaktycznych w ścianie 534a

Tab. 7.10

Wyszczególnienie			Z dni postojowych (samoistne)									Ze strzelań profilaktycznych * (≥doba postoju)									≥ doba postoju	
dni postoju	ilość postojów	suma postojów [dni]																			MW [kg]	Ilość strzelań
1	2	3	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]	22	23
1	43	43	11	10					21	8 x 3	0,031 x 6	1	7					8	8 x 3	0,024 x 6	250	8
2	98	196	50	54	4				108	9 x 4	0,277 x 6	1	18	2				21	8 x 4	0,146 x 6	1250	20
3	25	75	7	14					21	8 x 3	0,033 x 6		4	1				5	1 x 4	0,024 x 6	350	6
4	13	52	12	8					20	3 x 3	0,021 x 6		1					1	3 x 3	0,003 x 6	85	1
5	4	20	4	5					9	2 x 3	0,010 x 6		1					1	4 x 3	0,004 x 6	80	1
6																						
7	1	7		3					3	2 x 3	0,004 x 6											
8	1	8																				
9																						
10	1	10	3	1					4	1 x 3	0,002 x 6											
11-20																						
21-62																						
≥ 63																						
Razem	186	411	87	95	4				186	9 x 4	0,38 x 6	2	31	3				36	8 x 4	0,2 x 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 na ścianę (np. 5⁰⁰ strzelanie, 8⁰⁰ wejście załogi).

Aktywność i intensywność energii sejsmicznej z dni postoju i strzelań profilaktycznych w ścianie 536a

Tab. 7.11

Wyszczególnienie			Z dni postojowych (samoistne)									Ze strzelań profilaktycznych * (≥doba postoju)									≥ doba postoju	
dni postoju	ilość postojów	suma postojów [dni]																			MW [kg]	Ilość strzelań
1	2	3	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]	22	23
1	57	57	17	15					33	4 x 4	0,082 x 6	1	13	2				16	2 x 4	0,084 x 6	1014,2	15
2	61	122	17	30					47	9 x 3	0,096 x 6	1	7	1				9	2 x 4	0,045 x 6	599,0	8
3	37	111	19	16					35	9 x 3	0,060 x 6	3	14					17	4 x 3	0,039 x 6	859,7	14
4	18	72	13	25	1				39	3 x 4	0,114 x 6	2	11					13	6 x 3	0,030 x 6	999,0	12
5	14	70	17	15	2				34	2 x 4	0,090 x 6		4					4	9 x 3	0,018 x 6	368,4	5
6	8	48	18	15	3				36	3 x 4	0,105 x 6		12					12	7 x 3	0,033 x 6	545,0	8
7	2	14	1	1					2	2 x 4	0,002 x 6			1				1	3 x 4	0,030 x 6	100,0	1
8	2	16	3	4	1				8	3 x 4	0,042 x 6		1					1	4 x 3	0,004 x 6	100,0	1
9	2	18	3	6					9	4 x 3	0,016 x 6											
10	1	10	5	8	3				17	2 x 6	2,072 x 6	1		1				2	1 x 4	0,011 x 6	120,0	1
11-20	2	35	9	10	1		1		20	5 x 4	0,078 x 6		1					1	2 x 3	0,002 x 6	100,8	1
21-62																						
≥ 63																						
Razem	204	573	122	145	12		1		280	2 x 6	2,75 x 6	8	63	5				76	2 x 4	0,3 x 6	4806	66

*Objaśnienia:

- Do aktywności i intensywności energii sejsmicznej przypisanej strzelaniu profilaktycznemu zaliczamy te N i E, które zaistniały od momentu strzelenia do czasu wejścia załogi na ścianę (np. 5⁰⁰ strzelanie, 8⁰⁰ wejście załogi).

Aktywność i intensywność energii sejsmicznej z dni postoju i strzelań profilaktycznych w ścianie 537a

Tab. 7.12

Wyszczególnienie			Z dni postojowych (samoistne)									Ze strzelań profilaktycznych* ($\geq$ doła postoju)									$\geq$ doła postoju	
dni postoju	ilość postojów	suma postojów [dni]																			MW [kg]	ilość strzelań
1	2	3	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]	22	23
1	20	20	1	2					3	2 x 5	0,210 x 6	4	21	1				26	8 x 4	0,161 x 6	1711	20
2	52	104	25	24	5				54	3 x 4	0,180 x 6		32	3				35	5 x 4	0,216 x 6	3161	36
3	22	66	3	5	1				9	2 x 4	0,029 x 6	1	18	1				20	1 x 4	0,092 x 6	1908,8	18
4	18	72	15	12	1				28	3 x 4	0,081 x 6		9					9	7 x 3	0,034 x 6	1032	9
5	11	55	6	11					17	5 x 3	0,035 x 6		7					7	8 x 3	0,033 x 6	747,4	8
6	13	78	11	10	2				23	5 x 4	0,110 x 6		8					8	6 x 3	0,029 x 6	595	7
7	3	21		2					2	2 x 3	0,004 x 6		4					4	3 x 3	0,009 x 6	310	3
8	2	16	1	3					4	3 x 3	0,006 x 6		1					1	3 x 3	0,003 x 6	70	1
9	2	18	3	6					9	5 x 3	0,017 x 6	1	1					2	1 x 3	0,002 x 6	120	2
10																						
11-20	1	11	1						1	3 x 2	0,0002 x 6	1	3					4	4 x 3	0,009 x 6	297,8	4
21-62	1	36	26	45	4				75	7 x 4	0,340 x 6											
≥ 63	1	75	9	3		1			13	2 x 3	0,004 x 6		3					3	8 x 3	0,014 x 6	786,8	3
Razem	146	572	101	123	13	1			238	2 x 5	1,016 x 6	7	107	5				119	8 x 4	0,6 x 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 na ścianę (np. 5⁰⁰ strzelanie, 8⁰⁰ wejście załogi).

Aktywność i intensywność energii sejsmicznej z dni postoju i strzelań profilaktycznych w ścianie 538/1a

Tab. 7.13

Wyszczególnienie			Z dni postojowych (samoistne)									Ze strzelań profilaktycznych* (≥doba postoju)									≥ doba postoju	
dni postoju	ilość postojów	suma postojów [dni]																			MW [kg]	ilość strzelań
1	2	3	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]	22	23
1	31	31	1	2	1				4	2 x 4	0,027 x 6		7					7	4 x 3	0,014 x 6	375	13
2	31	62	7	8					15	7 x 3	0,026 x 6	2	23					25	3 x 3	0,046 x 6	1100,5	26
3	18	54	9	8					17	3 x 3	0,021 x 6		4					4	5 x 3	0,015 x 6	455	14
4	18	72	10	9	1				20	2 x 4	0,048 x 6	1	6					7	4 x 3	0,014 x 6	340	6
5	19	95	10	8	1				19	1 x 4	0,037 x 6	1	9	1				11	6 x 4	0,084 x 6	608	12
6	14	84	14	6					20	7 x 3	0,032 x 6	2	6	1				9	4 x 4	0,055 x 6	515	9
7	3	21	4	3					7	5 x 3	0,010 x 6		1					1	3 x 3	0,003 x 6	60	1
8	4	32		4					4	5 x 3	0,009 x 6		1					1	3 x 3	0,003 x 6	60	1
9	2	18	1						1	9 x 2	0,001 x 6		3					3	4 x 3	0,008 x 6	199	5
10	1	10	2	2					4	2 x 3	0,004 x 6											
11-20	8	103	9	11					20	8 x 3	0,038 x 6		3	1				4	9 x 4	0,101 x 6	334,5	7
21-62																						
≥ 63																						
Razem	149	582	67	61	3				131	2 x 4	0,25 x 6	6	63	3				72	9 x 4	0,34 x 6	4047	94

*Objaśnienia:

- Do aktywności i intensywności energii sejsmicznej przypisanej strzelaniu profilaktycznemu zaliczamy te N i E, które zaistniały od momentu strzelenia do czasu wejścia załogi na ścianę (np. 5⁰⁰ strzelanie, 8⁰⁰ wejście załogi).

**Aktywność i intensywność energii sejsmicznej w przypadku 1 dnia postoju wraz z charakterystyką strzelań profilaktycznych
w ścianach modelu i w modelu**

Tab. 7.14

Wyszczególnienie					Z dni postoju 1 doba			Ze strzelań profilaktycznych po 1 dobie			MW [kg]	Ilość strzelań	Średnia ilość [kg] MW na 1 strzelanie
Ściana [dni]	[ścianodni]	[dni postoju]	ilość 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	1	30	30	44	0,068 x 6	3 x 4	6	0,011 x 6	4 x 3	180	4	45
534a 1006	1006	1	43	43	21	0,031 x 6	8 x 3	8	0,024 x 6	8 x 3	250	8	31
536a 1065	1065	1	57	57	33	0,082 x 6	4 x 4	16	0,084 x 6	2 x 4	1014	15	68
537a 912	912	1	20	20	3	0,210 x 6	2 x 5	26	0,161 x 6	8 x 4	1711	20	86
538/1a 883	883	1	31	31	4	0,027 x 6	2 x 4	7	0,014 x 6	4 x 3	375	13	29
Model 1461	4901	1	181	181	105	0,418 x 6	2 x 5	63	0,294 x 6	8 x 4	3530	60	59

Objaśnienia:

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

**Aktywność i intensywność energii sejsmicznej w przypadku 2 dni postoju wraz z charakterystyką strzelań profilaktycznych
w ścianach modelu i w modelu**

Tab. 7.15

Wyszczególnienie					Z dni postoju = 2 doby			Ze strzelań profilaktycznych po 2 doby			MW [kg]	Ilość strzelań	Średnia ilość [kg] MW na 1 strzelania
Ściana [dni]	[ścianodni]	[dni postoju]	ilość 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	2	107	214	243	1,489 x 6	7 x 5	24	0,010 x 6	9 x 3	2077	16	130
534a 1006	1006	2	98	196	108	0,277 x 6	9 x 4	21	0,146 x 6	8 x 4	1250	20	63
536a 1065	1065	2	61	122	47	0,096 x 6	9 x 3	9	0,045 x 6	2 x 4	599	8	75
537a 912	912	2	52	104	54	0,180 x 6	3 x 4	35	0,216 x 6	5 x 4	3161	36	88
538/1a 883	883	2	31	62	15	0,026 x 6	7 x 3	25	0,046 x 6	3 x 3	1100	26	42
Model 1461	4901	2	349	698	467	2,068 x 6	7 x 5	114	0,463 x 6	8 x 4	8187	106	77

Objaśnienia:

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

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

Tab. 7.16

Wyszczególnienie					Z dni postoju = 3 doby			Ze strzelań profilaktycznych po 3 dobie			MW [kg]	Ilość strzelań	Średnia ilość [kg] MW na 1 strzelanie
Ściana [dni]	[ścianodni]	[dni postoju]	ilość 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	3	25	75	83	0,155 x 6	2 x 4	4	0,020 x 6	6 x 3	433	4	108
534a 1006	1006	3	25	75	21	0,033 x 6	8 x 3	5	0,024 x 6	1 x 4	350	6	58
536a 1065	1065	3	37	111	35	0,060 x 6	9 x 3	17	0,039 x 6	4 x 3	860	14	61
537a 912	912	3	22	66	9	0,029 x 6	2 x 4	20	0,092 x 6	1 x 4	1909	18	106
538/1a 883	883	3	18	54	17	0,021 x 6	3 x 3	4	0,015 x 6	5 x 3	455	14	33
Model 1461	4901	3	127	381	165	0,298 x 6	2 x 4	50	0,190 x 6	1 x 4	4007	56	72

Objaśnienia:

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

**Aktywność i intensywność energii sejsmicznej w przypadku 4 dni postoju wraz z charakterystyką strzelań profilaktycznych
w ścianach modelu i w modelu**

Tab. 7.17

Wyszczególnienie					Z dni postoju = 4 doby			Ze strzelań profilaktycznych po 4 dobie			MW [kg]	Ilość strzelań	Średnia ilość [kg] MW na 1 strzelanie
Ściana [dni]	[ścianodni]	[dni postoju]	ilość 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	4	6	24	43	0,097 x 6	3 x 4	5	0,018 x 6	6 x 3	388	3	129
534a 1006	1006	4	13	52	20	0,021 x 6	3 x 3	1	0,003 x 6	3 x 3	85	1	85
536a 1065	1065	4	18	72	39	0,114 x 6	3 x 4	13	0,030 x 6	6 x 3	999	12	83
537a 912	912	4	18	72	28	0,081 x 6	3 x 4	9	0,034 x 6	7 x 3	1032	9	115
538/1a 883	883	4	18	72	20	0,048 x 6	2 x 4	7	0,014 x 6	4 x 3	340	6	57
Model 1461	4901	4	73	292	150	0,361 x 6	3 x 4	35	0,099 x 6	7 x 3	2844	31	92

Objaśnienia:

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

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

Tab. 7.18

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

Objaśnienia:

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

**Aktywność i intensywność energii sejsmicznej w przypadku 6 dni postoju wraz z charakterystyką strzelań profilaktycznych
w ścianach modelu i w modelu**

Tab. 7.19

Wyszczególnienie					Z dni postoju = 6 dob			Ze strzelań profilaktycznych po 6 dobie			MW [kg]	Ilość strzelań	Średnia ilość [kg] MW na strzelanie
Ściana [dni]	[ścianodni]	[dni postoju]	ilość 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	6	1	6	5	0,004 x 6	2 x 3	-	-	-	-	-	-
534a 1006	1006	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
536a 1065	1065	6	8	48	36	0,105 x 6	3 x 4	12	0,033 x 6	7 x 3	545	8	68
537a 912	912	6	13	78	23	0,011 x 6	5 x 4	8	0,029 x 6	6 x 3	595	7	85
538/1a 883	883	6	14	84	20	0,032 x 6	7 x 3	9	0,055 x 6	4 x 4	515	9	57
Model 1461	4901	6	36	216	84	0,152 x 6	5 x 4	29	0,117 x 6	4 x 4	1655	24	69

Objaśnienia:

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

**Aktywność i intensywność energii sejsmicznej w przypadku 7 dni postoju wraz z charakterystyką strzelań profilaktycznych
w ścianach modelu i w modelu**

Tab. 7.20

Wyszczególnienie					Z dni postoju = 7 dob			Ze strzelań profilaktycznych po 7 dobie			MW [kg]	Ilość strzelań	Średnia ilość [kg] MW na 1 strzelanie
Ściana [dni]	[ścianodni]	[dni postoju]	ilość 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	7	1	7	3	0,004 x 6	2 x 3	-	-	-	-		
534a 1006	1006	7	1	7	3	0,004 x 6	2 x 3	-	-	-	-		
536a 1065	1065	7	2	14	2	0,002 x 6	2 x 4	1	0,030 x 6	3 x 4	100	1	100
537a 912	912	7	3	21	2	0,004 x 6	2 x 3	4	0,009 x 6	3 x 3	310	3	103
538/1a 883	883	7	3	21	7	0,010 x 6	5 x 3	1	0,003 x 6	3 x 3	60	1	60
Model 1461	4901	7	10	70	17	0,024 x 6	2 x 4	6	0,042 x 6	3 x 4	470	5	94

Objaśnienia:

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

**Aktywność i intensywność energii sejsmicznej w przypadku 8 dni postoju wraz z charakterystyką strzelań profilaktycznych
w ścianach modelu i w modelu**

Tab. 7.21

Wyszczególnienie					Z dni postoju = 8 dób			Ze strzelań profilaktycznych po 8 dobie			MW [kg]	Ilość strzelań	Średnia ilość [kg] MW na 1 strzelanie
Ściana [dni]	[ścianodni]	[dni postoju]	ilość 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	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
534a 1006	1006	8	1	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
536a 1065	1065	8	2	16	8	0,042 x 6	3 x 4	1	0,004 x 6	4 x 3	100	1	100
537a 912	912	8	2	16	4	0,060 x 6	3 x 3	1	0,003 x 6	3 x 3	70	1	70
538/1a 883	883	8	4	32	4	0,009 x 6	5 x 3	1	0,003 x 6	3 x 3	60	1	60
Model 1461	4901	8	9	72	16	0,111 x 6	3 x 4	3	0,010 x 6	4 x 3	230	3	77

Objaśnienia:

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

**Aktywność i intensywność energii sejsmicznej w przypadku 9 dni postoju wraz z charakterystyką strzelań profilaktycznych
w ścianach modelu i w modelu**

Tab. 7.22

Wyszczególnienie					Z dni postoju = 9 dób			Ze strzelań profilaktycznych po 9 dobie			MW [kg]	Ilość strzelań	Średnia ilość [kg] MW na 1 strzelanie
Ściana [dni]	[ścianodni]	[dni postoju]	ilość 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	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
534a 1006	1006	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
536a 1065	1065	9	2	18	9	0,016 x 6	4 x 3	-	-	-	-	-	-
537a 912	912	9	2	18	9	0,017 x 6	5 x 3	2	0,002 x 6	1 x 3	120	2	60
538/1a 883	883	9	2	18	1	0,001 x 6	9 x 2	3	0,008 x 6	4 x 3	199	5	40
Model 1461	4901	9	6	54	19	0,034 x 6	5 x 3	5	0,010 x 6	4 x 3	319	7	46

Objaśnienia:

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

**Aktywność i intensywność energii sejsmicznej w przypadku 10 dni postoju wraz z charakterystyką strzelań profilaktycznych
w ścianach modelu i w modelu**

Tab. 7.23

Wyszczególnienie					Z dni postoju = 10 dób			Ze strzelań profilaktycznych po 10 dobie			MW [kg]	Ilość strzelań	Średnia ilość [kg] MW na 1 strzelanie
Ściana [dni]	[ścianodni]	[dni postoju]	ilość 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	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
534a 1006	1006	10	1	10	4	0,002 x 6	1 x 3	-	-	-	-	-	-
536a 1065	1065	10	1	10	17	2 072 x 6	2 x 6	2	0,011 x 6	1 x 4	120	1	120
537a 912	912	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
538/1a 883	883	10	1	10	4	0,004 x 6	-	-	-	-	-	-	-
Model 1461	4901	10	3	30	25	2,078 x 6	2 x 6	2	0,011 x 6	1 x 4	120	1	120

Objaśnienia:

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

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

Tab. 7.24

Wyszczególnienie					Z dni postoju = 11 – 20 dób			Ze strzelań profilaktycznych po 11-20 dobie			MW [kg]	Ilość strzelań	Średnia ilość [kg] MW na 1 strzelanie
Ściana [dni]	[ścianodni]	[dni postoju]	ilość 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 x 6	3 x 3	-	-	-	-	-	-
534a 1006	1006	11 – 20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
536a 1065	1065	11 – 20	2	35	20	0,078 x 6	5 x 4	1	0,002 x 6	2 x 3	101	1	101
537a 912	912	11 – 20	1	11	1	0,002 x 2	3 x 2	4	0,009 x 6	4 x 3	298	4	75
538/1a 883	883	11 – 20	8	103	20	0,038 x 6	8 x 3	4	0,101 x 6	9 x 4	335	7	48
Model 1461	4901	11 – 20	12	160	56	0,137 x 6	5 x 4	9	0,112 x 6	9 x 4	734	12	61

Objaśnienia:

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

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

Tab. 7.25

Wyszczególnienie					Z dni postoju = 21 – 62 dób			Ze strzelań profilaktycznych po 36 dobie			MW	Ilość strzelań	Średnia ilość [kg] MW na 1 strzelane
Ściana [dni]	[ścianodni]	[dni postoju]	ilość 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	21 – 62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
534a 1006	1006	21 – 62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
536a 1065	1065	21 – 62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
537a 912	912	21 – 62	1	36	75	0,357 x 6	7 x 4	-	-	-	-	-	-
538/1a 883	883	21 – 62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Model 1461	4901	21 - 62	1	36	75	0,357 x 6	7 x 4	-	-	-	-	-	-

Objaśnienia:

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

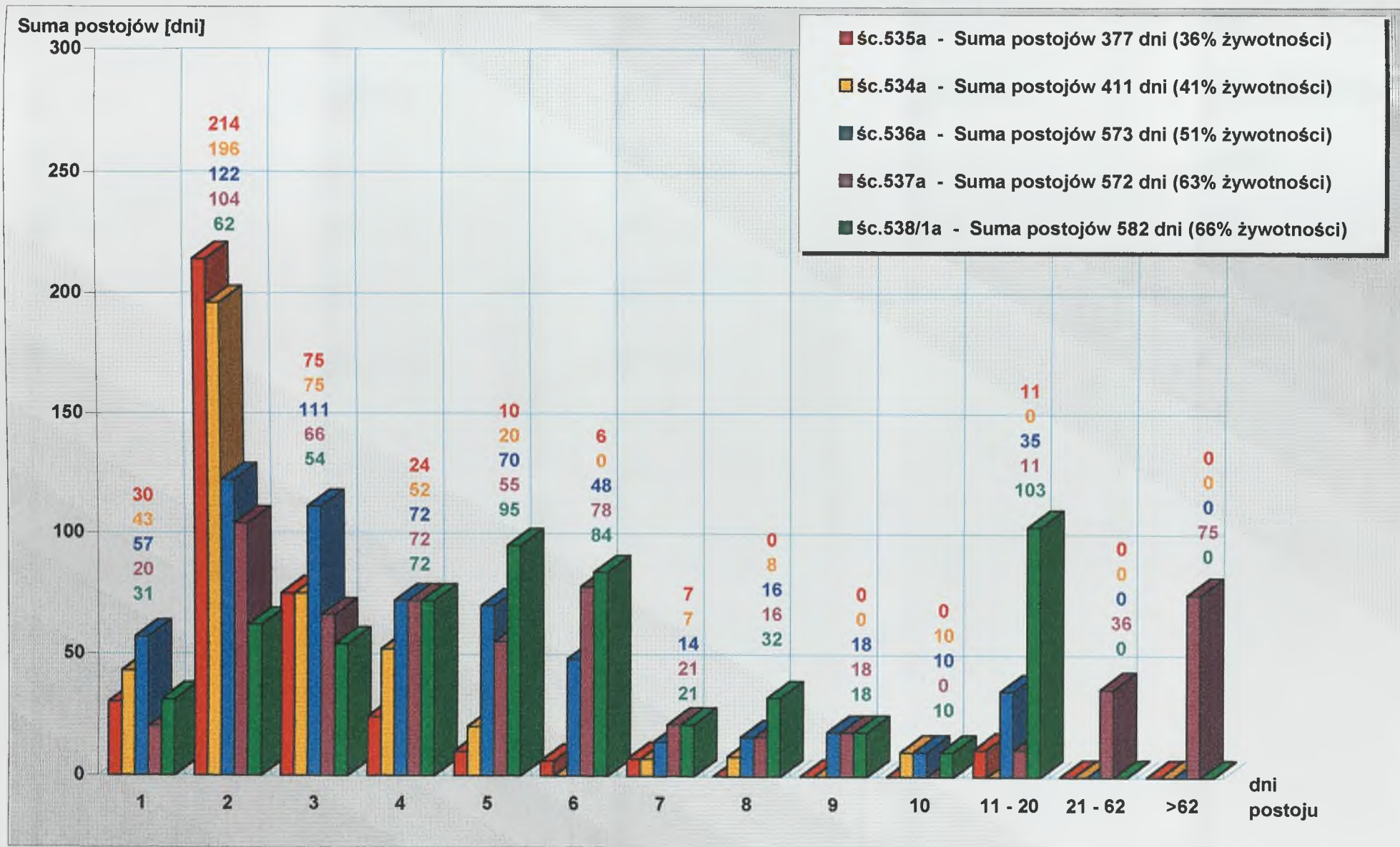
Aktywność i intensywność energii sejsmicznej w przypadku powyżej 62 dni postoju wraz z charakterystyką strzelań profilaktycznych w ścianach modelu i w modelu

Tab. 7.26

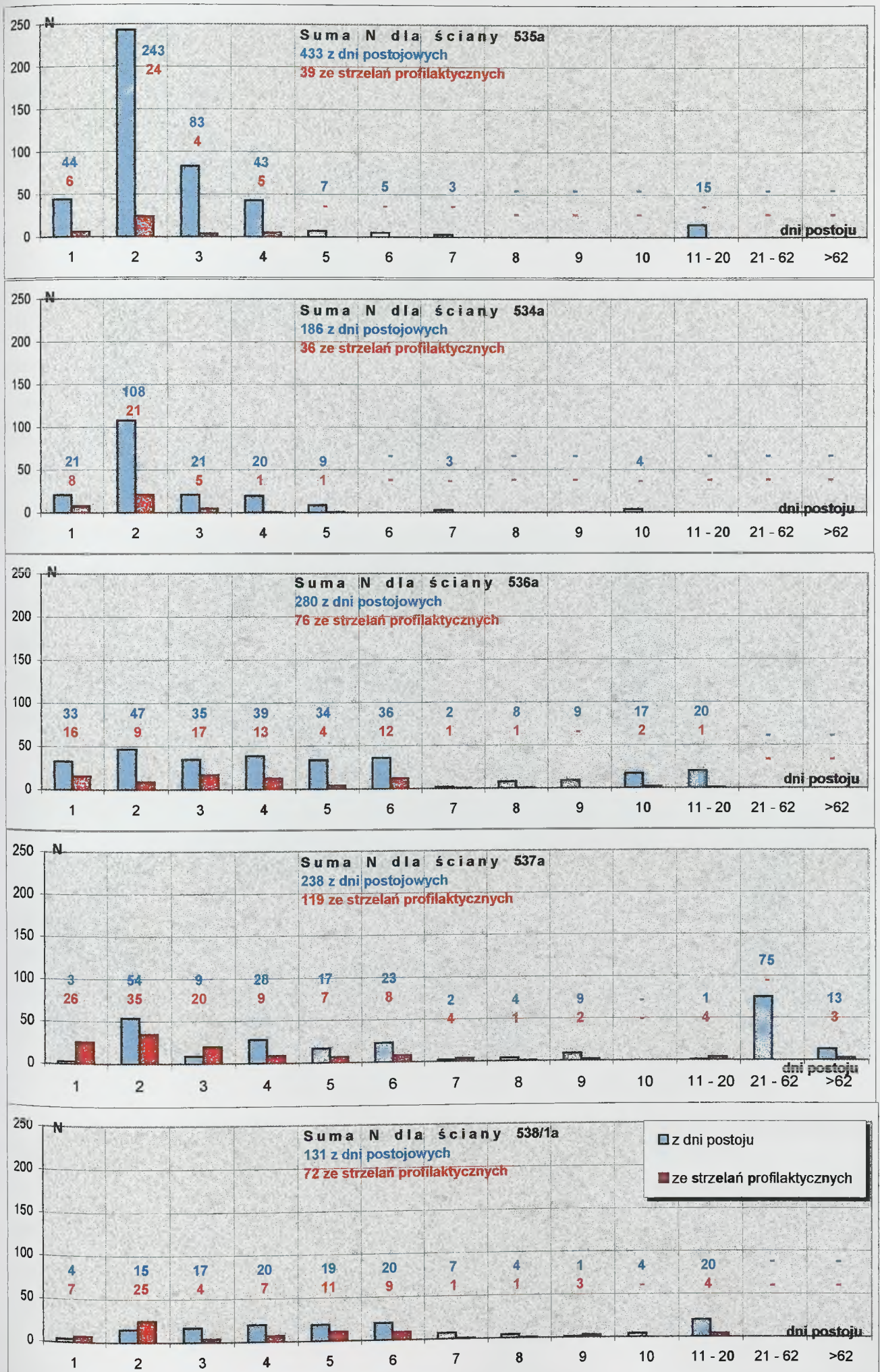
Wyszczególnienie					Z dni postoju ≥ 62 dób			Ze strzelań profilaktycznych po 75 dobie			MW [kg]	Ilość strzelań	Średnia ilość [kg] MW na 1 strzelanie
Ściana [dni]	[ścianodni]	[dni postoju]	ilość postojów	suma postojów [dni]	ΣN	ΣE [J]	E_{max} [J]	ΣN	ΣE [J]	E_{max} [J]			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
535a 1035	1035	≥ 63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
534a 1006	1006	≥ 63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
536a 1065	1065	≥ 63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
537a 912	912	≥ 63	1	75	13	0,004 x 6	2 x 3	3	0,014 x 6	8 x 3	787	3	262
538/1a 883	883	≥ 63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Model 1461	4901	≥ 63	1	75	13	0,004 x 6	2 x 3	3	0,014 x 6	8 x 3	787	3	262

Objaśnienia:

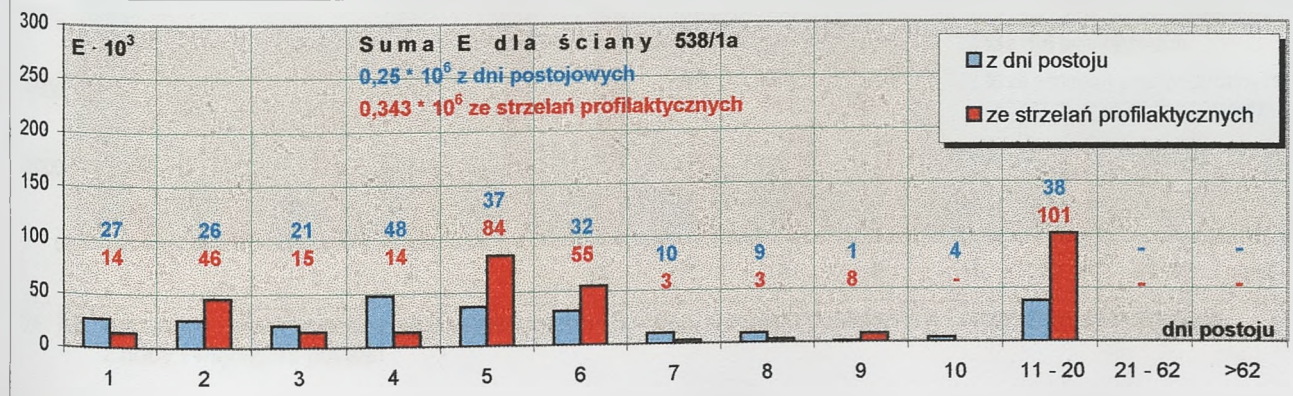
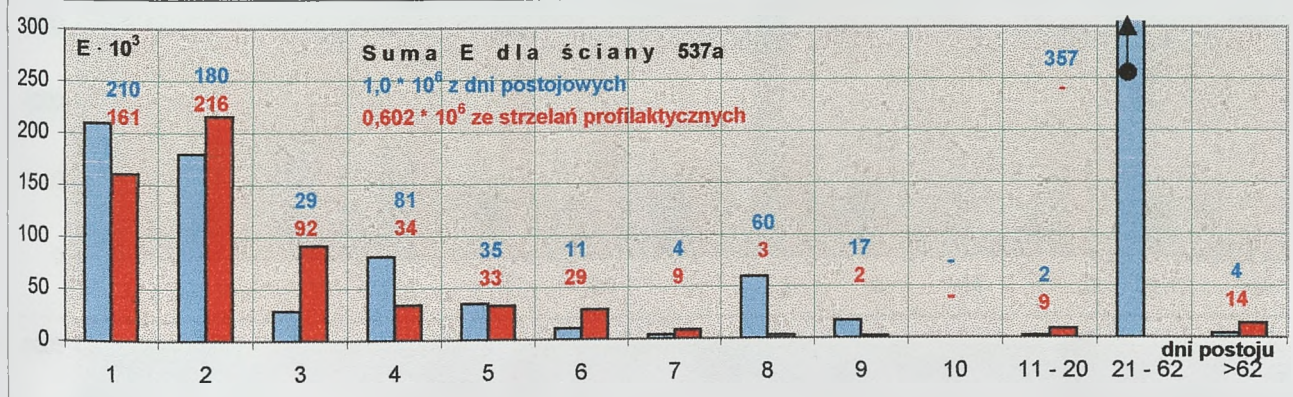
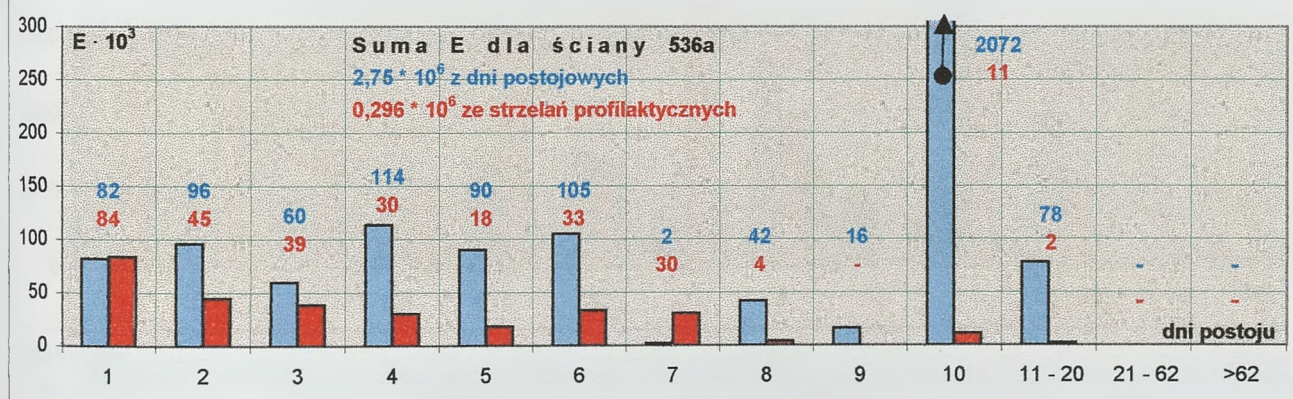
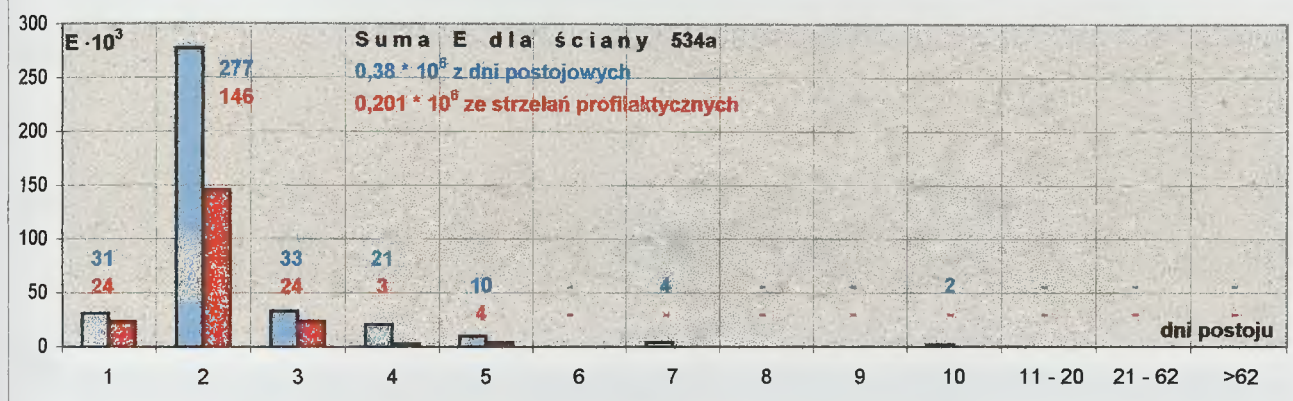
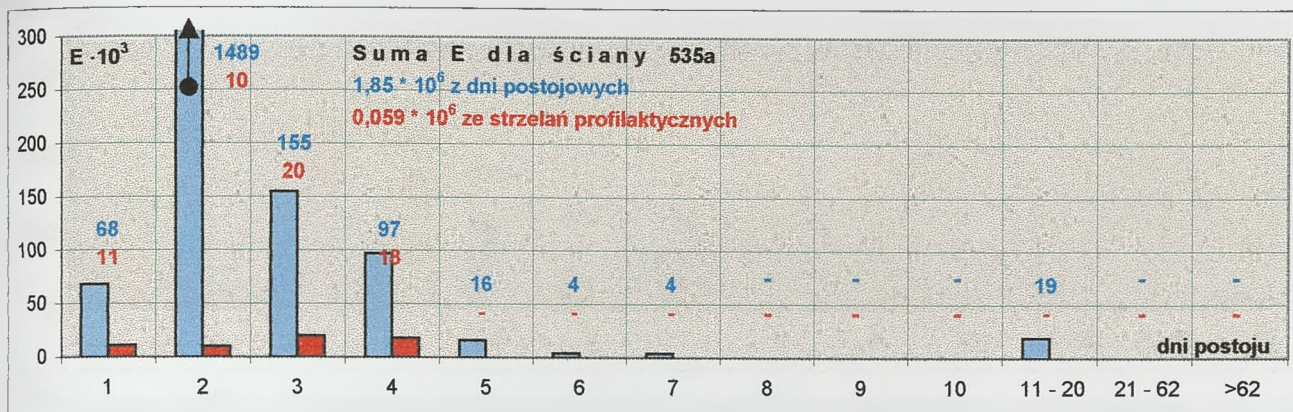
- [dni] oznacza żywotność ściany (modelu) od rozpoczęcia do zakończenia eksploatacji (analizy),
- [ścianodni] dla ścian = [dni],
- [ścianodni] dla modelu oznaczają sumaryczną żywotność ścian w okresie analizy (tj. 01.08.1994 – 31.07.1998, czyli 4901 dni),
- [dni postoju] oznaczają dni bez obciążenia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



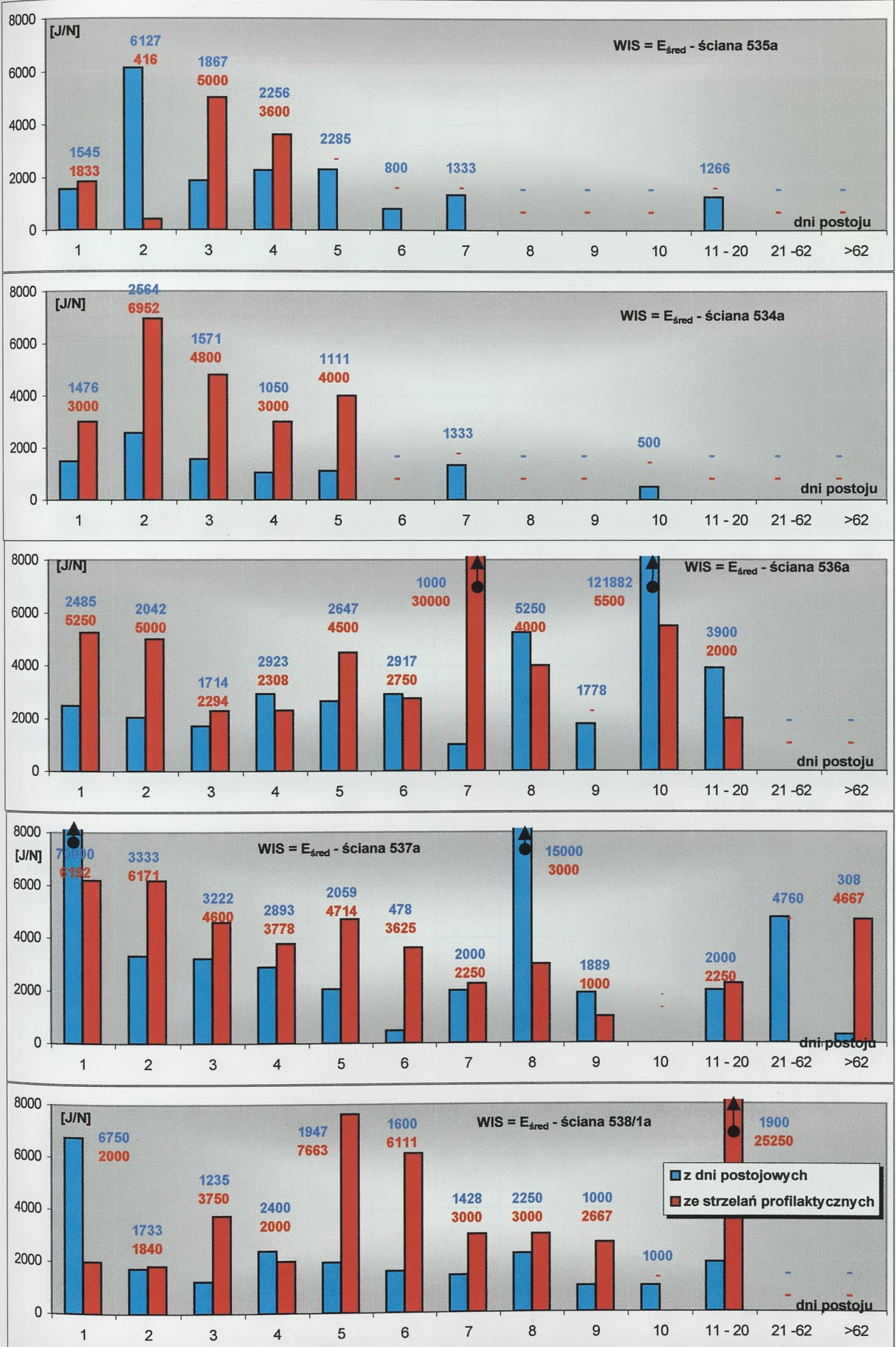
Rys 7.5. Suma postojów dla ścian modelu w przypadku doby i więcej dni postoju



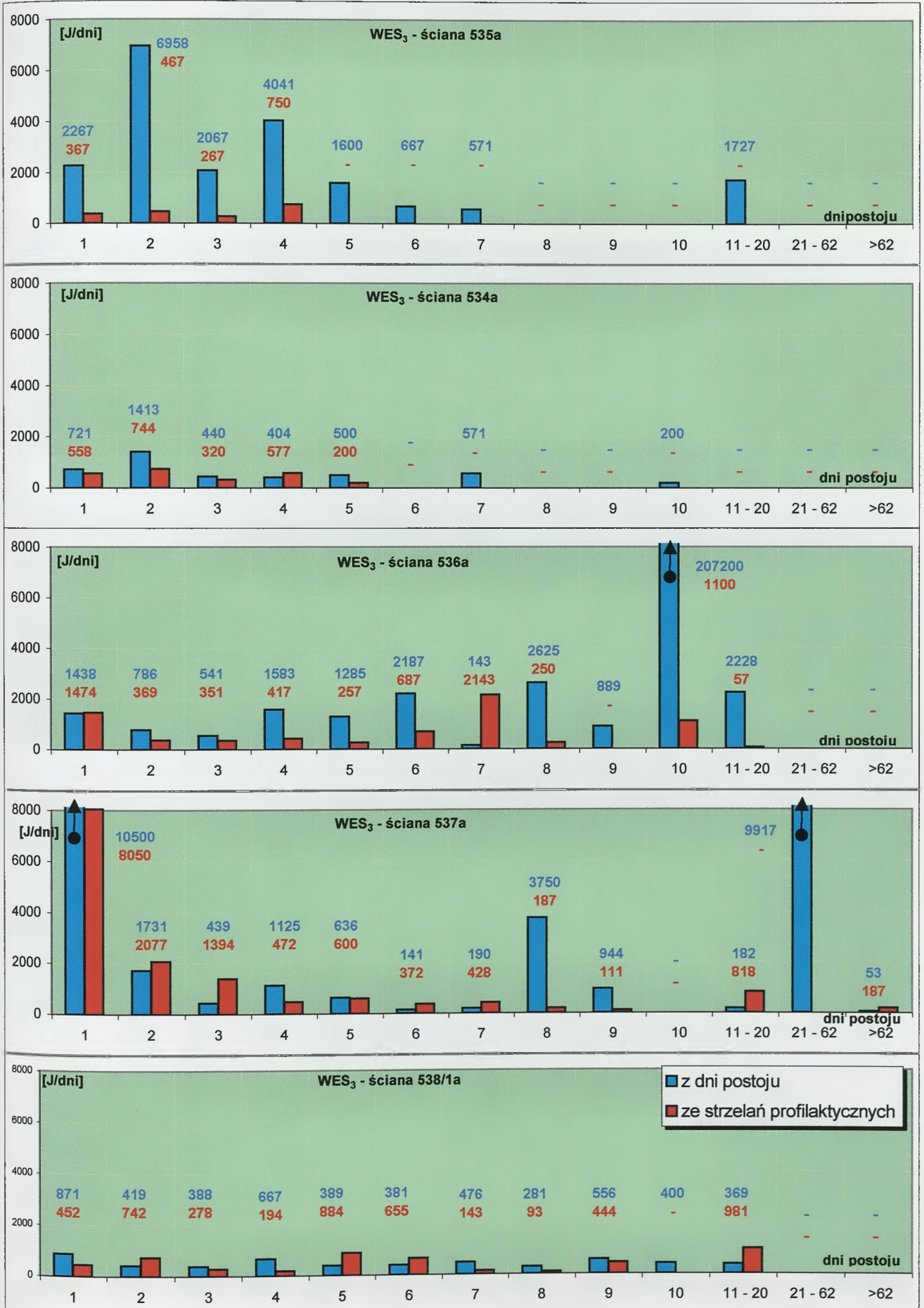
Rys 7.6. Aktywność N w dniach postojowych i ze strzelań profilaktycznych z doby i więcej dni postoju



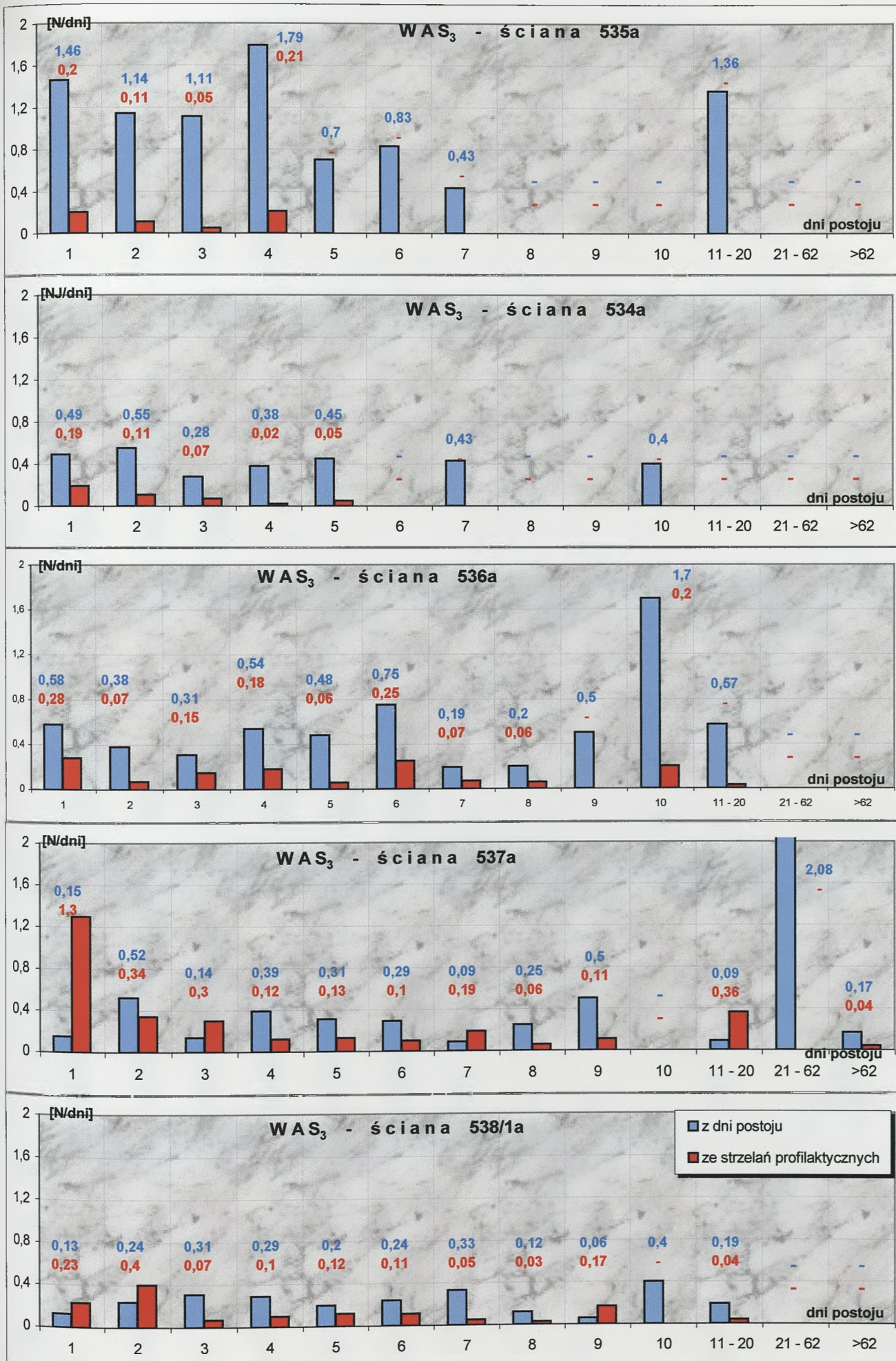
Rys 7.7. Energia sejsmiczna E wyemitowana w dniach postojowych i ze strzelań profilaktycznych z doby i więcej dni postoju



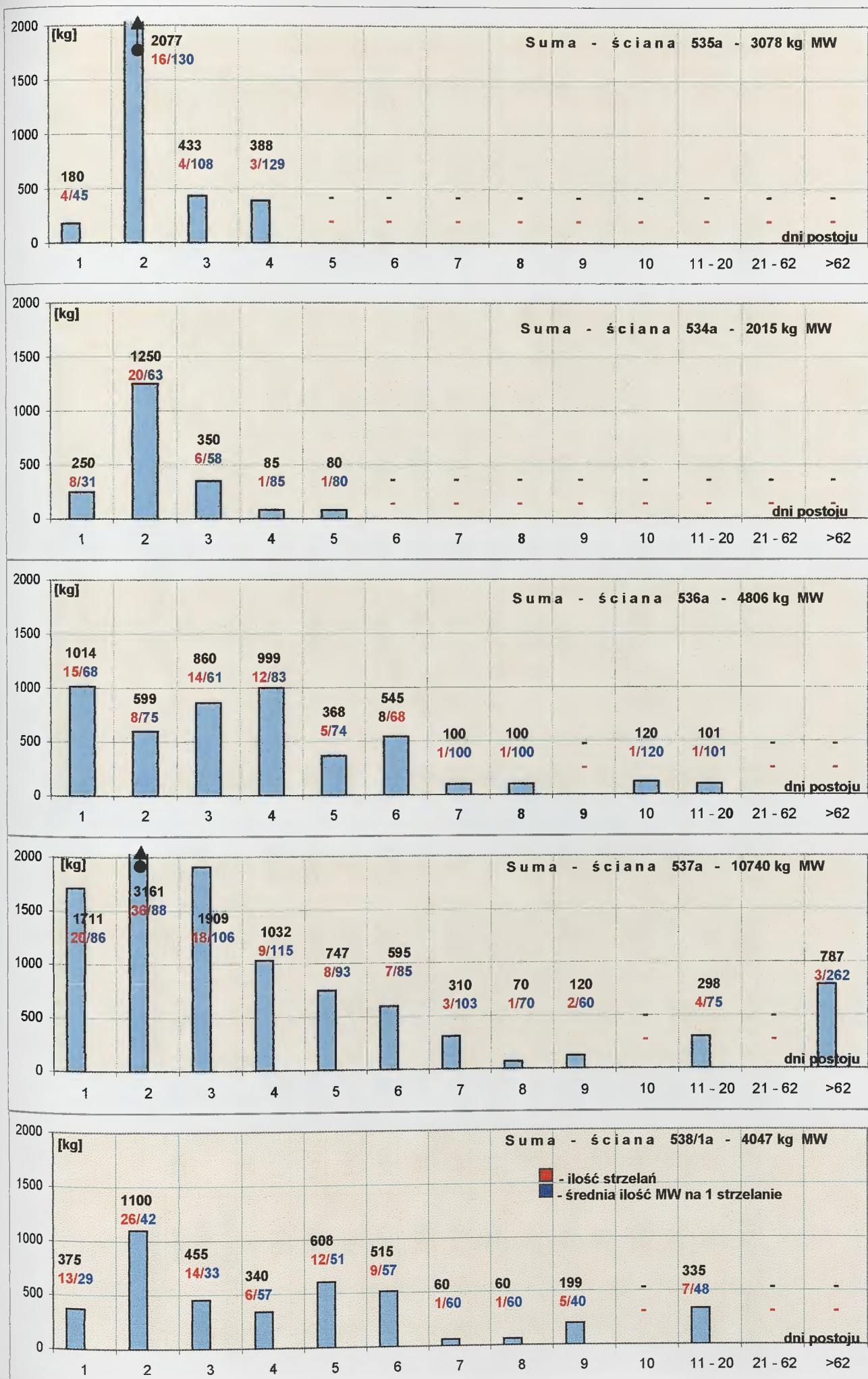
Rys. 7.8. Wskaźnik intensywności energii sejsmicznej $WIS = E_{\text{śred}}$ w dniach postojoych i strzelań profilaktycznych z doby i więcej dni postoju



Rys. 7.9. Wskaźnik energii sejsmicznej - średnia wielkość energii sejsmicznej wyemitowana na dobę w dniach postojowych i ze strzelań profilaktycznych z doby i więcej dni postoju



Rys 7.10. Wskaźnik aktywności sejsmicznej - średnia ilość wstrząsów na dobę w dniach postojowych i ze strzelań profilaktycznych z doby i więcej dni postoj



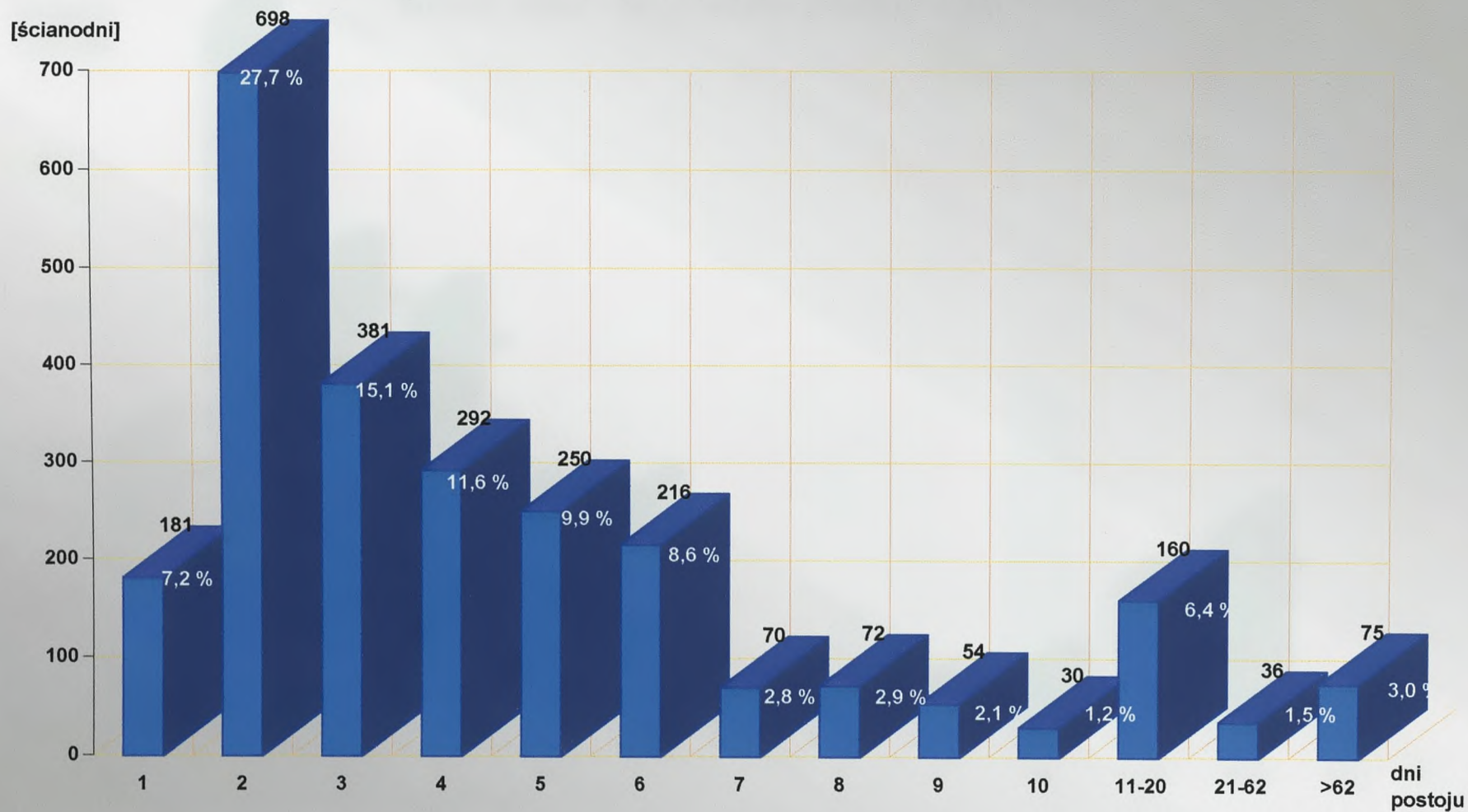
Rys 7.11. Zużycie MW do strzeżeń profilaktycznych w przypadku doby i więcej dni postępu

**Zestawienie aktywności i intensywności energii sejsmicznej z dni postojowych
wraz z charakterystyką strzelań profilaktycznych w modelu**

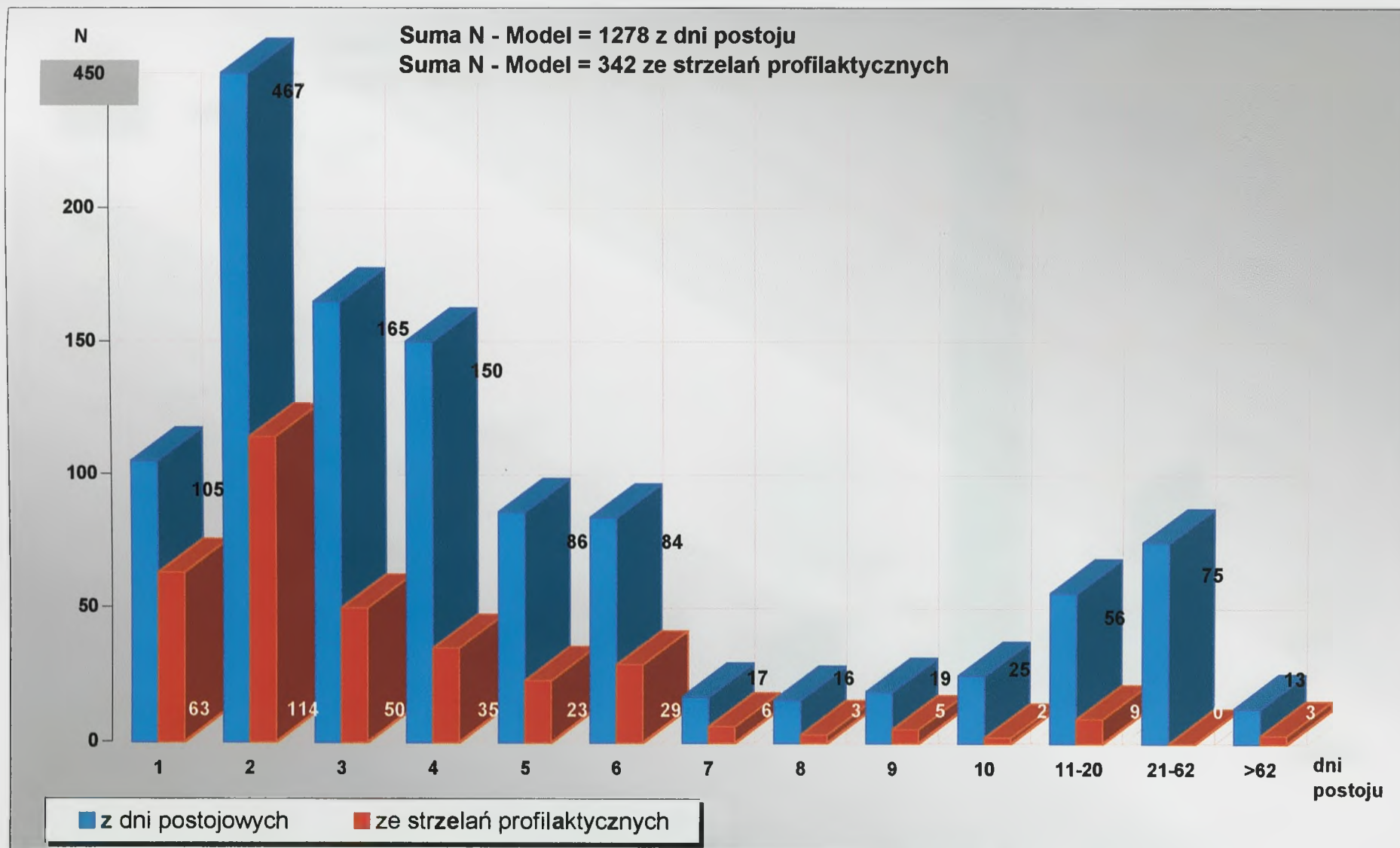
Tab. 7.27

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

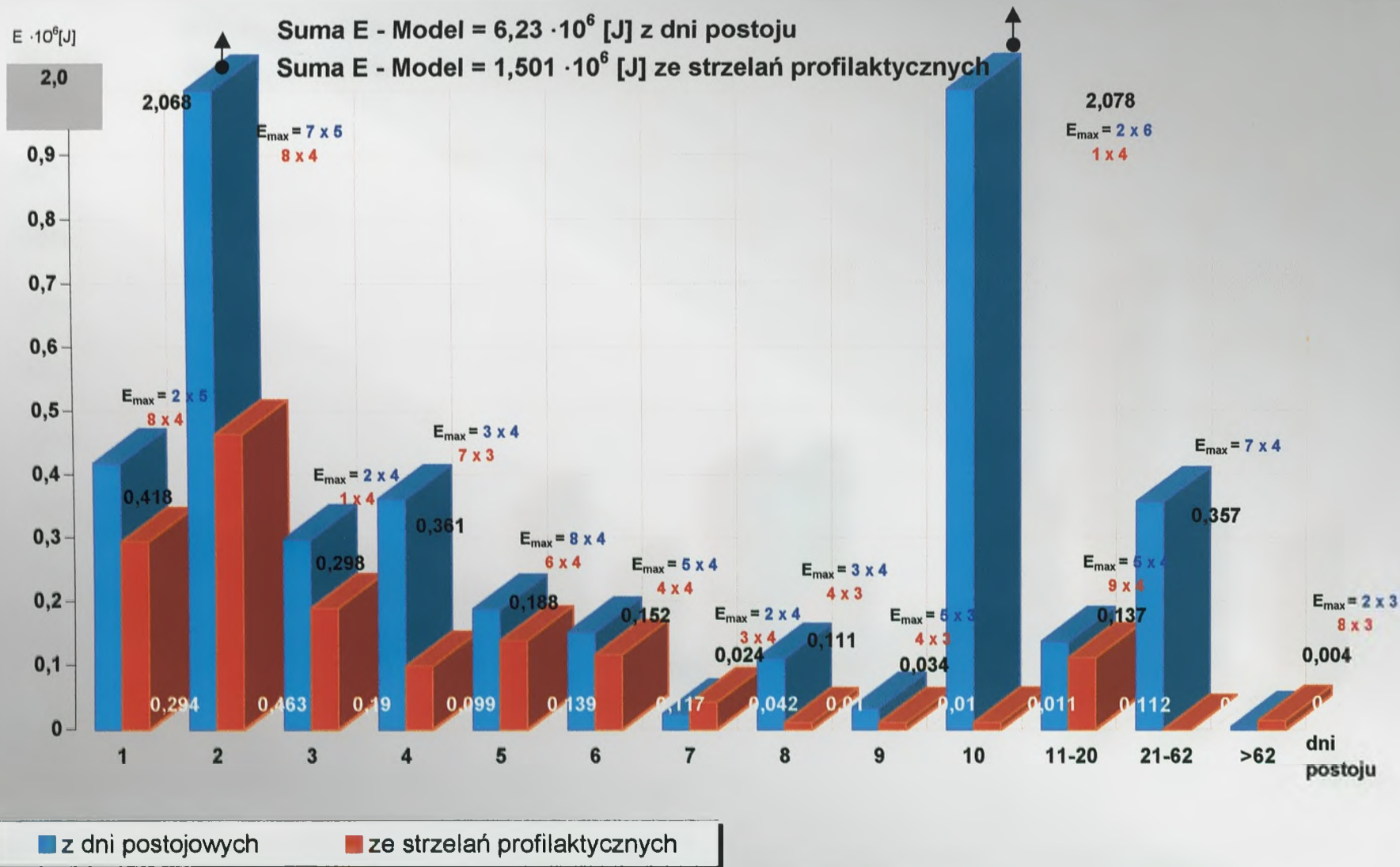
Suma postojów - Model = 2515 [ścianodni]



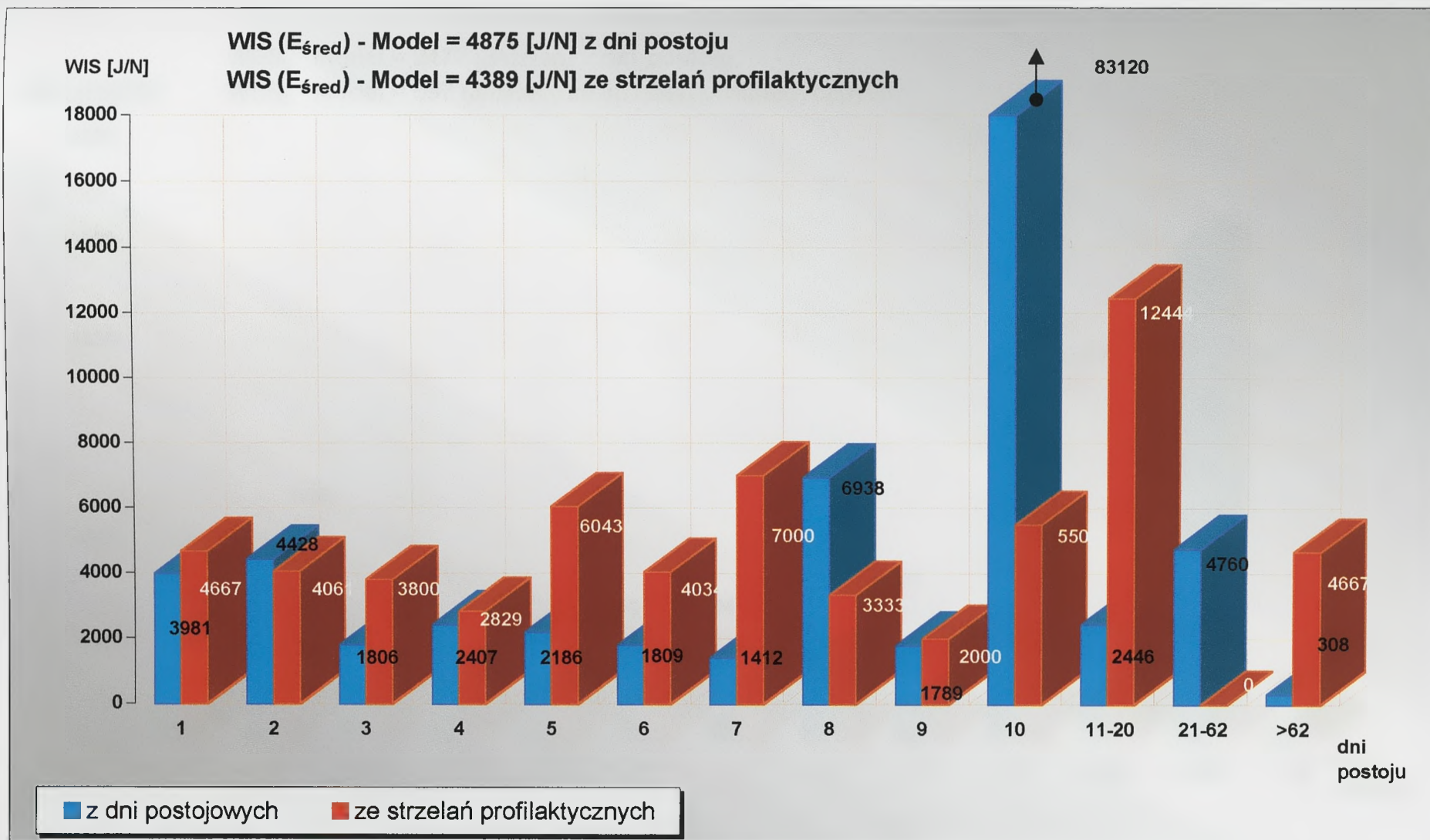
Rys. 7.12. Suma postojów jednodobowych i więcej oraz ich procentowy udział w sumie postojów modelu



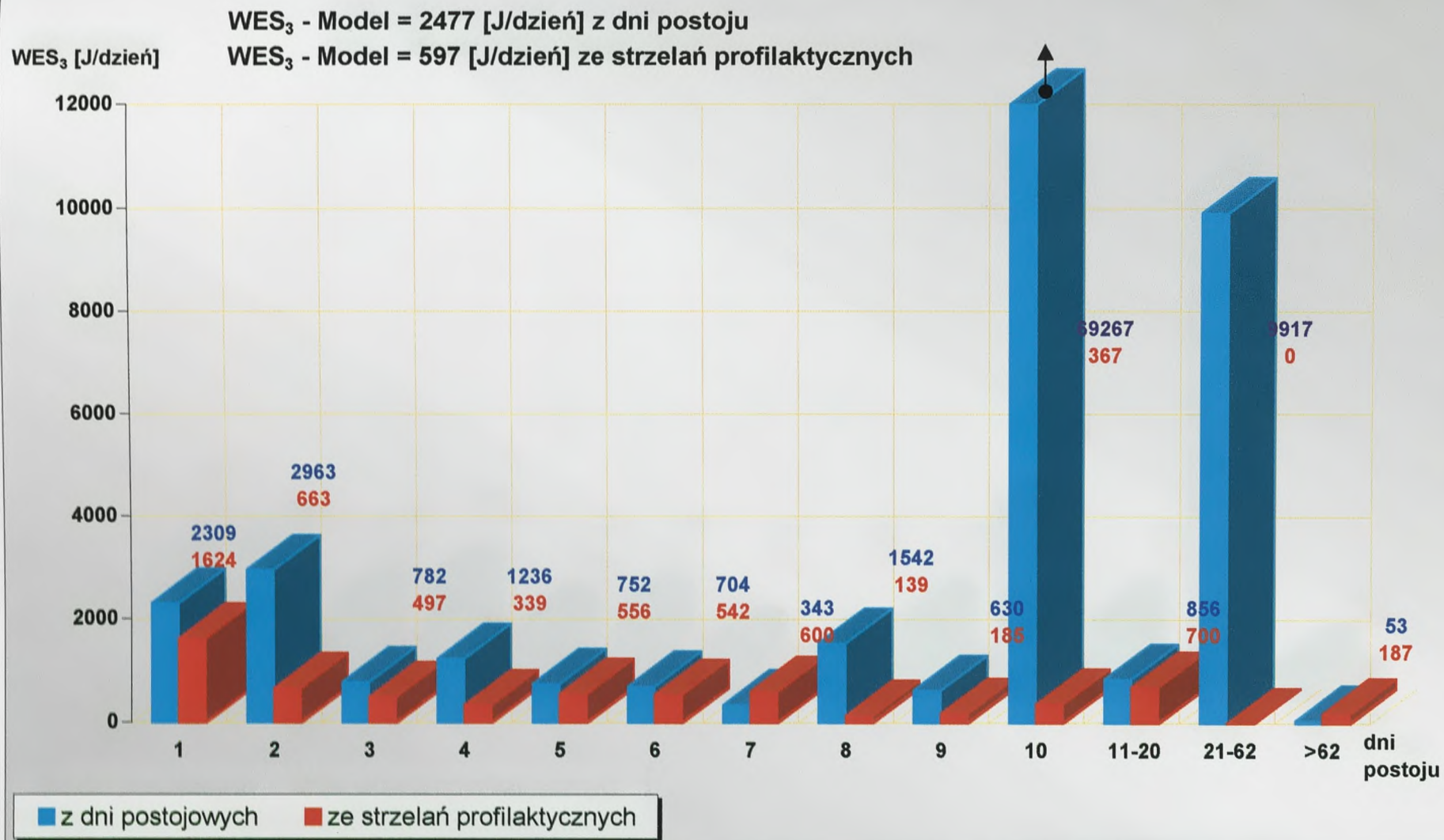
Rys. 7.13. Aktywność sejsmiczna N w dniach postojowych i ze strzelań profilaktycznych z doby i więcej dni postoju



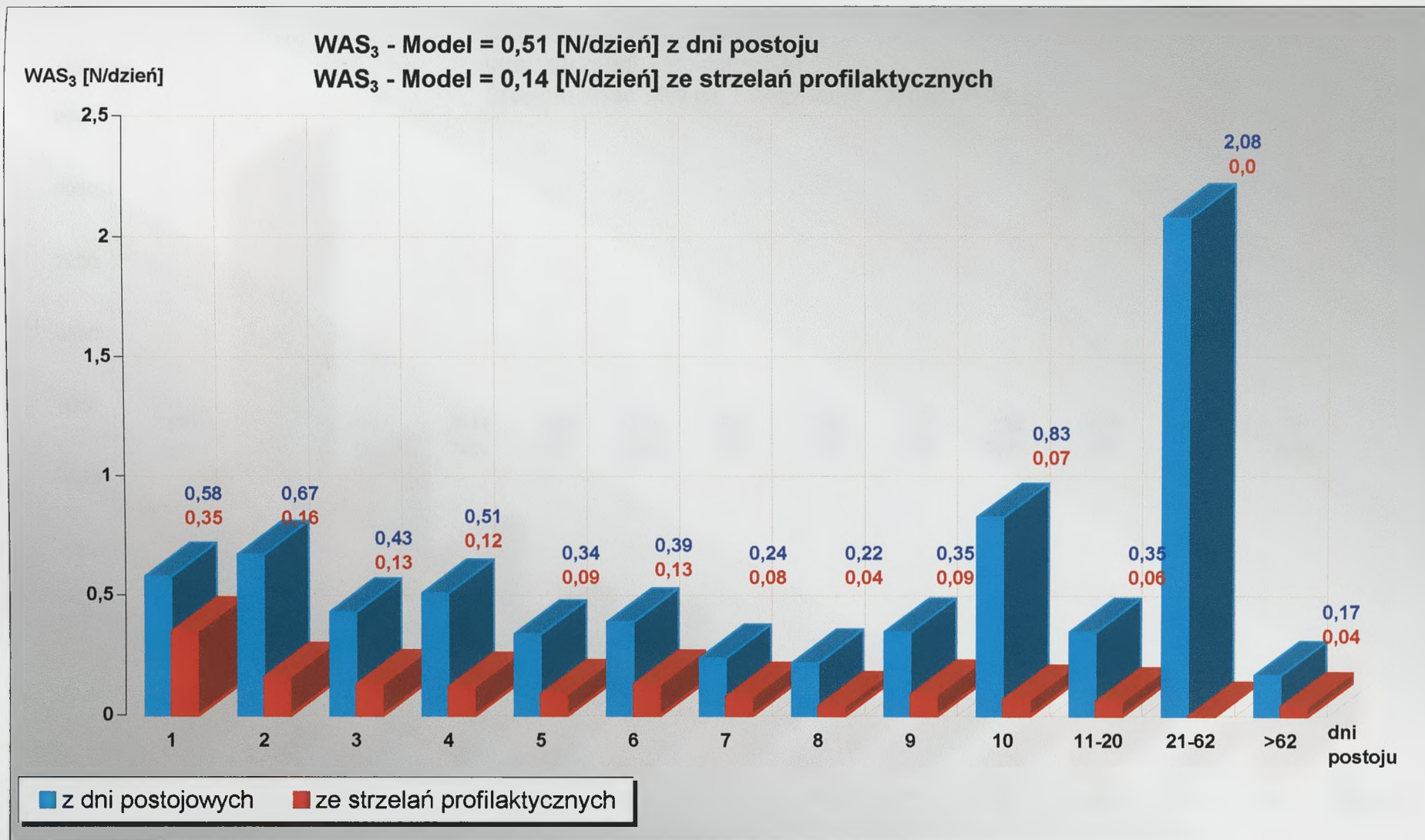
Rys. 7.14. Wielkość wyemitowanej energii sejsmicznej E w dniach postojowych i ze strzelań profilaktycznych z doby i więcej dni postoju



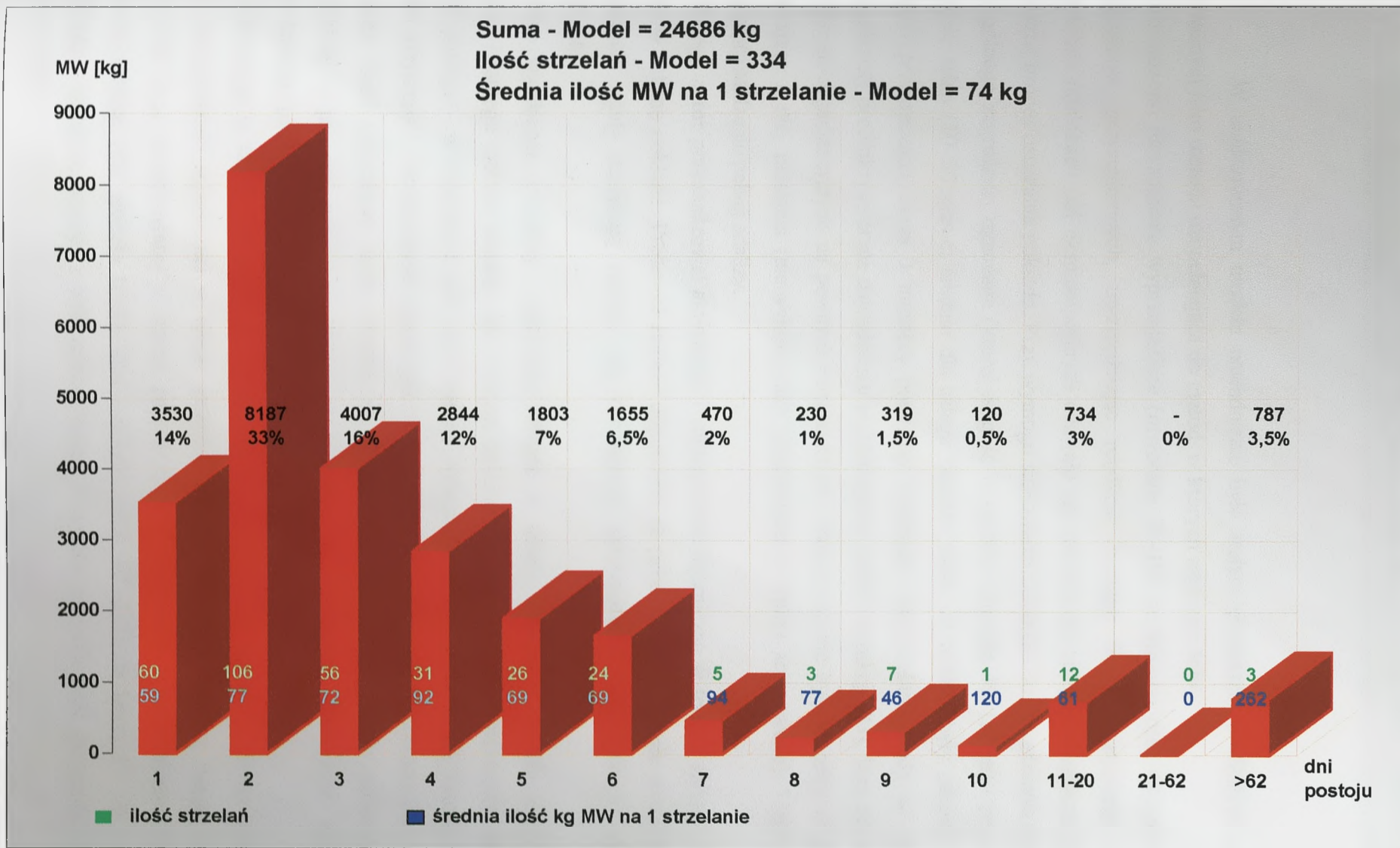
Rys. 7.15. Wskaźnik intensywności energii sejsmicznej - średnia wielkość wstrząsu energii sejsmicznej WIS ($E_{\text{śred}}$) w dniach postojowych i ze strzelań profilaktycznych z doby i więcej dni postoju



Rys. 7.16. Wskaźnik energii sejsmicznej - średnia wielkość energii sejsmicznej wyemitowana na dobę w dniach postojowych i ze strzelań profilaktycznych z doby i więcej dni postoju



Rys. 7.17. Wskaźnik aktywności sejsmicznej - średnia ilość wstrząsów na dobę w dniach postojowych i ze strzelań profilaktycznych z doby i więcej dni postoju



Rys. 7.18. Zużycie MW do strzelań profilaktycznych w przypadku doby i więcej dni postoju

7.3. Wpływ nawadniania na aktywność i intensywność energii sejsmicznej

W analizowanym modelu nawadnianie było stałym elementem profilaktyki aktywnej stosowanym jako metoda uzupełniająca do metod, w których używano MW.

Prowadzono nawadnianie wyprzedzające (otworami 50–100 m długości oraz 48 mm średnicy) z chodników przyścianowych, uwzględniając prędkość postępu frontu ścianowego. Nie na wszystkich odcinkach pól eksploatacyjnych udawało się zniwelować kolejnym zatłaczaniem wody w caliznę proces osuszania pokładu. Przy wymogu stosowania otworów do nawadniania poza strefą szczególnego zagrożenia tapaniami (której długość w modelu wynosiła 40–180 m) i przy wolnym postępie ścian (10–50 m/m-c; średnio dla całego obszaru około 23 m/m-c) były odcinki pola, na których przekraczano okres 3 miesięcy pomiędzy kolejnymi zatłaczaniami wody w caliznę. W prowadzonej profilaktyce przez nawadnianie przestrzegano zatem instrukcji [33], lecz ze względów techniczno-organizacyjnych na pewnych odcinkach pól ścianowych nie były w pełni zrealizowane wynikające z niej ustalenia (nie wykonywano nawadniania z frontu ścianowego). Uniemożliwiło to przeprowadzenie pełnej analizy.

Dlatego autor przeanalizował aktywność i intensywność sejsmiczną w trakcie samego tłoczenia wody w caliznę pokładu. Próbował znaleźć odpowiedź na pytanie, czy w trakcie samego procesu zatłaczania wody następuje wzrost, czy też spadek aktywności i emisji energii sejsmicznej w modelu?

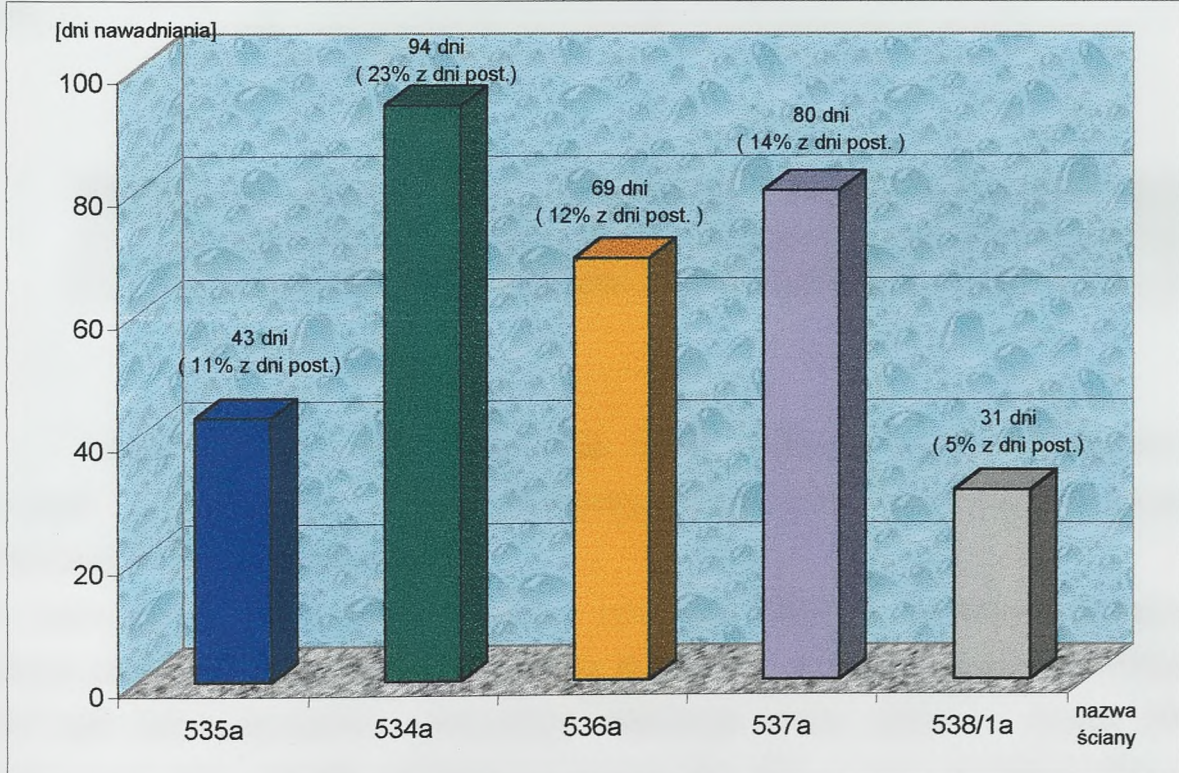
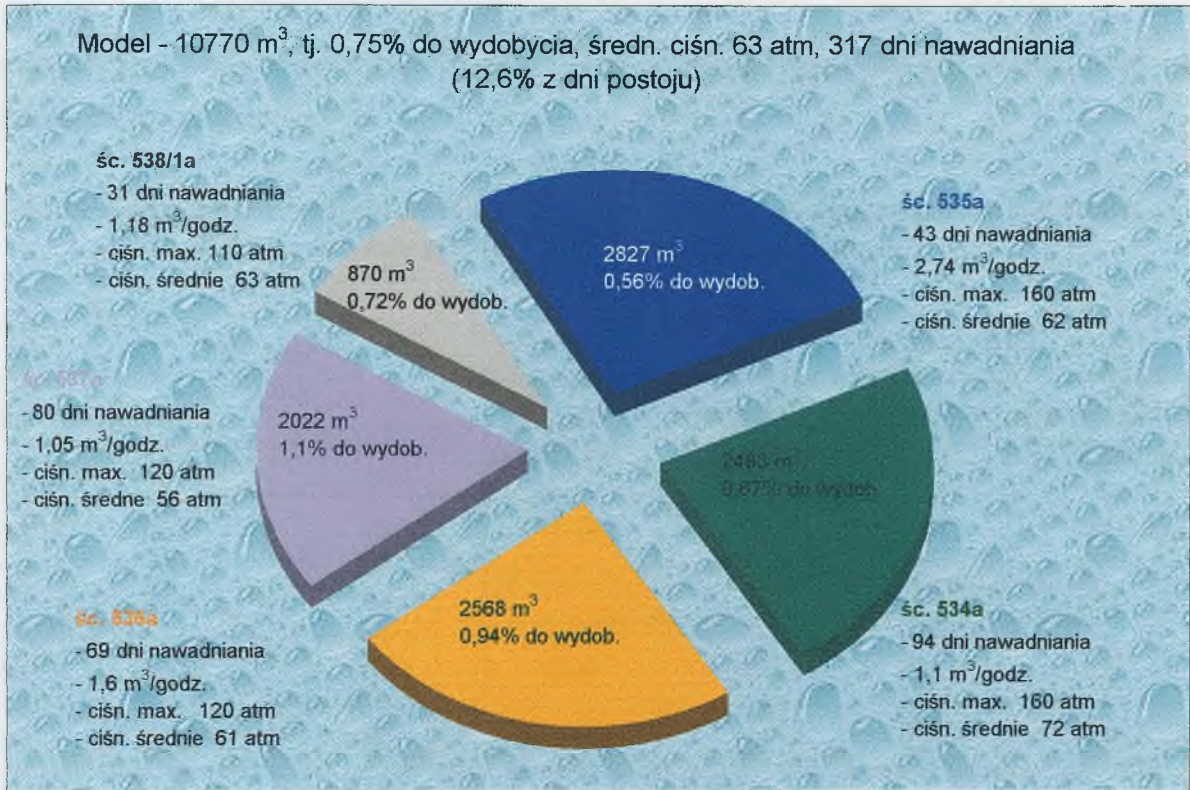
Dane wynikające z analizy i rejestracji zebrano w tabelę zbiorczą 7.28. Dla każdej ściany modelu i samego modelu podano: dni robocze, dni postoju, aktywność i intensywność sejsmiczną w dni postoju – wydzielono z nich czas samego wtłaczania wody i podano, jak kształtowała się wtedy aktywność i intensywność sejsmiczna. Dla obydwu przypadków odnotowano $E_{\max}$. Podano również: ilość wtłoczonej wody, średnią wydajność tłoczenia wody, średnie ciśnienie wody, wydobyte i procent wtłoczonej wody w stosunku do wydobywania. Powyższe wartości z uzupełnieniem (ciśnienie max.) przedstawiono również na rysunku 7.19.

Obserwując w tabeli 7.28 uzyskane wyniki stwierdzono znaczny spadek zarówno aktywności, jak i intensywności sejsmicznej w czasie procesu wtłaczania wody w caliznę węglową. Także w zakresie $E_{\max}$ wyemitowanej w czasie postoju bez nawadniania i z nawadnianiem wystąpiła wyraźna różnica (dla modelu trzech klas energetycznych 10^6 – 10^3) na korzyść – w sensie jej obniżenia – w czasie postoju z wtłaczaniem wody. Powyższa prawidłowość dotyczyła każdej ze ścian modelu.

**Zestawienie aktywności i intensywności energii sejsmicznej w ścianach modelu i w modelu
z dni postojowych, w tym z nawadniania, parametry nawadniania**

Tab. 7.28

Wyszczególnienie		Z dni postojowych				W tym z nawadniania				Ilość wtłocz. wody [m ³]	Średnia ilość wtłocz wody [m ³ /godz]	Średnie ciśnienie wody [atm]	Wydoby- cie [m ³]	%wtłocz 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 x 4	1031 43	4	0,005	3 x 3	2827	2,74	62	500735	0,56
534a 1006	595	411	186	0,38	9 x 4	2262 94	-	-	-	2483	1,1	72	367752	0,67
536a 1065	492	573	280	2,75	2 x 6	1650 69	1	0,009	9 x 3	2568	1,6	61	272398	0,94
537a 912	340	572	238	1,00	2 x 5	1915 80	2	0,002	1 x 3	2022	1,05	56	181923	1,1
538/1a 883	301	582	131	0,25	2 x 4	738 31	1	0,0008	8 x 2	870	1,18	63	120496	0,72
Model 1461	2386	2515	1278	6,23	2 x 6	7596 317	8	~0,017	9 x 3	10770	1,42	63	1443304	0,75



Rys 7.19. Dane charakterystyczne nawadniania ścian modelu

W tabeli 7.29 przedstawiono krotność spadku aktywności N i intensywności E z czasu tłoczenia wody w caliznę w stosunku do czasu postoju bez nawadniania. Oprócz krotności spadków rzeczywistych wyliczono również równoważne uwzględniające różnice czasów postoju ścian bez nawadniania i z nawadnianiem.

Porównanie aktywności i intensywności energii sejsmicznej w ścianach modelu i w modelu w czasie bez nawadniania i w okresie tłoczenia wody

Tab. 7.29

Nazwa ściany	Czas postoju [dni]		Krotność spadku aktywn. N z czasu nawad. w stosunku do czasu bez nawadniania		Krotność spadku emisji E z czasu nawad. w stosunku do czasu bez nawadniania	
	bez nawadniania	Z nawadnianiem	rzeczywista	równoważna	rzeczywista	równoważna
1	2	3	4	5	6	7
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 $E \Rightarrow 10^2$ [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 energii sejsmicznej wraz z podstawowymi danymi charakteryzującymi poszczególne ściany modelu pod kątem prowadzonej profilaktyki aktywnej

Tabela 7.30 przedstawia kolejny etap badań – poprzez wyliczenie wskaźników sejsmicznych i gromadzeniu danych charakteryzujących front eksploatacyjny modelu i zastosowanej w nim profilaktyki aktywnej.

Dla celów analizy wyniki przedstawiono na rysunkach 7.20–7.35, na których wyliczono procentowe udziały dla takich wielkości, jak: czas eksploatacji, aktywność sejsmiczną, wielkość wyemitowanej energii sejsmicznej, powierzchnia odsłoniętego stropu, wydobycie, zużycie MW, ilości wtłoczonej wody, wskaźnik profilaktyki za pomocą MW (WP_{MW}) oraz wskaźnik profilaktyki za pomocą nawadniania (WP_W). Analizując przebieg eksploatacji (Załącznik nr 3) powyższe dane przedstawiono w identycznym zakresie, lecz w rozbiciu na tzw. przedziały czasowe.

**Zestawienie aktywności i intensywności energii sejsmicznej ścian modelu i modelu
wraz z podaniem charakterystycznych parametrów i wskaźników**

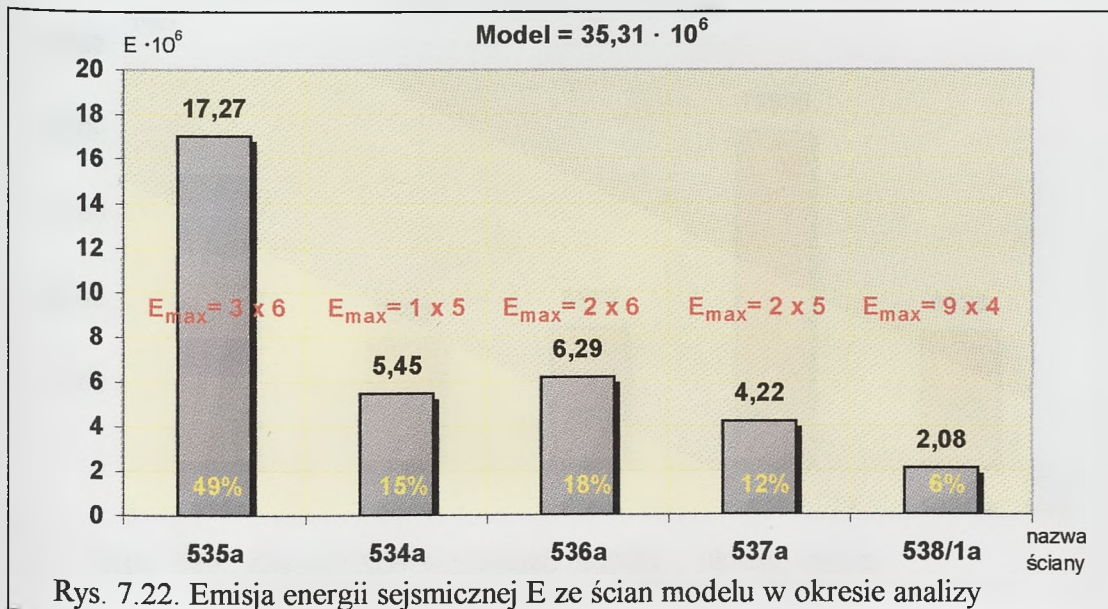
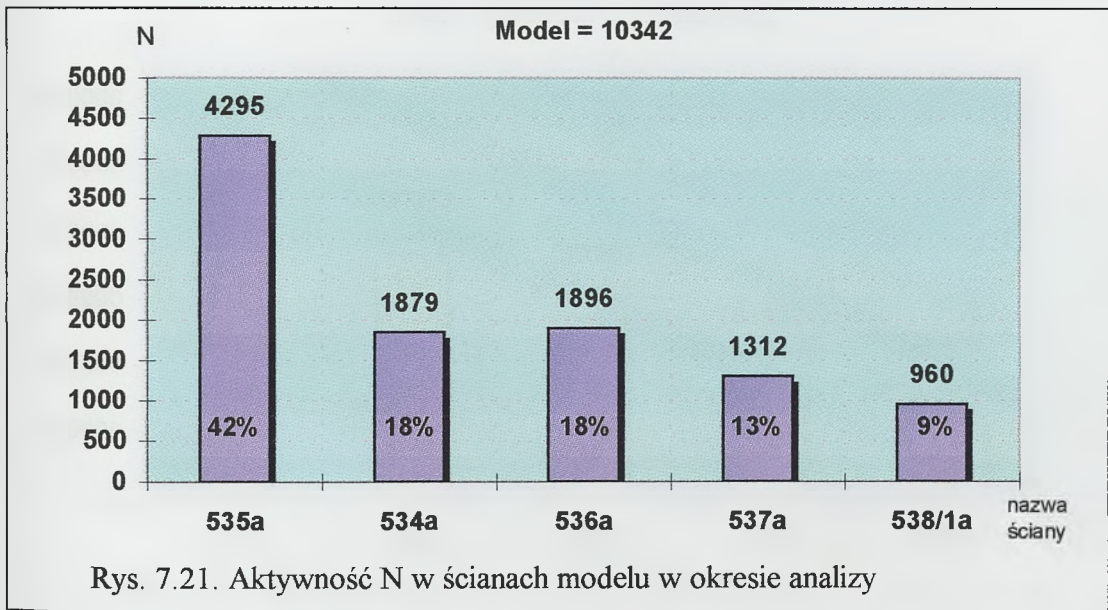
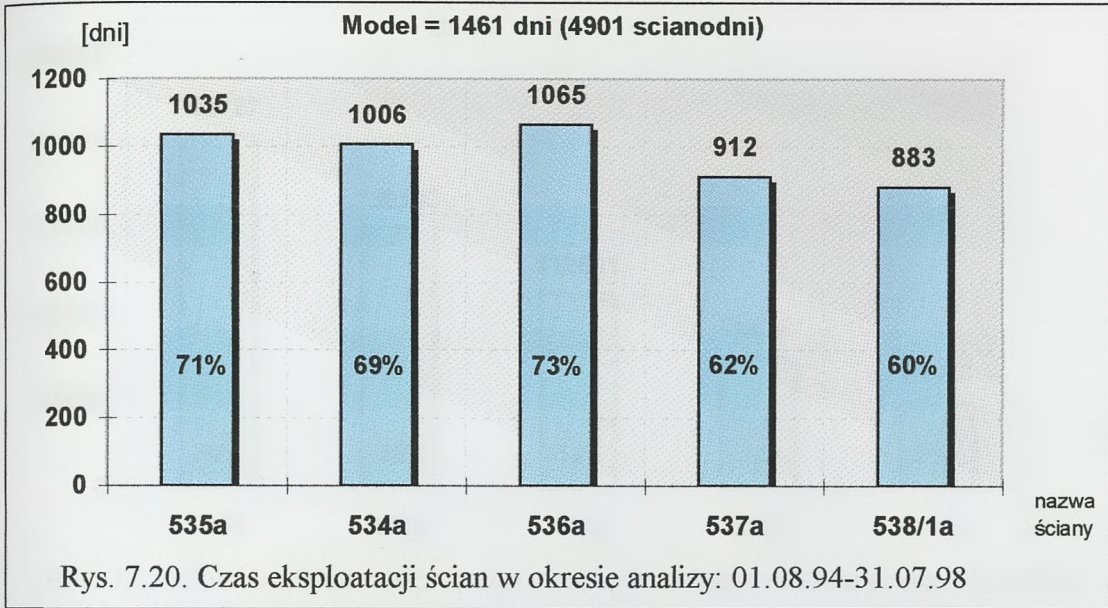
Tab. 7.30

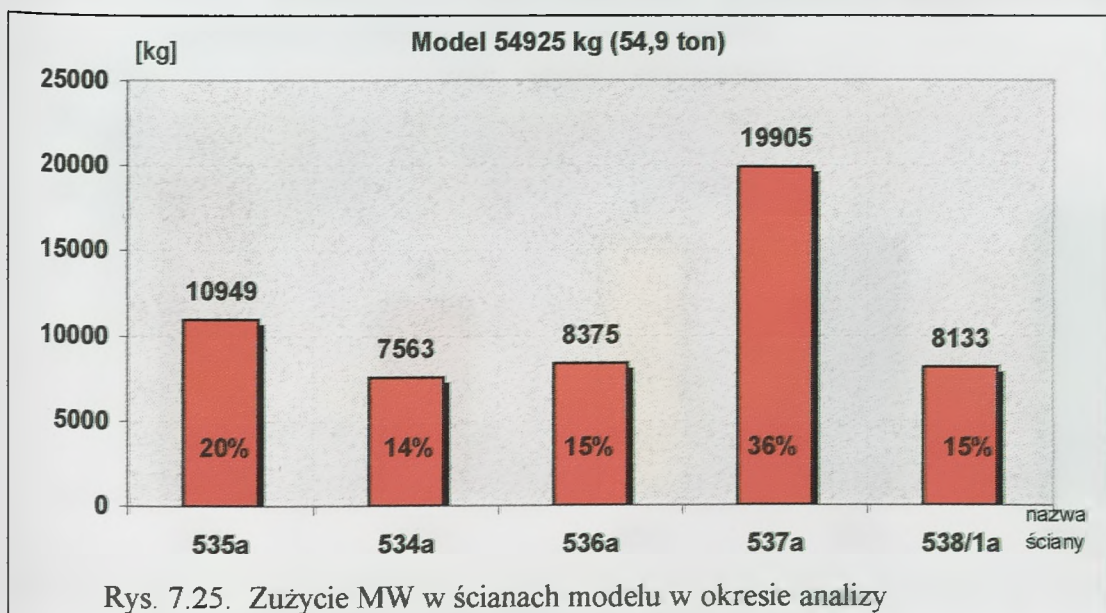
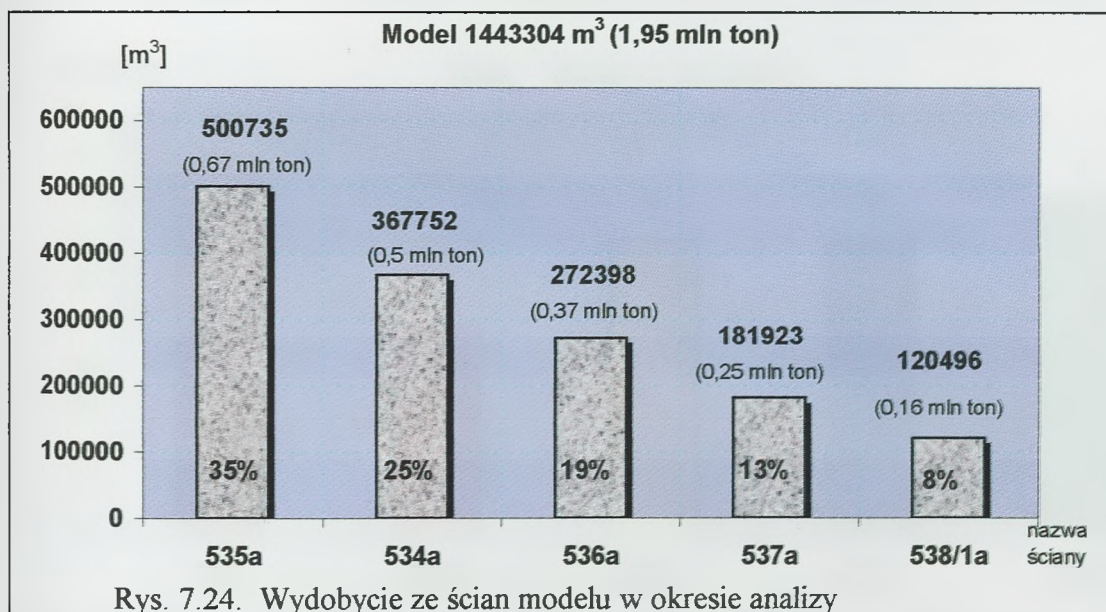
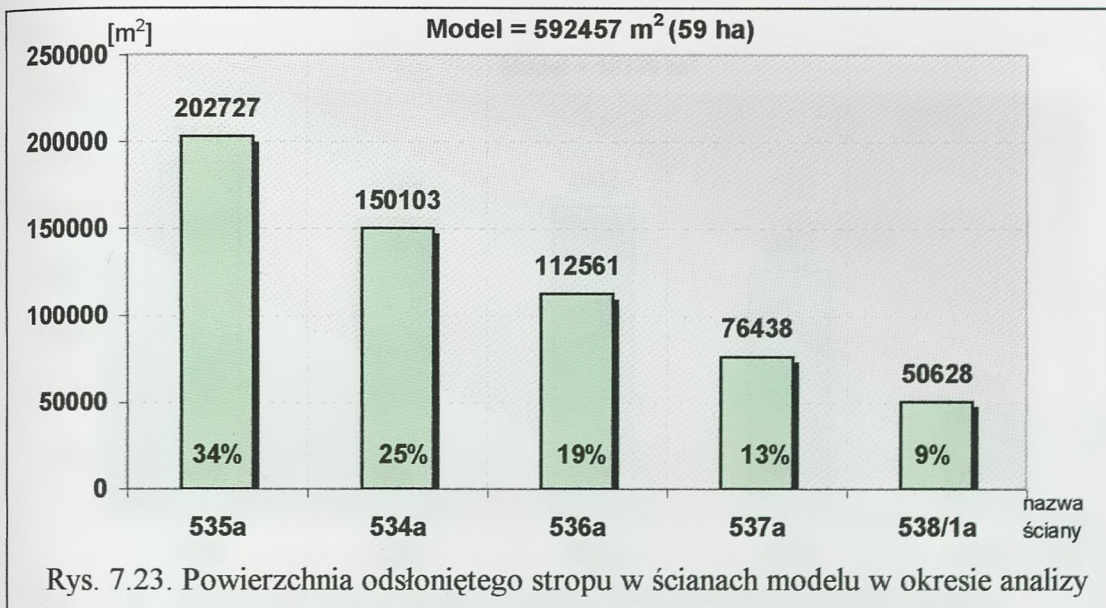
Ściany	[ściano- dni]	ΣN	$\Sigma E \cdot 10^6$	$E_{\max}$	Data godz. $E_{\max}$	Pow. odślon. stropu	Wydoby- cie	Ilość zużytego MW	Ilość wtłoczon. wody	WAS ₁ [N/m ³] x 1000	WAS ₂ [N/m ²] x 1000	WAS ₃ [N/dni]	WIS [J/N]	WES ₁ [J/ m ³]	WES ₂ [J/m ²]	WES ₃ [J/dz]	WP _{MW} [kg/m ³]	WP _W [l/m ³]
[dni]	[dni]		[J]	[J]		[m ²]	[m ³]	[kg]	[m ³]	3 : 8	3 : 7	3 : 1	4 : 3	4 : 8	4 : 7	4 : 1	9 : 8	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 x 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 x 5 (2razy)	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 x 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 x 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 x 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 x 6	28.01.95 03:27	592457	1443304	54925	10770	7	17	7	3414	24,5	59,6	24168	0,04	7,5

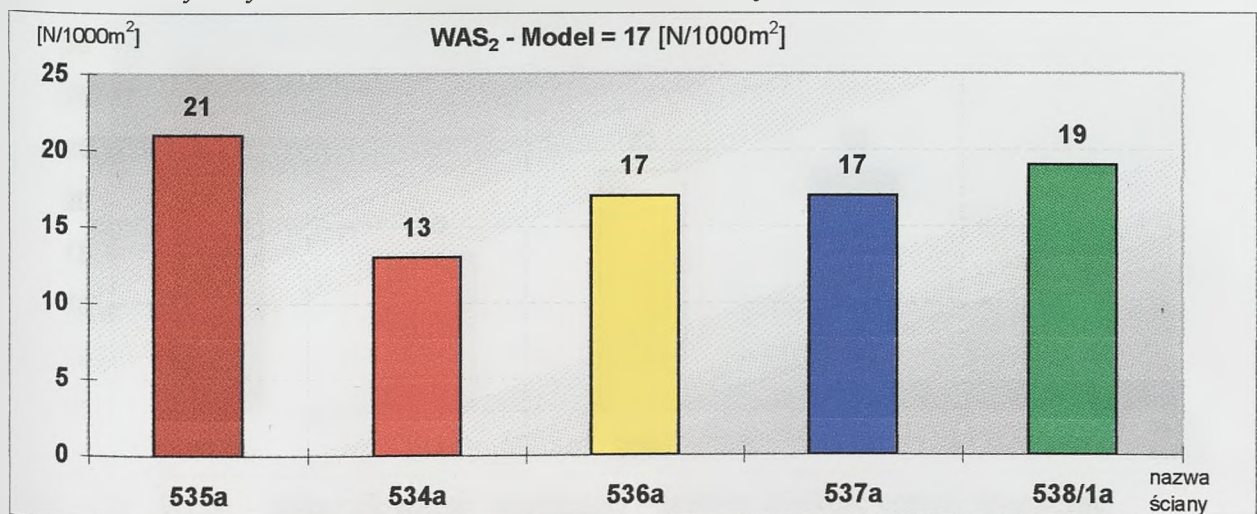
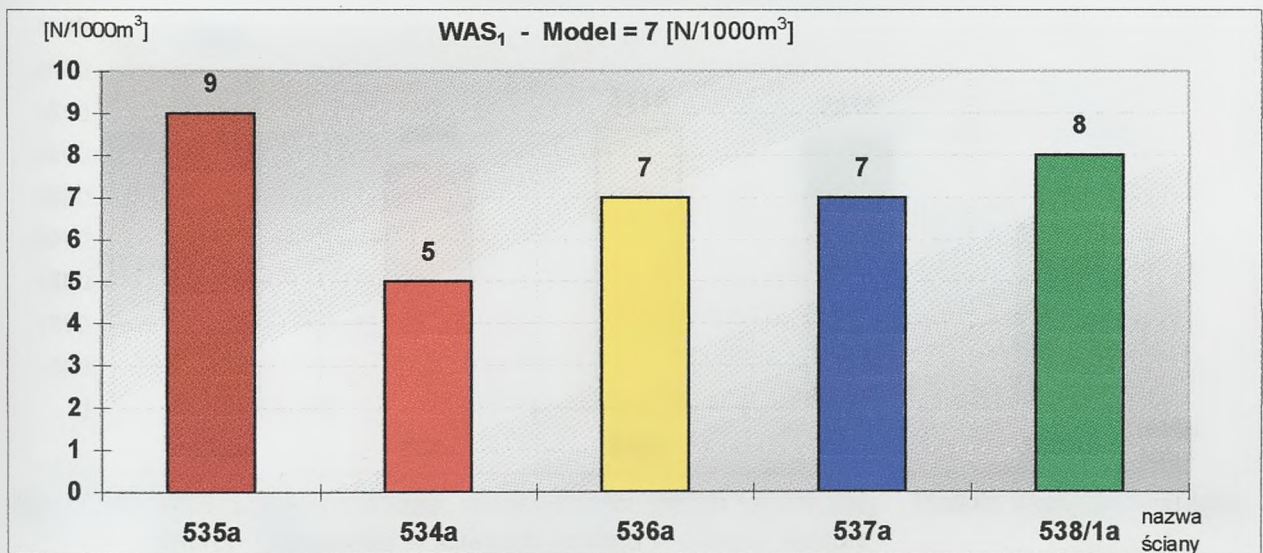
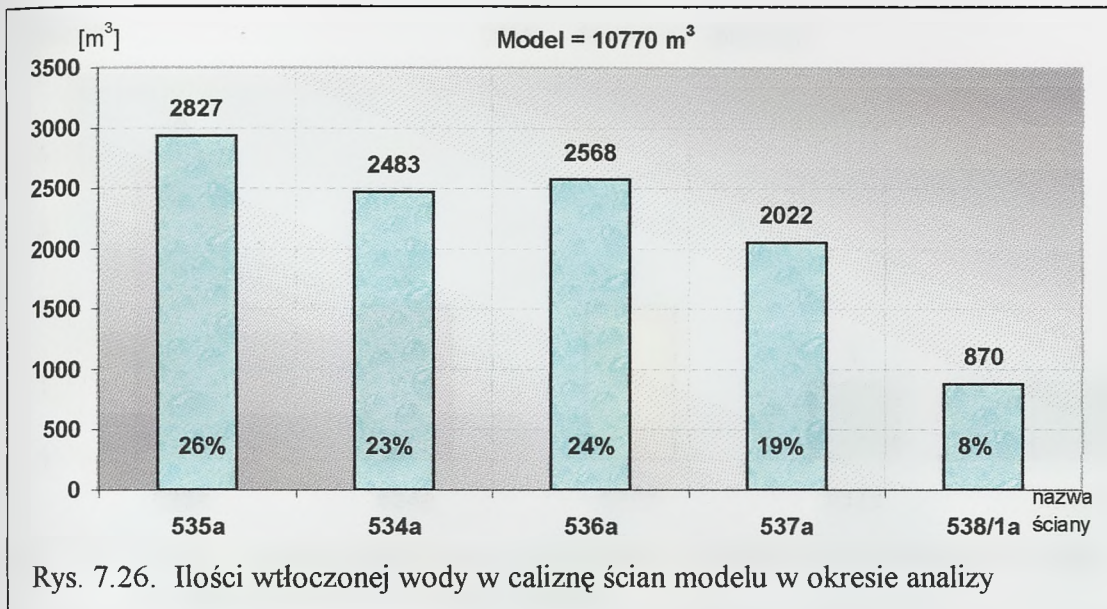
Objaśnienia:

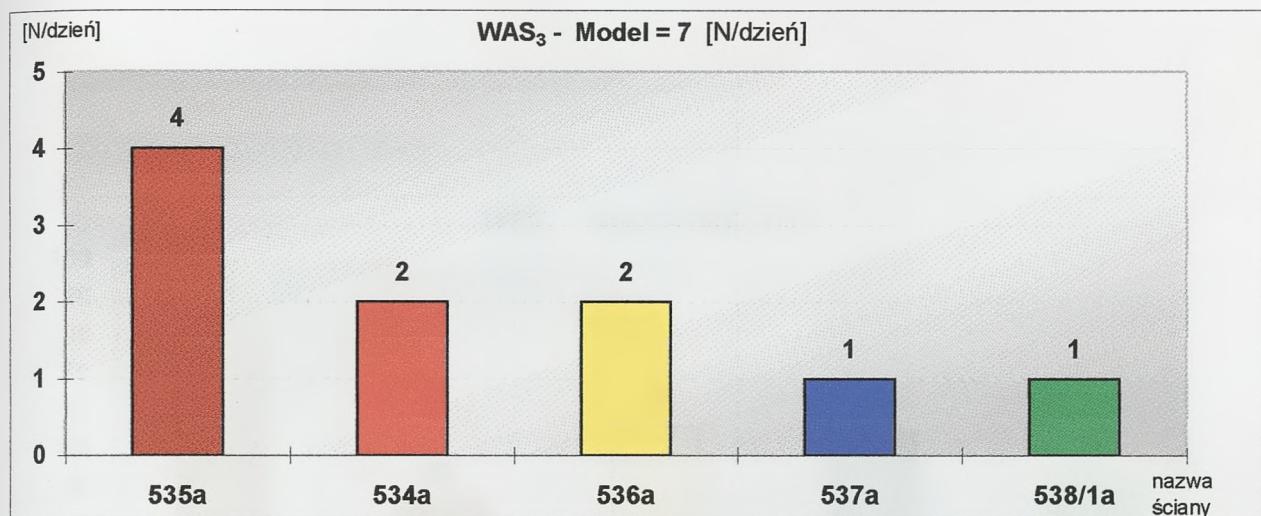
- WAS₁ wskaźnik aktywności sejsmicznej (średnia ilość wstrząsów na m³ wydobywania) [N/m³] x 1000
- WAS₂ wskaźnik aktywności sejsmicznej (średnia ilość wstrząsów na m² odsłoniętego stropu) [N/ m²] x 1000
- WAS₃ wskaźnik aktywności sejsmicznej (średnia ilość wstrząsów na dobę) [N/dzień]
- WIS = E_{śred} wskaźnik intensywności energii sejsmicznej (średnia wielkość wstrząsu energii sejsmicznej) [J/N]
- WES₁ wskaźnik energii sejsmicznej (średnia wielkość energii sejsmicznej wyemitowana na m³ wydobywania) [J/ m³]
- WES₂ wskaźnik energii sejsmicznej (średnia wielkość energii sejsmicznej wyemitowana na m² odsłoniętego stropu) [J/m²] (tzw. gęstość)
- WES₃ wskaźnik energii sejsmicznej (średnia wielkość energii sejsmicznej wyemitowana na dobę) [J/dzień]
- WP_{MW} wskaźnik profilaktyki aktywnej przy pomocy strzelań MW w kg na m³ wydobywania [kg/m³]
- WP_W wskaźnik profilaktyki aktywnej przy pomocy nawadniania w litrach na m³ wydobywania [litry/m³]

- [dni] oznacza żywotność ściany (modelu) od początku do zakończenia eksploatacji (analizy),
- [ścianodni] dla ścian [ścianodni = dni], natomiast dla modelu stanowią sumę żywotności w dniach z poszczególnych ścian w okresie analizy,

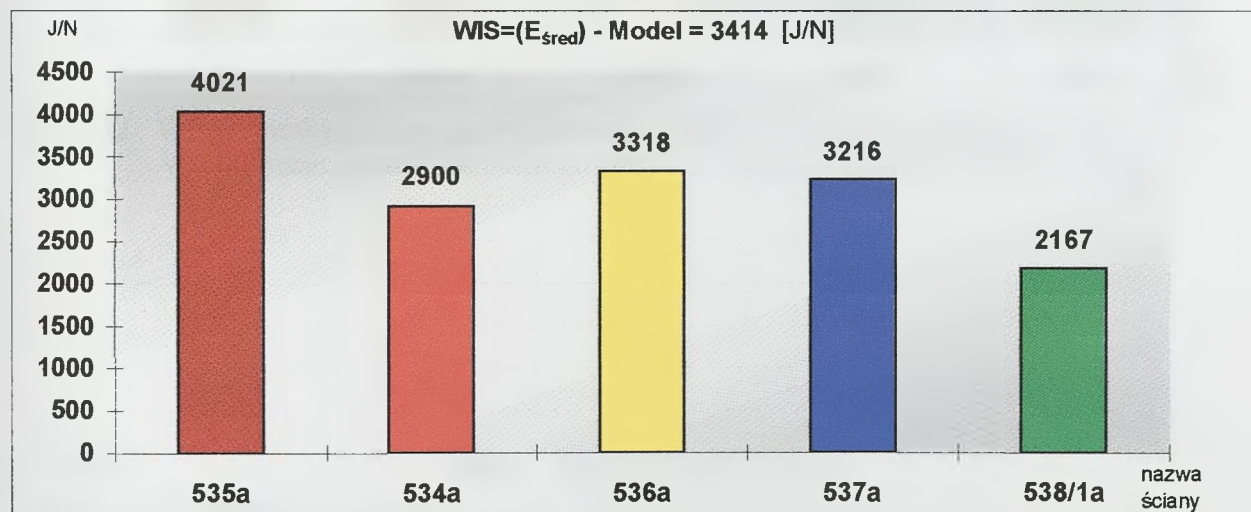




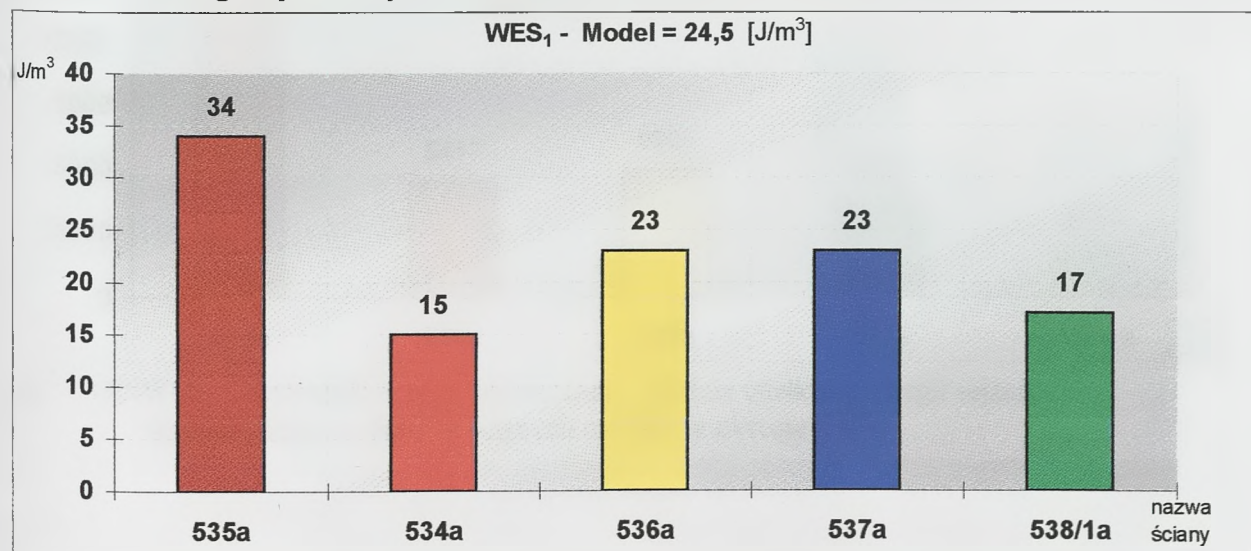




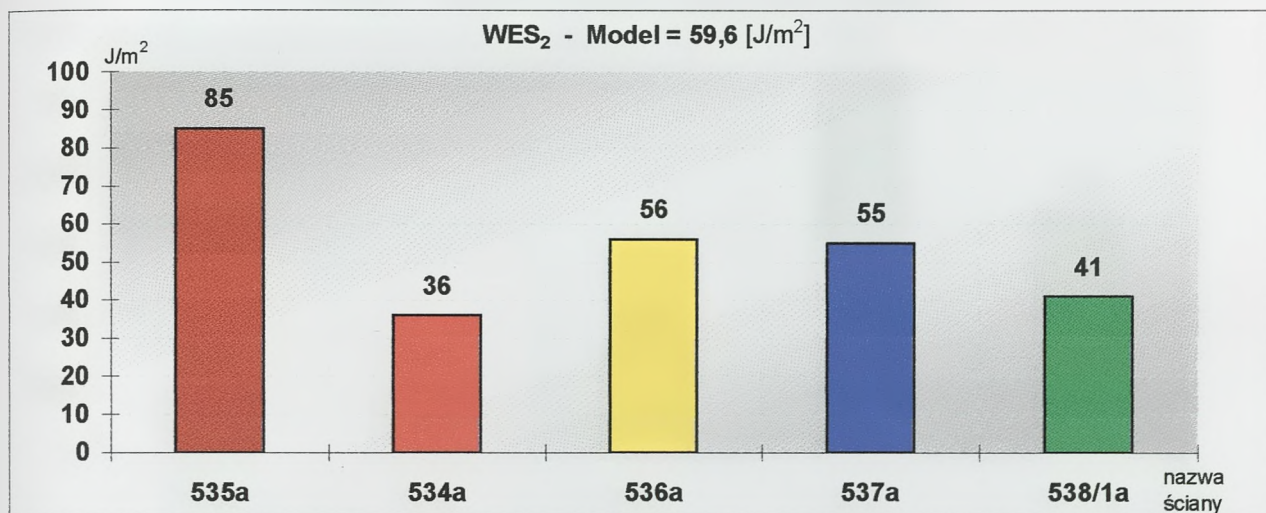
Rys. 7.29. WAS₃ – wskaźnik aktywności sejsmicznej – średnia ilość wstrząsów na dobę w ścianach modelu w okresie analizy



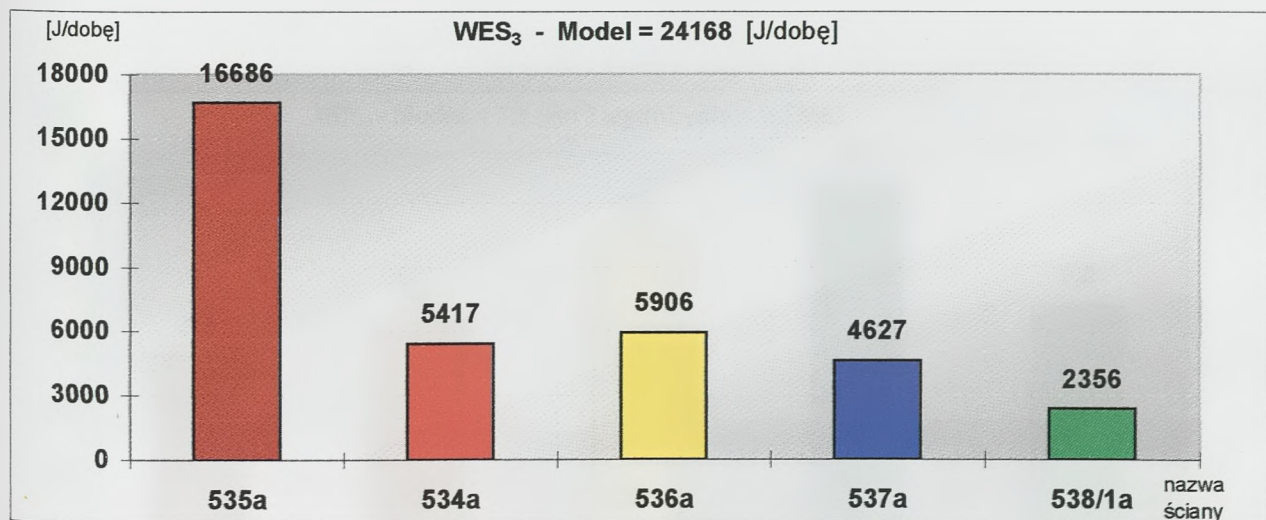
Rys. 7.30. WIS=E_(śred) – wskaźnik intensywności energii sejsmicznej – średnia wielkość wstrząsu energii sejsmicznej w ścianach modelu w okresie analizy



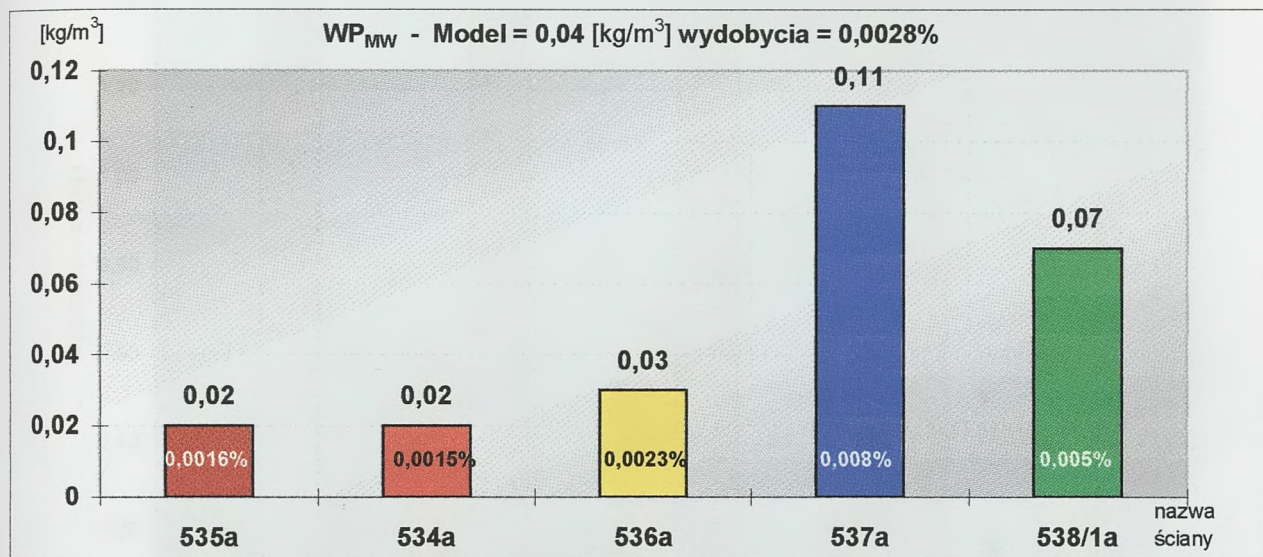
Rys. 7.31. WES₁ – wskaźnik energii sejsmicznej – średnia wielkość energii sejsmicznej wyemitowana na m³ wydobywania w ścianach modelu w okresie analizy



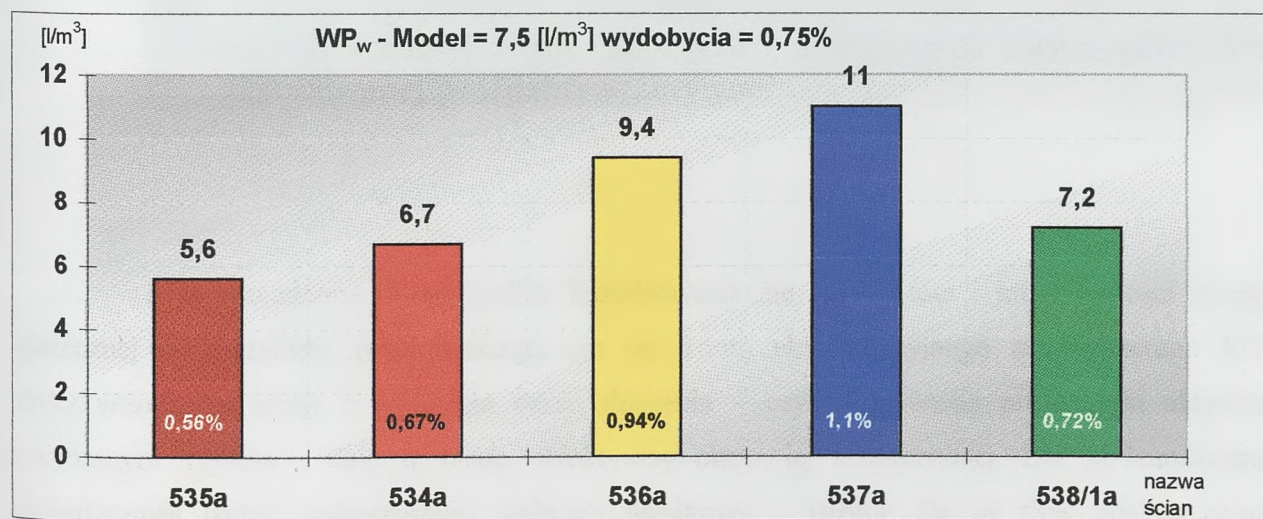
Rys. 7.32. WES₂ – wskaźnik energii sejsmicznej – średnia wielkość energii sejsmicznej wyemitowana na m² odsłoniętego stropu w ścianach modelu w okresie analizy



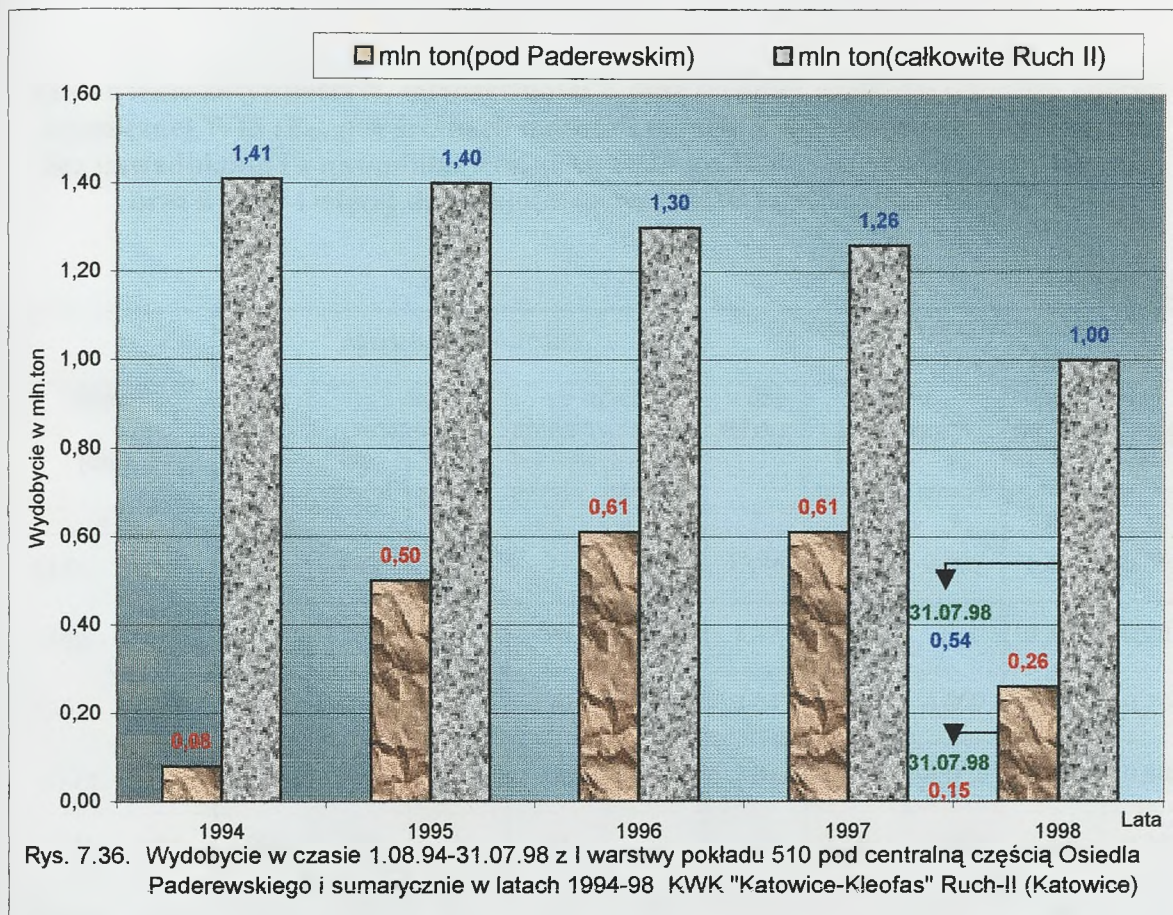
Rys. 7.33. WES₃ – wskaźnik energii sejsmicznej – średnia wielkość energii sejsmicznej wyemitowana na dobę w ścianach modelu w okresie analizy



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



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



7.5. Analiza aktywności i intensywności energii sejsmicznej oraz energii średniej z dni roboczych i postojowych z uwzględnieniem zastosowanej profilaktyki aktywnej

Przeprowadzona dotąd analiza kształtowania się aktywności i intensywności energii sejsmicznej w kontekście przemieszczającego się frontu eksploatacyjnego oraz zużytego MW i ilości wtłoczonej wody z podaniem czasu tłoczenia – czyli stosowania profilaktyki aktywnej w wybranym modelu – dała w miarę obiektywny obraz jej skuteczności. Dla podsumowania prowadzonych badań wykorzystano wybrane wynikowe – istotne dla tej fazy analizy oceny skuteczności profilaktyki aktywnej – dane z rozdziałów: 7.1, 7.2, 7.3, 7.4, które posłużyły do opracowania niniejszego rozdziału. Sporządzono tabelę 7.31 i na jej podstawie rysunki 7.37–7.42. W uzupełnieniu na podstawie tabel 7.28 i 7.31 sporządzono rysunki 7.43 i 7.44.

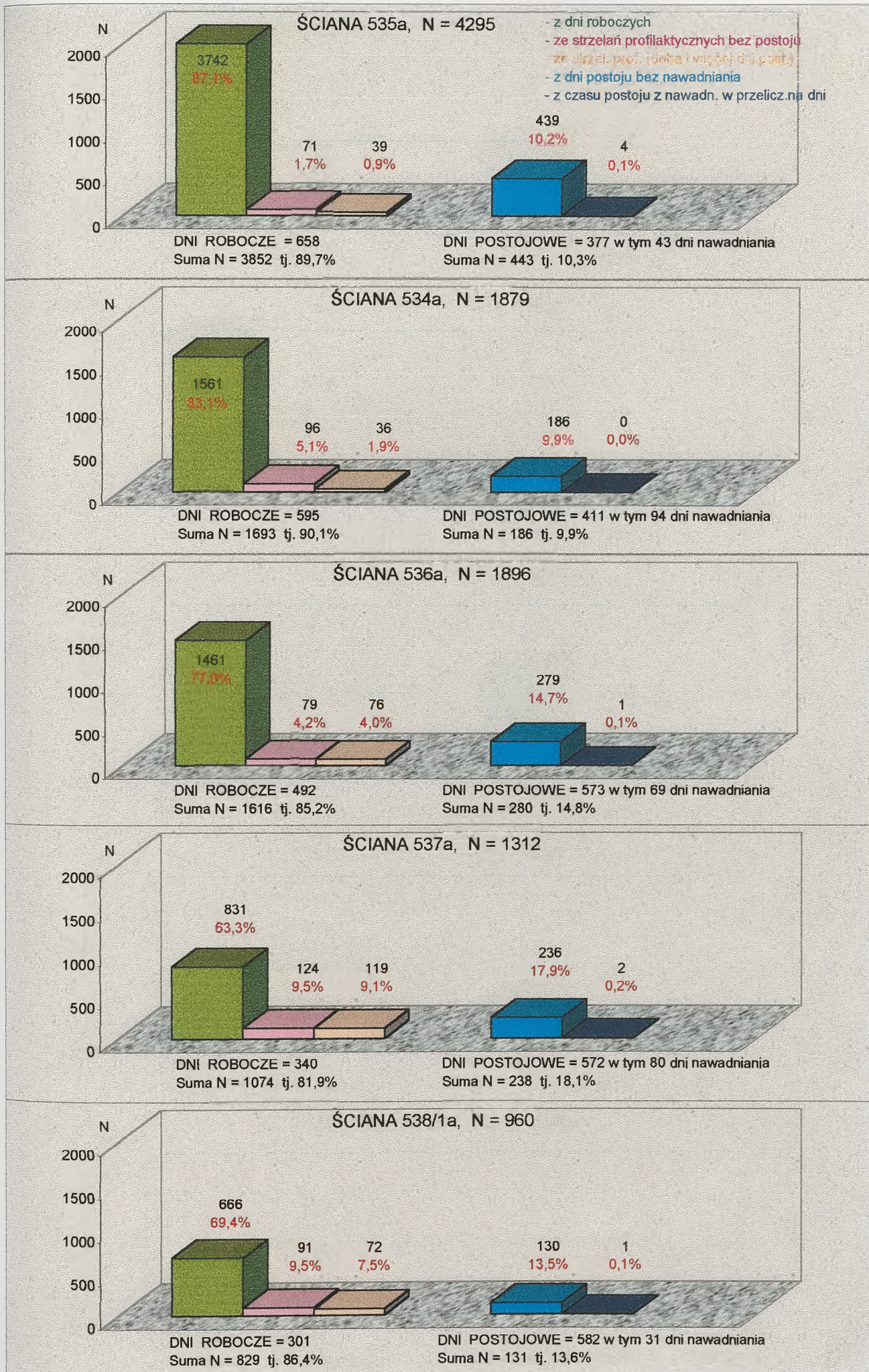
Zestawienie aktywności N, intensywności E oraz średniej wielkości wstrząsu energii sejsmicznej WIS ($E_{\text{śred}}$) w ścianach modelu i modelu z dni roboczych, postojowych bez nawadniania i z nawadnianiem, ze strzelań profilaktycznych bez doby postoju oraz z doby i więcej dni postoju, zużycie MW i ilość wtłoczonej wody

Tab. 7.31

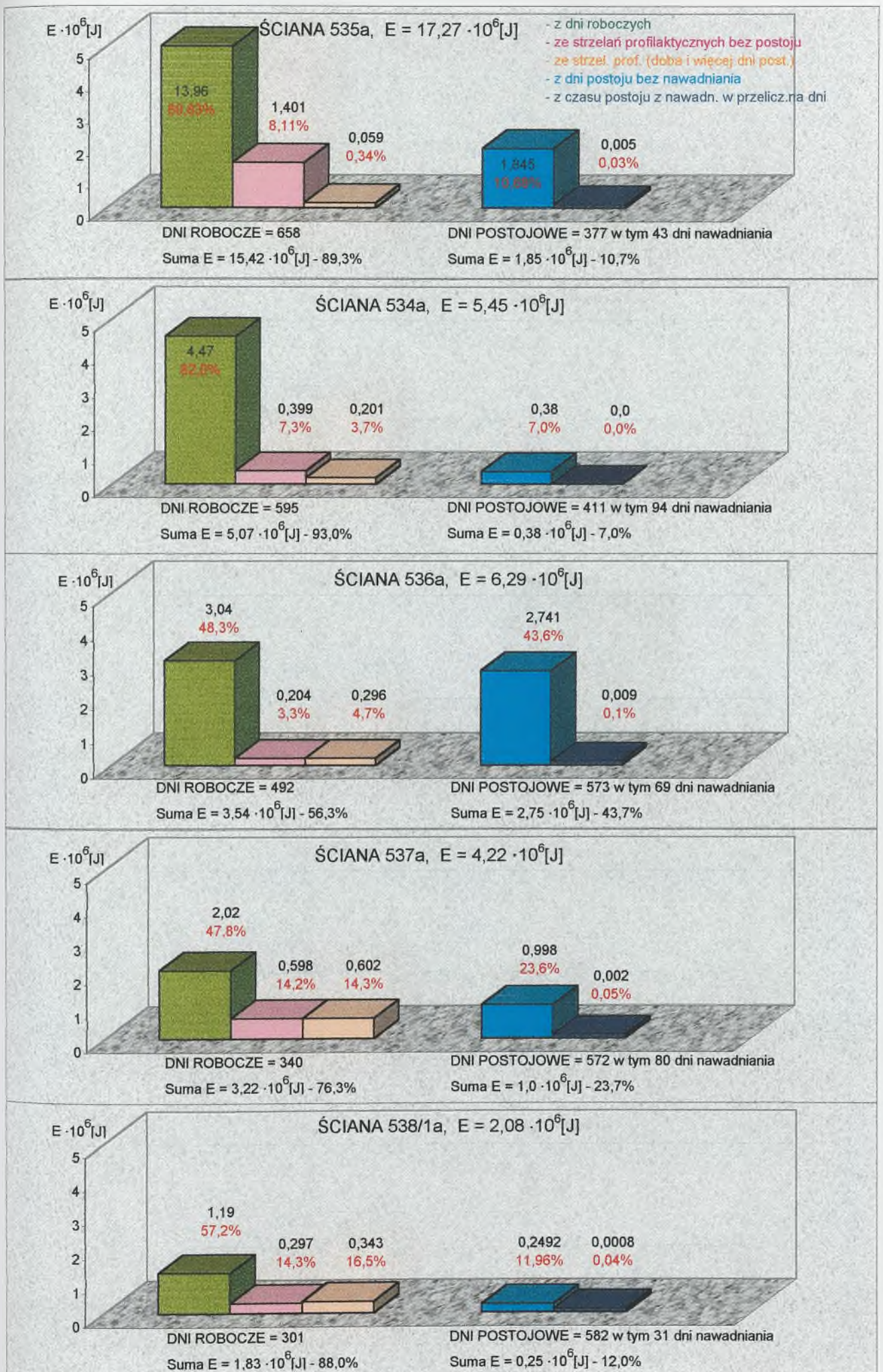
Ściany [dni]	Aktywność N = 10342					Wyemitowana energia sejsmiczna $E = 35,31 \cdot 10^6$ [J]				
	z dni robocz	z dni postojowych		ze strzelań profilaktycznych		z dni robocz	z dni postojowych		ze strzelań profilaktycznych	
		bez nawad.	z nawad.	bez doby postoju	$\geq$ doba postoju		bez nawad.	z nawad.	bez doby postoju	$\geq$ doba postoju
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
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

Tab. 7.31 c.d.

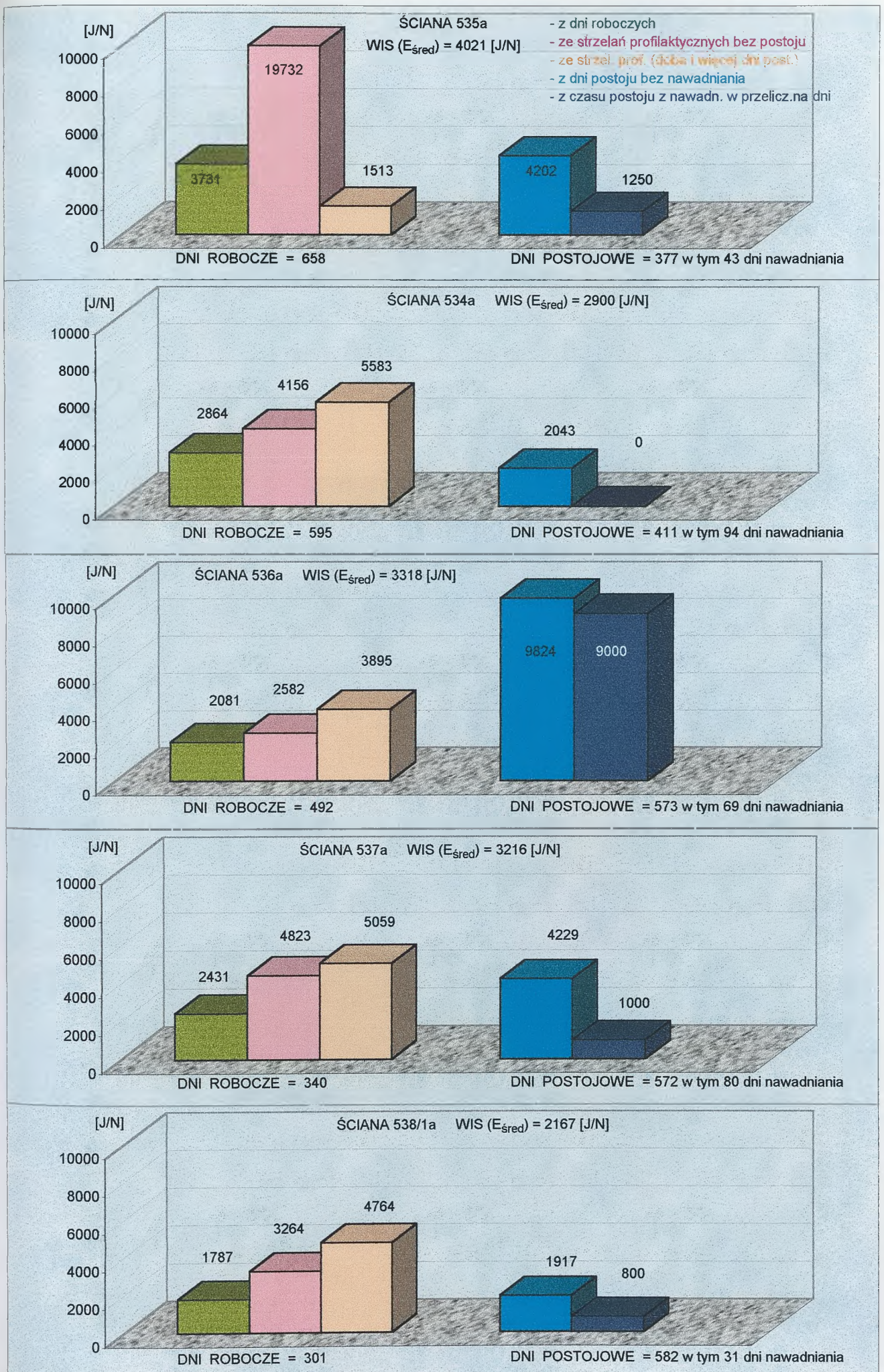
Ściany [dni]	WIS ($E_{\text{śred}}$)– średnia wielkość wstrząsu energii sejsmicznej [J/N]					Całkow ilość zużytego MW [kg]	% zużycia MW w stos. do wydob.	W tym MW zużyte ≥ doba postoju [kg]	Średn. ilość wtłocz. wody [m3/godz]	% wtłocz. wody w stos. do wydob.
	z dni robocz 2 : 7	z dni postojow.		ze strz. profilakt.						
		bez nawad. 3 : 8	z nawad. 4 : 9	bez doby postoju 5 : 10	≥ doba postoju 6 : 11					
1	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
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



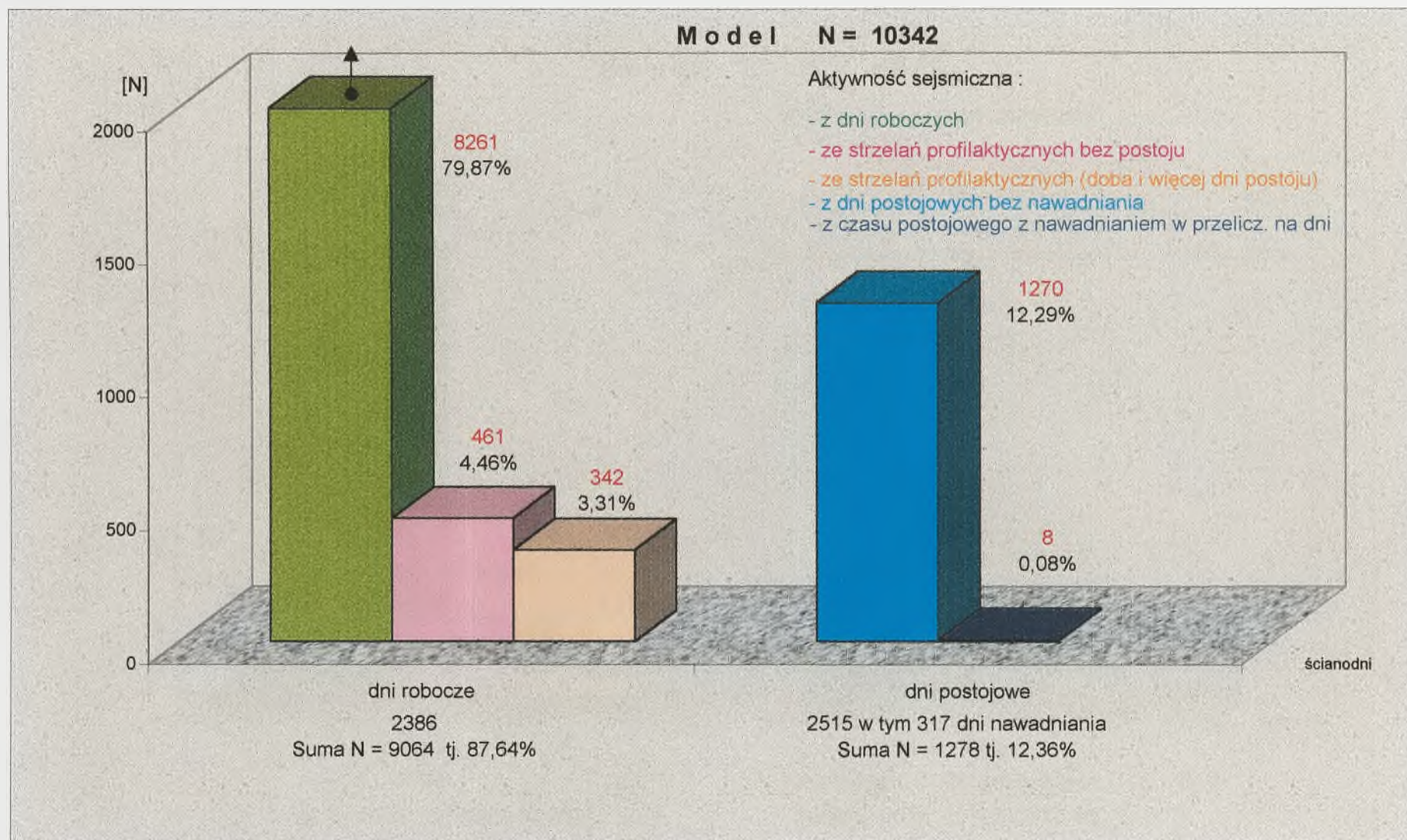
Rys. 7.37. Rzeczywiste i procentowe kształtowanie się aktywności sejsmicznej N w dniach roboczych i postojowych z uwzględnieniem prowadzonej profilaktyki aktywnej w poszczególnych ścianach modelu



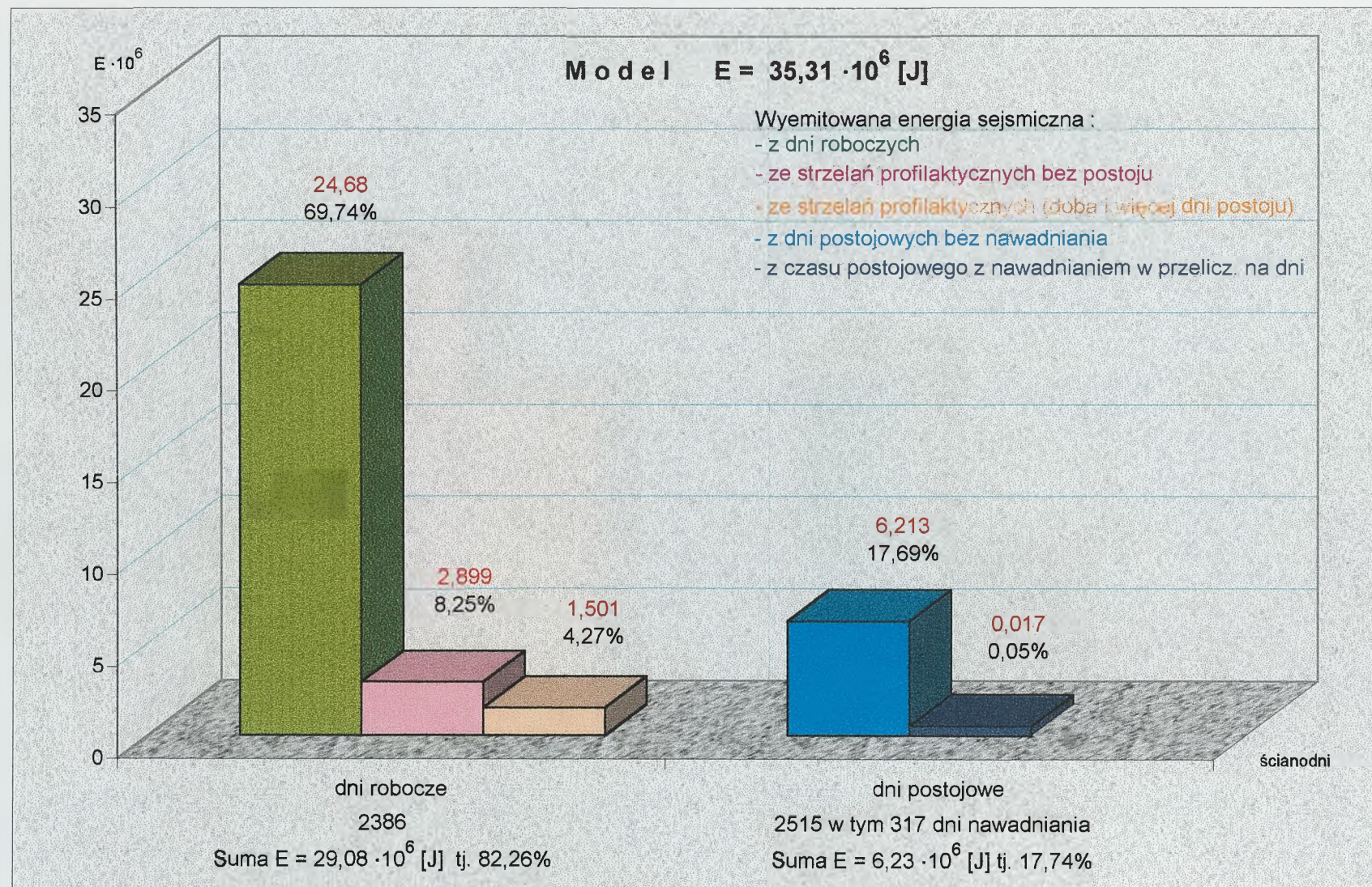
Rys. 7.38. Rzeczywiste i procentowe kształtowanie się wyemitowanej energii sejsmicznej E w dniach roboczych i postojowych z uwzględnieniem prowadzonej profilaktyki aktywnej w poszczególnych ścianach modelu



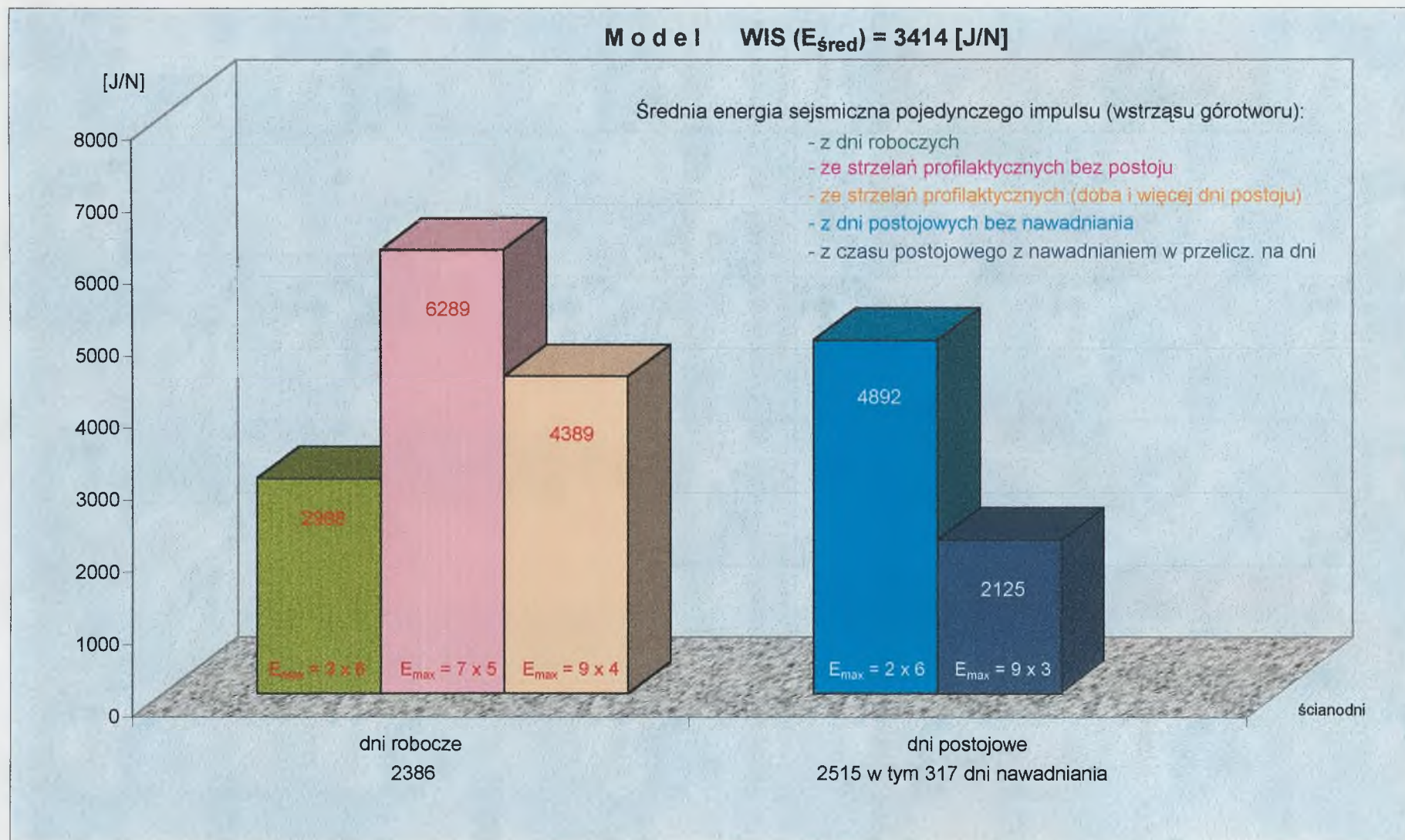
Rys. 7.39. Rzeczywiste kształtowanie się wskaźnika intensywności energii sejsmicznej WIS ($E_{\text{śred}}$) w dniach roboczych i postojowych z uwzględnieniem prowadzonej profilaktyki aktywnej w poszczególnych ścianach modelu



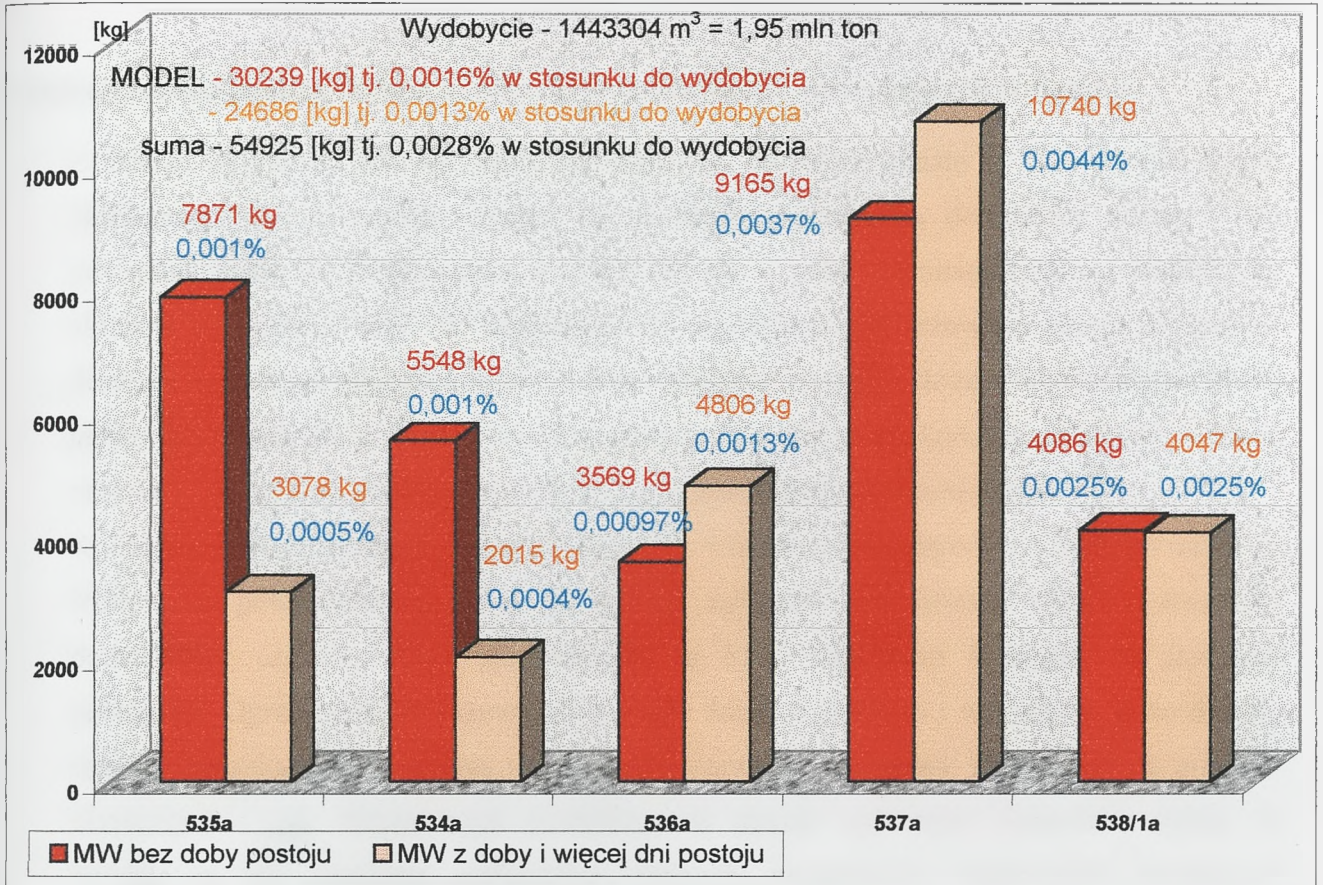
Rys. 7.40. Rzeczywiste i procentowe kształtowanie się aktywności sejsmicznej N w dniach roboczych i postojowych z uwzględnieniem prowadzonej profilaktyki aktywnej w modelu



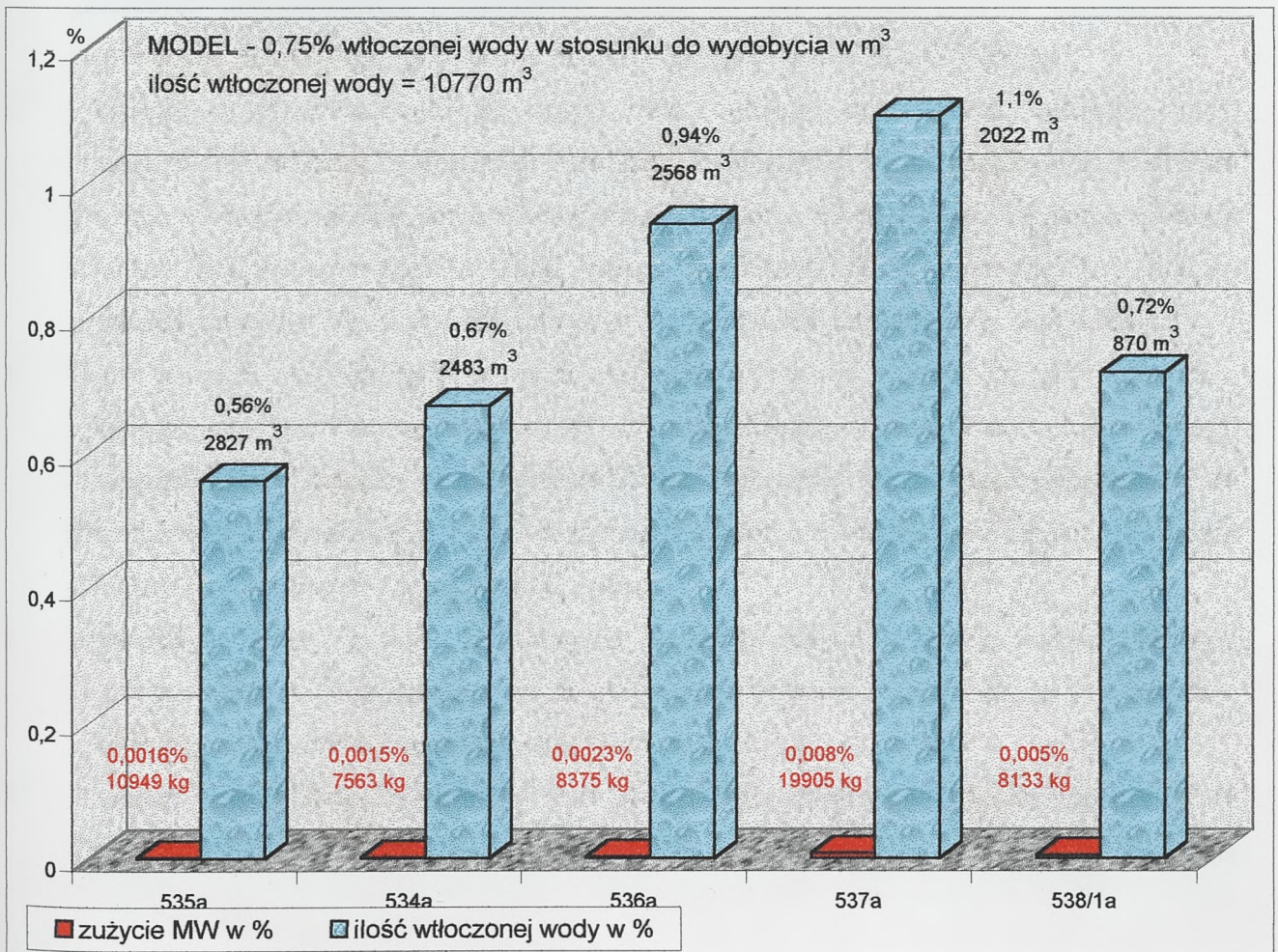
Rys. 7.41. Rzeczywiste i procentowe kształtowanie się wyemitowanej energii sejsmicznej E w dniach roboczych i postojowych z uwzględnieniem prowadzonej profilaktyki aktywnej w modelu



Rys 7.42. Rzeczywiste kształtowanie się wskaźnika intensywności energii sejsmicznej WIS ($E_{\text{śred}}$) w dniach roboczych i postojowych 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 więcej dni postojowych 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

Przeprowadzona analiza skłania autora do przedstawienia następujących wniosków:

1. Z analizy wybranych zdarzeń, które spowodowały określone zmiany w prowadzeniu frontu eksploatacyjnego w modelu wynika, że w każdym przypadku decydujący udział w ich powstaniu miała nie zrealizowana w czasie lub nie w pełni wykonana ustalona profilaktyka aktywna za pomocą MW. W odniesieniu do wyrobiska korytarzowego istotne w spowodowaniu zagrożenia tapaniami było również nadmierne rozcięcie złoża. Zdaniem autora był to jedyny przypadek nie do końca wykorzystanej możliwości profilaktyki długofalowej w całym projekcie działalności górniczej pod centralną częścią Osiedla Paderewskiego.
2. Koordynacja w prowadzeniu ścian modelu, ich wzajemne oddziaływanie i oddziaływanie na środowisko powierzchniowe, przy generalnym założeniu minimalizacji skutków, stanowiły podstawowy czynnik, który spowodował, że 51% wszystkich ścianodni to ścianodni postojowe. Ograniczenia intensywności postępu ścian, a przez to i wydobywania, powodowały również ograniczenie zagrożenia wstrząsami górotworu i tapaniami. Nawiązując do projektu eksploatacji i jego nieznacznych modyfikacji w trakcie wybierania stwierdzić można, że przyjęte w nim założenia realizacyjne stanowiły podstawową profilaktykę, wynikającą z profilaktyki długofalowej, która minimalizując procesy zachodzące w wyrobiskach górniczych minimalizowała jednocześnie będące od nich zależne procesy zachodzące na powierzchni, umożliwiając tym samym przeprowadzenie tej działalności górniczej.
3. Podstawowy udział zarówno aktywności, jak i intensywności energii sejsmicznej miał miejsce w dni robocze. Porównując natomiast te parametry z dni postojowych i strzelań profilaktycznych w modelu, stwierdza się ich przewagę w dni postojowe. W poszczególnych ścianach procent aktywności i emisji energii sejsmicznej z dni postojowych i strzelań profilaktycznych był różny, co wskazuje na pewną możliwość kształtowania tego udziału.
4. Suma energii maksymalnych z poszczególnych przodków modelu z dni roboczych i postojowych była prawie równa. W tym porównaniu wyemitowana suma energii maksymalnych ze strzelań profilaktycznych była zbyt mała. Można więc wnioskować, że przeprowadzona profilaktyka aktywna za pomocą MW nie została – w danych warunkach górniczo-geologicznych – w pełni wykorzystana.
5. Niewątpliwie szereg zjawisk sejsmicznych mających miejsce w analizowanym obszarze, w szczególności w dni postojowe należy przypisać komponentie regionalnego pola naprężeń oraz komponentie tektonicznej badanego rejonu [12, 18, 24, 26, 28, 38].
6. Wyrażną odmienność w stosunku do pozostałych obserwuje się na ścianie 537a („zamykającej”), gdzie aktywność ze strzelań profilaktycznych znacznie przekraczała

aktywność z dni postojowych. Świadczy to o szybkiej kumulacji naprężeń na tym przodku. Potwierdzeniem powyższego jest również fakt, że z niego wyemitowana została największa energia sejsmiczna w pierwszym dniu postoju, jako „samoistna” i największa energia średnia ze strzelań profilaktycznych.

7. Obserwując wielkość wyemitowanej energii (rys. 7.14) można stwierdzić, że zdecydowanie dominują okresy: druga doba postoju oraz dziesiąta. Za wyjątkiem siódmej i powyżej 62, w pozostałe dni postojowe mamy przewagę wyemitowanej energii „samoistnie” nad spowodowaną strzelaniami profilaktycznymi. Odnotowano również największe $E_{\max}$ w pierwszym i drugim dniu postoju ze strzelań profilaktycznych oraz powyżej jedenastego. Jednak najsilniejsze $E_{\max}$ w analizowanym modelu występują w pierwszym, drugim, dziesiątym i ponad dwudziestym pierwszym dniu postoju, jako „samoistne”. Było to zjawiskiem niekorzystnym.
8. Obserwując wskaźnik intensywności energii sejsmicznej, czyli energię średnią wyemitowaną w jednym impulsie (WIS – rys. 7.15) w modelu z dni postojowych i strzelań profilaktycznych z doby i więcej dni postoju zauważyć można korzystną prawidłowość, a mianowicie, za wyjątkiem drugiej, ósmej i dziesiątej, energie ze strzelań profilaktycznych są większe od „samoistnych”. Niekorzystną sytuację mamy natomiast w 21 do 62 dnia postoju, gdzie na 36 przypadków ścianodni postojowych ani razu nie zastosowano strzelań profilaktycznych. Analizując model stwierdzić można, że istnieje określona możliwość ograniczenia poprzez strzelania profilaktyczne wartości $E_{\max}$ wstrząsów „samoistnych”, a przez to i średnich. W badanym modelu nie w pełni to wykorzystano.
9. Obserwując średnią wielkość energii sejsmicznej (WES_3 – rys. 7.16) wyemitowanej w dni postojowe i ze strzelań profilaktycznych z doby i więcej dni postojowych widać, że za wyjątkiem siódmego dnia postoju i powyżej 62 w każdym następnym przypadku mamy większą energię średnią przypadającą na doby postojowe „samoistne” od spowodowanych strzelaniami profilaktycznymi, co uznać należy za niekorzystne.
10. Analizując średnią aktywność w dni postojowe i ze strzelań profilaktycznych z doby i więcej dni postoju przypadającą na dzień (WAS_3 – rys. 7.17) stwierdza się, że w każdym przypadku jest ona z dni postojowych większa od spowodowanych strzelaniami profilaktycznymi. Jest to przede wszystkim związane z ilością dni postojowych i ilością strzelań profilaktycznych z przewagą tych pierwszych.
11. Projekt eksploatacji w analizowanym modelu zakładał dużą ilość ścianodni postojowych, dlatego szczegółowa obserwacja zjawisk sejsmicznych w te dni miała istotne znaczenie. Stwierdzono, że najbardziej zagrożonym dniem postoju była druga doba, za wyjątkiem ściany

„zamykającej” 537a, gdzie tym dniem był pierwszy dzień postoju. Wielkość energii średnich („WIS”) w drugiej dobie postoju zarówno „samoistnych”, jak i sprowokowanych powinna być „sygnałem”, że przy dłuższym postoju może dojść do silnych niekontrolowanych wstrząsów. Takim sygnałem dla ściany „zamykającej” 537a był pierwszy dzień postoju. W analizowanym modelu powstający dynamiczny układ naprężeniowy na pojedynczej ścianie w większości przypadków nie mógł być uzależniony tylko od geometrii przestrzennej istniejącej w jej otoczeniu. Tworzona – zmienna w czasie i przestrzeni, wynikająca z lokalnych uwarunkowań geologiczno-górnicznych i ruchu poszczególnych ścian – kompilacja zagrożeń, powodowała powstawanie przyczynowych związków, których efektem były silne wstrząsy. Przykładem niech będzie wstrząs z 26.02.1996 r., o $E = 2 \cdot 10^6$ J na ścianie 536a w dziesiątym dniu jej postoju, przy czym sąsiednie, 535a i 537a miały zintensyfikowany postęp (szczególnie ściana 537a), ponadto dla nich był to drugi dzień postoju. W przypadku nierozładowania skumulowanej w górotworze energii sejsmicznej do drugiego dnia postoju należało maksymalnie zabezpieczać ścianę i rejon przed przebywaniem załogi (np. remonty), aż do pierwszego silnego wstrząsu ($E \geq 1 \cdot 10^4$). W każdym przypadku w warunkach zagrożenia tapaniami, jak na większości odcinków w analizowanym modelu, zatrzymanie ściany na więcej niż 1 dobę i jej ponowne uruchomienie powinno być poprzedzone strzelaniami profilaktycznymi. W sytuacji gdy planowy postój ściany miał być dłuższy niż dwie doby i gdy w tym czasie nie wystąpił silniejszy wstrząs, ponowne uruchomienie przodka powinno być poprzedzone strzelaniami odprężająco-urabiającymi, przy czym w przypadkach koniecznych dla zwiększenia ilości MW należało równocześnie wykonywać otwory z pochylni w stropie. Im większa ilość jednorazowo odpalonego MW, tym większa możliwość wywołania silnego wstrząsu w kontrolowany sposób, czyli odprężenia górotworu w najbardziej niebezpiecznej dla załogi przyociosowej strefie. Nie w pełni przeanalizowano aktywne zwalczanie tapani poprzez ingerencję w strop. Złożyło się na to kilka przyczyn, przede wszystkim: duża skuteczność zastosowanej profilaktyki długofalowej, dostateczna skuteczność profilaktyki aktywnej prowadzonej w pokładzie, duża pracochłonność, nie najlepszy sprzęt wiertniczy. Wszystkie przypadki zastosowanych działań w stropie należy ocenić pozytywnie.

12. Badając zagadnienie wymaganej ilości MW potrzebnej dla skutecznego przeprowadzenia strzelań profilaktycznych opracowano tabelę 7.32.

Skuteczność strzelań profilaktycznych

Tab. 7.32

Ściana	$E_{MW}=E_{max}$ (OK)	$E_{MW} \leq E_{postr} \leq E_{max}$	E_{max} $OP > 40'$	Brak wstrząsu po strzelaniu profilaktycz. w dobie	Σ strzelań	E_{MW}/MW J/kg_{MW}	% MW w stosunku do wydobycia [kg]	Ilość cykli podsadz. w modelu
1	2	3	4	5	6	7	8	9
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

Celem ustalenia wymaganej ilości MW dla skutecznego wykonywania strzelań profilaktycznych autor przeprowadził następujące obliczenie:

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

(2386 – ilość ścianodni obłożonych w modelu).

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

$$0,0028\% \cdot 3 = 0,008\%$$

Należy zauważyć, że największą ilość MW (0,008%) zużyto na ścianie „zamykającej” 537a i także na niej uzyskano najlepszą skuteczność (177) strzelań profilaktycznych. Na tym przodku jednak stwierdzono również największą rozpiętość w zakresie ilości stosowanego MW do strzelań profilaktycznych, co było zjawiskiem niekorzystnym.

Ponieważ tylko 51% strzelań profilaktycznych była skuteczna („OK”), biorąc pod uwagę lokalne uwarunkowania górniczo-geologiczne wnioskuje się, by na jeden cykl podsadzkowy w warunkach silnego zagrożenia tapaniami ilość MW w stosunku do wydobycia (Q) wyniosła:

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

W przypadku niezrealizowania w dobie cyklu podsadzkowego generalnie należy powtórzyć strzelanie profilaktyczne (winny decydować warunki stropowe), przy czym ilość MW należy wyliczyć z zależności:

$$I_{MW} = \frac{0,008 \cdot Q_1}{100} + (\text{od } +25\% \text{ do } -10\%) [\text{kg}] \quad \text{dla } \geq 1 \text{ m} \leq 2,4 \text{ m postępu (wydobycie } Q_1),$$

lub

$$I_{MW} = \frac{0,008 \cdot Q_2}{100} + (\text{do } +50\%) [\text{kg}] \quad \text{dla } \geq 0,5 \text{ m} < 1 \text{ m postępu (wydobycie } Q_2).$$

13. W czasie tłoczenia wody do calizny węglowej z pochylni przyścianowych wystąpiło wielokrotne natychmiastowe obniżenie aktywności i intensywności sejsmicznej. Potwierdzeniem tej prawidłowości był fakt, że w przypadku ściany 534a, w której sumarycznie łączny czas tłoczenia był najdłuższy, nie wystąpił ani jeden wstrząs w czasie samego tłoczenia. Prawidłowością był również fakt, że w przypadku ściany 537a zarówno długi czas, jak i największy procent wtłoczonej wody w przeliczeniu na wydobycie spowodował, że i tu wystąpiła bardzo duża krotność spadku emisji energii. Ponieważ w czasie dni postojowych bez nawadniania występowała znacznie większa aktywność i intensywność sejsmiczna niż w czasie tłoczenia wody w caliznę oznacza to, że okres tłoczenia wody w caliznę był z punktu widzenia zagrożenia tapaniami najbezpieczniejszy. Praktyczna strona powyższego stwierdzenia może być bardzo pomocna np. przy pracach remontowych w warunkach silnego zagrożenia tapaniami. Właśnie w czasie takich prac tłoczeniem wody w caliznę obniżałoby się zagrożenie tapaniami. Wykorzystując inne działania profilaktyczne (MW), byłby to dodatkowy czynnik zwiększający bezpieczeństwo. (Na dziś obowiązuje przepis, że właśnie w czasie tłoczenia – spodziewając się zwiększonego zagrożenia – rejon nawadniania wyłącza się z ruchu.)
14. Przeprowadzona analiza skuteczności górniczych metod zwalczania tapani przy eksploatacji pod miejską zabudową (centralna część Osiedla Paderewskiego) stanowi generalnie pozytywny przykład zastosowania profilaktyki długofalowej. Z działań doraźnych Kopalnia zastosowała optimum – dla mających miejsce lokalnych warunków zagrożeniowych – możliwych wzmocnień obudowy chodnikowej (obudowy podwójne, spągownice, projekt nowego typu obudowy prostokątno-łukowej itp.) oraz przedsięwzięć organizacyjnych. W rozumieniu autora efektywność aktualnie znanych i stosowanych metod profilaktyki aktywnej (traktując je z założenia jako uzupełniające do metod profilaktyki długofalowej) można powiększyć poprawiając całokształt zarządzania w szczególności w zakresie informacji, kontroli i dyscypliny zgodności prowadzonych robót z wypracowanymi ustaleniami.

8. Podsumowanie i wnioski końcowe

Podsumowując pracę i podając wnioski końcowe autor musiał zwrócić uwagę również na realia polskiej gospodarki, jakie zaistniały z początkiem lat dziewięćdziesiątych.

Dostosowanie wydobywania węgla do strategicznych, wieloletnich dla kraju potrzeb i ewentualnego eksportu wiązało się (proces przebiega nadal) ze znacznym zmniejszeniem zdolności produkcyjnych naszego górnictwa i istniejącego w nim zatrudnienia, z koniecznością uwzględniania kosztów. Mając powyższe na uwadze podkreślić należy, że podjęta przez Kopalnię działalność wydobywcza w tąpiącym pokładzie i w obszarze o „bogatej” przeszłości górniczej pod centralną częścią wielosegmentowego i wysokokondygnacyjnego osiedla mieszkaniowego wraz z założeniami, które wynikały z kompleksowo i szczegółowo opracowanego projektu profilaktyki długofalowej i działań doraźnych, skutecznie zminimalizowała zagrożenie w wyrobiskach górniczych oraz zapewniła bezpieczeństwo powszechne na powierzchni, powodując jednak zwiększenie kosztów tej eksploatacji, co w zaistniałych uwarunkowaniach gospodarczych nie może być preferowanym kierunkiem przemian branży.

Zrealizowana, w oparciu o powyższe obserwacje w skali Kopalni i wybranego modelu, analiza związków przyczynowo-skutkowych występujących zagrożeń wstrząsami górotworu i tąpnięciami w trakcie prowadzenia eksploatacji, została omówiona wraz ze sprecyzowaniem wniosków szczegółowych, a wnioski o charakterze ogólnym zostały przedstawione poniżej:

1. Zaprojektowana i przeprowadzona eksploatacja I warstwy pokładu 510 z podszadką hydrauliczną pod centralną częścią Osiedla Paderewskiego potwierdziła możliwość działalności wydobywczej pod wysoko zurbanizowaną częścią miasta. Przeprowadzone obserwacje wykazały, że energie rzędu $E < 5 \cdot 10^4 \text{ J}$ były w zasadzie „tolerowane” i warunkowo akceptowane przez mieszkańców, problem związany z określonym dyskomfortem i zgłaszaniem uszkodzeń powstawał natomiast przy wstrząsach o energii $E \geq 5 \cdot 10^4 \text{ J}$. Natychmiastowe działania Kopalni prowadziły do wymaganego poziomu kompromisu umożliwiającego ruch zakładu. W każdej fazie tej eksploatacji określony stopień ryzyka znajdował się pod ziemią, nigdy z przyczyn działalności górniczej na powierzchni. Nieznaczne korekty parametrów w trakcie prowadzenia frontu nie powodowały przekroczenia przyspieszeń składowych rzędu 120 mm/s^2 i deformacji terenu odpowiadającej I kategorii,

czyli przyjętych w projekcie za bezpieczne dla środowiska powierzchniowego, a mieszczące się w założonej taktyce postępowania.

2. Obserwacje i badania autora dotyczące wpływu wstrząsów górniczych na powierzchnię, rozchodzenia się fali sejsmicznej oraz związku między kierunkami skutków dołowych i powierzchniowych (Załącznik nr 2) pozwalają na następujące zasadnicze stwierdzenia:
 - wyznaczona strefa epicentralna na powierzchni tworzyła obszar o najmniej (lub wcale) odczuwalnych wpływach fali sejsmicznej. To samo odnieść można do warunków dołowych,
 - kierunki zgłoszeń skutków na powierzchni były odwrotne do występowania skutków dołowych.
3. Szeroki front wybierania, jako element zastosowanej profilaktyki długofalowej, wymagał prawie równoczesnego wyposażenia w kosztowne maszyny, urządzenia i sprzęt pięciu ścian wydobywczych prowadzonych zgodnie z obowiązującymi przy 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. Z ekonomicznego punktu widzenia, w zaistniałych realiach gospodarczych, tak złożona i kosztowna eksploatacja z pewnością nie stanowi konkurencji dla systemu z zawałem i to w terenie nie wymagającym ochrony. Nawet argument bardzo dobrej jakości wydobywanego węgla w sytuacji funkcjonowania nowoczesnych elektrowni czy ciepłowni, gdzie spalanie węgla o dużym zapopieleniu i zasiarczeniu może odbywać się przy niskich kosztach, nie przemawia za działalnością górniczą w podobnych do analizowanego modelu uwarunkowaniach. Jednak 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. Przeprowadzone obserwacje wykazały, że na najbardziej tapaniowo zagrożonych odcinkach analizowanego modelu dla uzyskania jeszcze wyższego poziomu bezpieczeństwa prowadzonego frontu, bez zwiększania kosztów, należało eksploatację prowadzić ze stałym postępem, uruchamiając poszczególne przodki co drugi dzień, niezależnie od niedzieli i dni świątecznych. Zdaniem autora warunki i rygory prowadzenia frontu mieszczące się w zrealizowanej profilaktyce długofalowej powinny w szczególności przedstawiać się następująco:
 - zachowanie zasady wolnego i stałego postępu frontu ścianowego, czyli około 27 m/m-c (1,8 m x 15),

- nie dopuszczanie do drugiego dnia postoju, najbardziej aktywnego naprężeniowo z dni postojowych modelu,
- dla zwiększenia skuteczności profilaktyki aktywnej zabezpieczenie czasu na wykonanie pełnego jej zakresu, w przypadkach koniecznych również poprzez ingerencję w strop,
- do jednorazowej profilaktyki aktywnej w pokładzie stosować podane w punkcie 12 wniosków szczegółowych ilości MW,
- w przypadkach koniecznego postoju powyżej jednej doby prace w pobliżu ociosu ściany ograniczyć do pierwszego silniejszego wstrząsu $E \geq 1 \cdot 10^4 \text{ J}$. Ponowne uruchomienie przodka, po takim postoju, winno być poprzedzone w przypadku trudności powiercenia i załadowania dostatecznej, wynikającej ze wzoru podanego w punkcie 12 ilości MW, łączonymi strzelaniami pokładowo-stropowymi i jak najdłuższym czasie nawadniania,
- w przypadku zastosowania strzelań w stropie metodą USS lub torpedująco, ilość użytego MW wynikać powinna z parametrów technicznych i ilości wykonanych otworów z dążeniem do jak największego jednorazowo załadowanego ładunku,
- minimalizować możliwość rozwoju procesów występowania wstrząsów górotworu i tępów przez „zamykanie” cyklu podsadzkowego w dobie.

5. Działalność górnicza w wybranym modelu unaoczniała konieczność zmodyfikowania rejestracji i archiwizacji danych. Opracowane przez autora na użytek tej pracy Pokładogramy wychodzą tej potrzebie naprzeciw, przede wszystkim z uwagi na umożliwienie precyzyjnej i wielofunkcyjnej obserwacji przebiegu eksploatacji, a przez to efektywniejsze nią zarządzanie. Mogą one również służyć analizom prowadzonym pod innym kątem.
6. Przeprowadzone badania działalności górniczej pod miejską zabudową w kontekście skuteczności górniczych metod zwalczania tępów pozwalają na stwierdzenie, że zapewniając przez działania profilaktyczne bezpieczeństwo dołowe, zapewnia się równocześnie bezpieczeństwo infrastruktury powierzchniowej.

Opracowany przez autora sposób dokumentowania eksploatacji oraz wnioski szczegółowe i ogólne udowadniają przyjętą tezę pracy. Wskazują jednocześnie, że poprzez precyzyjniejsze określenie niektórych parametrów prowadzenia frontu wydobywczego i w metodach aktywnego zwalczania tąpnięć oraz konsekwentne zarządzanie w ich stosowaniu, przy zapewnieniu technicznych i czasowych możliwości realizacji, można osiągnąć, jeszcze większe niż uzyskano w modelu, bezpieczeństwo w prowadzeniu działalności górniczej, bez ponoszenia dodatkowych kosztów.

W zakończeniu autor pragnie podkreślić, że przedstawiając stosunkowo obszerną pracę miał na celu również opracowanie dokumentacji eksploatacji pod miejską zabudową w warunkach występowania wstrząsów górniczych, która może służyć nie tylko analizie innych aspektów tego problemu, ale mieć także wartość kompleksowej dokumentacji historycznej tej być może ostatniej prowadzonej w tak złożonych warunkach działalności górniczej związanej z wydobywaniem węgla kamiennego w naszym kraju.

Wykaz literatury

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. Politechnika Śl., 1996.
2. Biliński A. i inni: Dobór optymalnej profilaktyki przeciwtąpianiowej w KWK „Katowice” w oparciu o prognozowane wstrząsy górotworu. 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. PWT, Katowice 1952.
5. Cianciara B.: Sejsmiczne prekursorzy wstrząsów górniczych. Szkoła Eksploatacji Podziemnej, Szczyrk 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 nr 9, 1995.
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. Politechnika Śl., 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. Politechnika Śl., 1995.
10. Drzęzła B.: Przybliżona ocena niektórych parametrów kinematyki niecki osiadania przy zmianach prędkości wybierania i postojach ścian. Przegląd Górniczy nr 9, 1995.
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. GIG, 1996.
12. Dubiński J.: Sejsmiczna metoda wyprzedzającej oceny zagrożenia wstrząsami górotworu w kopalniach węgla kamiennego. GIG, 1989.
13. Dubiński J.: Poradnik Geofizyka-Sejsmologa. Biblioteka Szkoły Eksploatacji Podziemnej nr 8. PAN, Kraków 1995.
14. Dubiński J. i inni: Projektowanie eksploatacji górniczej minimalizującej wpływ wstrząsów górniczych na powierzchnię. Materiały Międzynarodowej Konferencji: Ekologiczne aspekty podziemnej eksploatacji złóż kopalin użytkowych. GIG, 1993.
15. Dubiński J., Konopko Wł.: Kierunki zwiększenia efektywności profilaktyki tąpianiowej. Przegląd Górniczy nr 4, 1995.
16. Dubiński J., Gerlach Z.: Ocena oddziaływania górniczych wstrząsów górotworu na środowisko naturalne. Przegląd Górniczy nr 3, 1983.
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. AGH, 1996.
18. Filcek H.: Współczesne poglądy na temat mechanizmu tąpnięć. Przegląd Górniczy nr 2, 1994.
19. Goszcz A.: Elementy mechaniki skał oraz tąpnięcia w polskich kopalniach węgla i miedzi. Szkoła Eksploatacji Podziemnej nr 2, PAN, 1999.

20. Greń K., Popiołek E.: Wpływ eksploatacji górniczej na powierzchnię i górotwór. Skrypt uczelniany nr 1179, AGH, Kraków 1990.
21. Gerlach Z.: Sieć pomiarowa przyspieszeń drgań gruntu. Materiały Konferencyjne „Eksploatacja w górnictwie, a geofizyka”. 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. GIG, Katowice 1997.
23. Knothe S. i inni: Próba ustalenia zależności pomiędzy intensywnością eksploatacji podziemnej, deformacjami terenu, a uszkodzeniami obiektów. Prace Naukowe GIG, Seria Konferencje nr 3, 1995.
24. Kijko A., Drzęźła B., Mendecki A.: Dlaczego rozkłady ekstremalnych zjawisk w kopalniach mają rozkład bimodalny? Acta Montana, nr 7, 1985.
25. Kłeczek Z. i inni: Ocena stanu zagrożenia tąpniętami i wstrząsami w trakcie eksploatacji pierwszej warstwy pokładu 510 w filarze ochronnym dla Osiedla Paderewskiego. AGH, 1992.
26. Kłeczek Z., Zorychta A.: Warunki wywoływania tępnię stropowych przez zjawisko wstrząsów. Górnictwo, Kwartalnik AGH, Zeszyt nr 2, 1996.
27. Kłeczek Z., Zorychta A.: Wpływ zaszłości eksploatacyjnych na stan naprężenia górotworu zagrożonego tąpniętami. Politechnika Śl., Zeszyty Naukowe nr 185, 1990.
28. Kłeczek Z.: Tąpnięcia jako nagłe zagrożenia litologiczne. Materiały z Sympozjum, Wisła 1998.
29. Konopko Wł. i inni: Badania skuteczności USS techniką strzelniczą. GIG, 1997.
30. Konopko Wł. i inni: Badania nad optymalizacją szczelinowania skał techniką strzelniczą - dobór rodzaju MW. GIG, 1998.
31. Konopko Wł. i inni: Ukierunkowane hydroszczelinowanie skał (UHS) i możliwości jego wykorzystania. GIG, 1997.
32. Konopko Wł., Kabiesz J., Cygankiewicz J.: Wstrząsy i tąpnięcia jako inicjatory zagrożenia metanowego. Przegląd Górniczy nr 2, 1994.
33. Kabiesz J., Konopko Wł.: Instrukcja stosowania metody zapobiegania tąpniętom przez nawadnianie pokładów węgla. Seria Instrukcje nr 2, 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, XII.1994.
35. Krawiec A.: Zwalczanie tępnię metodami strzelań wstrząsowych. Górnictwo, Zeszyty Naukowe Politechniki Śl. nr 1188, Gliwice 1993.
36. Kwiatek J. i inni: Projektowanie eksploatacji górniczej w pokładzie 510 I warstwa z podszadką hydrauliczną pod Osiedlem Paderewskiego w Katowicach. GIG, 1991.
37. Kwiatek J. i inni: Opinia dotycząca możliwości eksploatacji pokładu 510 pod Osiedlem Paderewskiego według zmodyfikowanego wariantu. GIG, 1992.
38. Kwiatek J. i inni: Ochrona obiektów budowlanych na terenach górniczych. GIG, 1997.
39. Kwiatek J. i inni: Opinia górnico-budowlana dla terenu Osiedla im. I. Paderewskiego w Katowicach w związku z projektowaną eksploatacją górniczą I fazy II etapu. GIG, 1988.
40. Kowalski A.: Deformacje powierzchni nad szybko postępującym frontem eksploatacyjnym na podstawie badań na Kopalni "Staszic". Prace Naukowe GIG. Seria Konferencje nr 3, Katowice 1995.
41. Kicki J., Mazurkiewicz M.: O niektórych aspektach stosowania podszadzki hydraulicznej. Cuprum, nr 1, 1986.
42. Kawulok M., Sulimowski Z.: Kryteria dopuszczalnych deformacji budowli na terenach górniczych. Bezpieczeństwo Pracy i Ochrona Środowiska w Górnictwie, nr 2, 1993.
43. Kidybiński A.: Metoda prognostycznej oceny jakości stropów wyrobisk ścianowych. Komunikat nr 459, GIG, 1969.

44. Ledwoń A.: Budownictwo na terenach górniczych. Warszawa. Wydawnictwo Arkady, 1983.
45. Lisowski A.: Podszadzka hydrauliczna w polskim górnictwie. Katowice 1997.
46. Mazurkiewicz M.: Rodzaj i jakość podszadzki w świetle ochrony powierzchni. Ochrona Terenów Górniczych, nr 70, 1984.
47. Mazurkiewicz M., Piotrowski Z.: Składowanie pod ziemią odpadów z kotłów fluidalnych. Materiały Szkoły Gospodarki Odpadami, Ryto 1997.
48. Mazurkiewicz M., Piotrowski Z., Tajduś A.: Lokowanie odpadów w kopalniach podziemnych. Biblioteka Szkoły Eksploatacji Podziemnej, Kraków 1997.
49. Maciąg E., Tataro T.: Szkodliwość dla niektórych budynków i uciążliwość dla ludzi drgań wzbudzanych wstrząsami górniczymi. Prace Naukowe GIG. Seria Konferencje nr 20, Katowice 1997.
50. Marcak H.: Zastosowanie fal pokładowych do rozpoznania tektoniki złoża. PAN, Materiały Szkoły Eksploatacji Podziemnej. Kraków 1998.
51. Niemiec T., Gromysz T.: Metody prostowania budynków przechylonych. Budownictwo Górnicze i Tunelowe nr 3, 1995.
52. Neyman B.: Tąpania w kopalniach węgla Górnego Śląska. Prace GIG. Seria A. Komunikat nr 342, Katowice 1964.
53. Piwowarski W., Dzegniuk B., Niedojadło Z.: Współczesne teorie ruchów górotworu i ich zastosowanie. AGH, Kraków 1995.
54. Piotrowski Z.: Technologiczne i ekologiczne uwarunkowania lokowania w pustakach podziemnych produktów odsiarczania spalin metodą pól suchą. Praca doktorska. AGH. Kraków 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 nr 11, 1995.
56. Parysiewicz W.: Tąpania w kopalniach. Wydawnictwo "Śląsk", Katowice 1966.
57. Praca zbiorowa. Górnictwo. Kwartalnik AGH. Wydawnictwo AGH. Zeszyt nr 2, 1986.
58. Praca zbiorowa: Technika strzelnicza w górnictwie. Perspektywy rozwoju. AGH. Jaszowiec 1996.
59. Pawełczyk H., Gerlach Z.: Dobór metod i środków profilaktycznych dla prowadzenia wyrobisk w warunkach zwiększonego zagrożenia tąpaniami w pokładzie 510 I warstwa w KWK "Katowice". Konferencja Naukowo-Techniczna nt.: Bezpieczne wyrobiska w niebezpiecznych warunkach. GIG. Tąpania, 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. GIG, Szczyrk 1995.
61. Pawełczyk H., Gerlach Z.: Zastosowanie systemów pomiarowych dla oceny zagrożenia wstrząsami górotworu i tąpaniami przy wybieraniu pokładu 510 w KWK "Katowice-Kleofas" Ruch II "Katowice". Mechanizacja i automatyzacja Górnictwa. Czasopismo Naukowo-Techniczne 12/328/1997.
62. Pawełczyk H., Pytlarz T.: Eksploatacja w filarze ochronnym Śródmieścia Katowic. Szkoła Eksploatacji Podziemnej. Szczyrk 1996.
63. Pawłowicz, Major M.: Zapobieganie tąpaniom w Kopalni Węgla Kamiennego „Staszic” metodami techniki strzelniczej. GIG, 1987.
64. Pytlarz T.: Pomiar przemieszczeń poziomych na terenach górniczych. „Ochrona Terenów Górniczych”. WUG nr 4, 1988.
65. Pielok J., Piwowarski W.: Analiza niestacjonarnych pogórnich przemieszczeń poziomych. Konferencja Naukowo-Techniczna „Nowoczesne technologie w badaniach deformacji na terenach eksploatacji górniczej”. Zakopane 1998.

66. Sałustowicz A.: Warunki ciśnienia przy odbudowie pokładów węgla z podsadzką. Przegląd Górniczy nr 5/6, 1948.
67. Skinderowicz B.: Prognozowanie deformacji jako podstawa zagospodarowania terenów górniczych. Ochrona Terenów Górniczych nr 51, 1980.
68. Skrzypek Z., Major M., Gerlach Z.: Dobór kompleksu metod i środków profilaktycznych przy wybieraniu silnie zagrożonego tapaniami pokładu 510 w KWK „Katowice”. Zeszyty Naukowe Politechniki Śl., Górnictwo. Gliwice 1987.
69. Skrzypek Z., Gerlach Z.: Geofizyczna kontrola skuteczności profilaktyki aktywnej. Acta Montana, 1990.
70. Tajduś A.: Utrzymanie wyrobisk korytarzowych w świetle wpływu czasu na naprężenia, odkształcenia i strefy zniszczenia w górotworze. Zeszyty Naukowe AGH, Górnictwo. Kraków 1990.
71. 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.
72. Wierzchowska Z.: Mikrosejsmologiczne kryteria oceny stanu zagrożenia tapaniami w kopalniach. Przegląd Górniczy, nr 9, 1978.
73. Znański J.: Kryteria powolnego i gwałtownego zruszania się środowiska do wyrobisk. GIG, Komunikat 250, WGH, Katowice 1960.
74. Zając E.: Organizacja zarządzania nowoczesną kopalnią. AHG. Kraków 1991.
75. Zorychta A., Burtan Z., Chlebowski D.: Wpływ zaszłości eksploatacyjnych na możliwość powstawania wstrząsów górniczych. I Międzynarodowa Konferencja: Eksploatacja złóż w warunkach występowania zagrożeń naturalnych. AGH, Kraków 1991.
76. Zorychta A.: Geomechaniczne przesłanki doboru metod minimalizacji zagrożenia wstrząsowego. Bezpieczeństwo Pracy i Ochrona Środowiska w Górnictwie nr 7, 1997.

Spis tabel

- Tab. 4.1. Prognozowane i rzeczywiste wskaźniki deformacji powierzchni
- Tab. 5.1. Aktywność i intensywność sejsmiczna w obszarze analizowanego modelu
- Tab. 5.2. Zestawienie wstrząsów o $E \geq 5 \cdot 10^4 J$ i wynikających z nich przyspieszeń w obszarze analizowanego modelu
- Tab. 7.1. Aktywność i intensywność energii sejsmicznej z dni obłożonych, postojowych i strzelań profilaktycznych całkowitych w ścianie 535a
- Tab. 7.2. Aktywność i intensywność energii sejsmicznej z dni obłożonych, postojowych i strzelań profilaktycznych całkowitych w ścianie 534a
- Tab. 7.3. Aktywność i intensywność energii sejsmicznej z dni obłożonych, postojowych i strzelań profilaktycznych całkowitych w ścianie 536a
- Tab. 7.4. Aktywność i intensywność energii sejsmicznej z dni obłożonych, postojowych i strzelań profilaktycznych całkowitych w ścianie 537a
- Tab. 7.5. Aktywność i intensywność energii sejsmicznej z dni obłożonych, postojowych i strzelań profilaktycznych całkowitych w ścianie 538/1a
- Tab. 7.6. Zestawienie aktywności i intensywności energii sejsmicznej z dni obłożonych, postojowych i strzelań profilaktycznych całkowitych w poszczególnych ścianach modelu i w modelu
- Tab. 7.7. Aktywność i intensywność energii sejsmicznej z dni roboczych, postojowych i strzelań profilaktycznych wyrażona w procentach, w ścianach modelu i w modelu
- Tab. 7.8. Rytmiczność postępu ścian modelu
- Tab. 7.9. Aktywność i intensywność energii sejsmicznej z dni postoju i strzelań profilaktycznych w ścianie 535a
- Tab. 7.10. Aktywność i intensywność energii sejsmicznej z dni postoju i strzelań profilaktycznych w ścianie 534a
- Tab. 7.11. Aktywność i intensywność energii sejsmicznej z dni postoju i strzelań profilaktycznych w ścianie 536a
- Tab. 7.12. Aktywność i intensywność energii sejsmicznej z dni postoju i strzelań profilaktycznych w ścianie 537a
- Tab. 7.13. Aktywność i intensywność energii sejsmicznej z dni postoju i strzelań profilaktycznych w ścianie 538/1a
- Tab. 7.14. Aktywność i intensywność energii sejsmicznej w przypadku 1 dnia postoju wraz z charakterystyką strzelań profilaktycznych w ścianach modelu i w modelu
- Tab. 7.15. Aktywność i intensywność energii sejsmicznej w przypadku 2 dni postoju wraz z charakterystyką strzelań profilaktycznych w ścianach modelu i w modelu
- Tab. 7.16. Aktywność i intensywność energii sejsmicznej w przypadku 3 dni postoju wraz z charakterystyką strzelań profilaktycznych w ścianach modelu i w modelu
- Tab. 7.17. Aktywność i intensywność energii sejsmicznej w przypadku 4 dni postoju wraz z charakterystyką strzelań profilaktycznych w ścianach modelu i w modelu
- Tab. 7.18. Aktywność i intensywność energii sejsmicznej w przypadku 5 dni postoju wraz z charakterystyką strzelań profilaktycznych w ścianach modelu i w modelu
- Tab. 7.19. Aktywność i intensywność energii sejsmicznej w przypadku 6 dni postoju wraz z charakterystyką strzelań profilaktycznych w ścianach modelu i w modelu
- Tab. 7.20. Aktywność i intensywność energii sejsmicznej w przypadku 7 dni postoju wraz z charakterystyką strzelań profilaktycznych w ścianach modelu i w modelu
- Tab. 7.21. Aktywność i intensywność energii sejsmicznej w przypadku 8 dni postoju wraz z charakterystyką strzelań profilaktycznych w ścianach modelu i w modelu

- Tab. 7.22. Aktywność i intensywność energii sejsmicznej w przypadku 9 dni postoju wraz z charakterystyką strzelań profilaktycznych w ścianach modelu i w modelu
- Tab. 7.23. Aktywność i intensywność energii sejsmicznej w przypadku 10 dni postoju wraz z charakterystyką strzelań profilaktycznych w ścianach modelu i w modelu
- Tab. 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
- Tab. 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
- Tab. 7.26. Aktywność i intensywność energii sejsmicznej w przypadku powyżej 62 dni postoju wraz z charakterystyką strzelań profilaktycznych w ścianach modelu i w modelu
- Tab. 7.27. Zestawienie aktywności i intensywności energii sejsmicznej z dni postojowych wraz z charakterystyką strzelań profilaktycznych w modelu
- Tab. 7.28. Zestawienie aktywności i intensywności energii sejsmicznej w ścianach modelu i w modelu z dni postojowych, w tym z nawadniania, parametry nawadniania
- Tab. 7.29. Porównanie aktywności i intensywności energii sejsmicznej w ścianach modelu i w modelu w czasie bez nawadniania i w okresie tłoczenia wody
- Tab. 7.30. Zestawienie aktywności i intensywności energii sejsmicznej ścian modelu i modelu wraz z podaniem charakterystycznych parametrów i wskaźników
- Tab. 7.31. Zestawienie aktywności N , intensywności E oraz średniej wielkości wstrząsu energii sejsmicznej $WIS (E_{\text{śred}})$ w ścianach modelu i modelu z dni roboczych, postojowych bez nawadniania i z nawadnianiem, ze strzelań profilaktycznych bez doby postoju oraz z doby i więcej dni postoju, zużycie MW i ilość wtłoczonej wody
- Tab. 7.32. Skuteczność strzelań profilaktycznych

Spis rysunków

- Rys. 1.1. Schemat rozmieszczenia otworów szczelinujących w rejonie ściany 535a KWK „Katowice”
- Rys. 1.2. Schemat rozmieszczenia otworów do strzelań szczelinujących w ścianach 537a i 538/1a, chodniku technologicznym i pochylni II zachodniej
- Rys. 1.3. Schemat rozmieszczenia otworów do strzelań szczelinujących w ścianie 537a w kolejnych trzech etapach
- Rys. 1.4. Sposób wykonania otworów do strzelań szczelinujących w ścianach 537a i 538/1a, chodniku technologicznym i pochylni II zachodniej
- Rys. 2.1. Początek eksploatacji w badanym modelu „pilotującą” ścianą 535a
- Rys. 2.2. Wyjście eksploatacji „zamykającą” ścianą 537a spod pozostawionych resztek pokładu 504 i 501 – obniżenie aktywności sejsmicznej obszaru
- Rys. 4.1. Przekrój geologiczny pod Osiedlem Paderewskiego
- Rys. 4.2. Przekrój geologiczny pod Os. Paderewskiego przez czwartorzęd i warstwy orzeskie
- Rys. 4.3. Przekrój geologiczny pod Osiedlem Paderewskiego przez warstwy rudzkie
- Rys. 4.4. Przekrój geologiczny pod Osiedlem Paderewskiego przez warstwy siodłowe
- Rys. 4.5. Przekrój geologiczny pod Os. Paderewskiego przez warstwy porębskie i jakłowieckie
- Rys. 4.6. Przekrój geologiczny otworu „Boże Narodzenie” i przez szybk 29
- Rys. 4.7. Pokład 401
- Rys. 4.8. Pokład 402
- Rys. 4.9. Pokład 403
- Rys. 4.10. Pokład 404/5
- Rys. 4.11. Pokład 405
- Rys. 4.12. Pokład 407/1
- Rys. 4.13. Pokład 407/4
- Rys. 4.14. Pokład 408
- Rys. 4.15. Pokład 416
- Rys. 4.16. Pokład 418
- Rys. 4.17. Pokład 501 Iw.
- Rys. 4.18. Pokład 501 IIw.
- Rys. 4.19. Pokład 504
- Rys. 4.20. Tektonika złoża KWK „Katowice-Kleofas” Ruch II („Katowice”)
- Rys. 4.21. Strefa skoordynowanej eksploatacji górniczej pod Śródmieściem Katowic
- Rys. 4.22. Izolinie obniżeń terenu za okres 10.1970-04.1994 r. (strefa Śródmieścia)
- Rys. 4.23. Izolinie obniżeń terenu za okres 10.1970-04.1994 r. (Os. Paderewskiego)
- Rys. 4.24. Sieć linii obserwacyjnych w obszarze i w rejonie analizowanego modelu wg stanu na 08.1994 r.
- Rys. 4.25. Izolinie obniżeń terenu w obszarze i w rejonie analizowanego modelu za okres 10.1988-04.1994 r.
- Rys. 4.26. Odkształcenia N-S w obszarze i w rejonie analizowanego modelu za okres 10.1988-04.1994 r.
- Rys. 4.27. Odkształcenia W-E w obszarze i w rejonie analizowanego modelu za okres 10.1988-04.1994 r.
- Rys. 4.28. Centralna część Osiedla Paderewskiego
- Rys. 4.29. Izolinie nadkładu
- Rys. 4.30. Izolinie obniżeń terenu za okres 04.1994-04.1996 r.
- Rys. 4.31. Izolinie obniżeń terenu za okres 04.1994-05.1997 r.
- Rys. 4.32. Izolinie obniżeń terenu za okres 04.1994-07.1998 r.

- Rys. 4.33. Obniżenia w czasie punktu nr 5278 na Osiedlu im. Paderewskiego
- Rys. 4.34. Dane z pracy wykonanej w styczniu 1995 r. przez Zespół pod kierunkiem prof. B. Drzeźli i prof. J. Kwiatka
- Rys. 4.35. Izolinie obniżeń terenu za okres 10.1998-04.1999 r.
- Rys. 4.36. Izolinie obniżeń terenu za okres 04.1994-04.1999 r.
- Rys. 5.1. Rozmieszczenie stanowisk sejsmometrycznych i stanowisk pomiarowych przyspieszeń drgań gruntu
- Rys. 5.2. Schemat blokowy stacjonarnych dołowych i powierzchniowych systemów obserwacji Stacji Geofizyki Górniczej
- Rys. 5.3. Schemat blokowy doraźnych dołowych systemów pomiarowych
- Rys. 5.4. Schemat zbierania, przetwarzania i przekazywania informacji przez Stację Geofizyki Górniczej
- Rys. 5.5. Zarejestrowane wstrząsy o $E \geq 1 \cdot 10^5$ J w okresie 1994-1998 (31.07.1998) w analizowanym modelu
- Rys. 5.6. Zagrożenia metanowe w pokładzie 510
- Rys. 6.1. Analizowane charakterystyczne zdarzenia
- Rys. 6.2. Tapnięcie w rejonie pochylni I-wsch. z dn. 19.05.1993 r.
- Rys. 6.3. Tapnięcie w rejonie szybika 29 z dn. 19.02.1983 r.
- Rys. 6.4. Tapnięcie w rejonie ściany 538/1 z dn. 15.08.1995 r.
- Rys. 6.5. Schematyczny (prawdopodobny) kierunek emisji i oddziaływania części fali sejsmicznej wstrząsu – ściana 538/1
- Rys. 6.6. Wstrząs w rejonie ściany 536a z dn. 25.02.1996 r.
- Rys. 6.7. Schematyczny (prawdopodobny) kierunek emisji i oddziaływania części fali sejsmicznej wstrząsu – ściana 536a
- Rys. 6.8. Tapnięcie w rejonie ściany 537a z dn. 23.08.1997 r.
- Rys. 6.9. Schematyczny (prawdopodobny) kierunek emisji i oddziaływania części fali sejsmicznej wstrząsu – ściana 537a
- Rys. 6.10. Tapnięcie w rejonie ściany 536a z dn. 26.05.1998 r.
- Rys. 6.11. Procentowy udział charakterystycznych danych w przedziale czasowym J
- Rys. 6.12. Stan frontu na dzień 31.07.1998 r.
- Rys. 7.1. Obudowa zmechanizowana stosowana w ścianie 535a
- Rys. 7.2. Zestawienie ścianodni roboczych i postojowych dla modelu i ścian modelu
- Rys. 7.3. Aktywność sejsmiczna N z dni obłożonych, z dni postojowych i ze strzelań profilaktycznych w modelu i w ścianach modelu
- Rys. 7.4. Emisja energii sejsmicznej E z dni obłożonych, z dni postojowych i ze strzelań profilaktycznych w modelu i w ścianach modelu
- Rys. 7.5. Suma postojów dla ścian modelu w przypadku doby i więcej dni postoju
- Rys. 7.6. Aktywność N w dniach postojowych i ze strzelań profilaktycznych z doby i więcej dni postoju
- Rys. 7.7. Energia sejsmiczna E wyemitowana w dniach postojowych i ze strzelań profilaktycznych z doby i więcej dni postoju
- Rys. 7.8. Wskaźnik intensywności energii sejsmicznej $WIS = E_{\text{śred}}$ w dniach postojowych i strzelań profilaktycznych z doby i więcej dni postoju
- Rys. 7.9. Wskaźnik energii sejsmicznej - średnia wielkość energii sejsmicznej wyemitowana na dobę w dniach postojowych i ze strzelań profilaktycznych z doby i więcej dni postoju
- Rys. 7.10. Wskaźnik aktywności sejsmicznej – średnia ilość wstrząsów na dobę w dniach postojowych i ze strzelań profilaktycznych z doby i więcej dni postoju
- Rys. 7.11. Zużycie MW do strzelań profilaktycznych w przypadku doby i więcej dni postoju
- Rys. 7.12. Suma postojów jednodobowych i więcej oraz ich procentowy udział w sumie postojów modelu
- Rys. 7.13. Aktywność sejsmiczna N w dniach postojowych i ze strzelań profilaktycznych z doby i więcej dni postoju

- Rys. 7.14. Wielkość wyemitowanej energii sejsmicznej E w dniach postojowych i ze strzelań profilaktycznych z doby i więcej dni postoju
- Rys. 7.15. Wskaźnik intensywności energii sejsmicznej - średnia wielkość wstrząsu energii sejsmicznej $WIS (E_{\text{śred}})$ w dniach postojowych i ze strzelań profilaktycznych z doby i więcej dni postoju
- Rys. 7.16. Wskaźnik energii sejsmicznej - średnia wielkość energii sejsmicznej wyemitowana na dobę w dniach postojowych i ze strzelań profilaktycznych z doby i więcej dni postoju
- Rys. 7.17. Wskaźnik aktywności sejsmicznej - średnia ilość wstrząsów na dobę w dniach postojowych i ze strzelań profilaktycznych z doby i więcej dni postoju
- Rys. 7.18. Zużycie MW do strzelań profilaktycznych w przypadku doby i więcej dni postoju
- Rys. 7.19. Dane charakterystyczne nawadniania ścian modelu
- Rys. 7.20. Czas eksploatacji ścian w okresie analizy: 01.08.94-31.07.98
- 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. Wydobycie ze ścian modelu w okresie analizy
- Rys. 7.25. Zużycie MW w ścianach modelu w okresie analizy
- Rys. 7.26. Ilości wtłoczonej wody w caliznę ścian modelu w okresie analizy
- Rys. 7.27. WAS_1 - wskaźnik aktywności sejsmicznej - średnia ilość wstrząsów na 1000 m³ wydobywania w ścianach modelu w okresie analizy
- Rys. 7.28. WAS_2 - wskaźnik aktywności sejsmicznej - średnia ilość wstrząsów na 1000 m² odsłoniętego stropu w ścianach modelu w okresie analizy
- Rys. 7.29. WAS_3 - wskaźnik aktywności sejsmicznej - średnia ilość 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. WES_1 - wskaźnik energii sejsmicznej - średnia wielkość energii sejsmicznej wyemitowana na m³ wydobywania w ścianach modelu w okresie analizy
- Rys. 7.32. WES_2 - wskaźnik energii sejsmicznej - średnia wielkość energii sejsmicznej wyemitowana na m² odsłoniętego stropu w ścianach modelu w okresie analizy
- Rys. 7.33. WES_3 - 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 MW 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. Wydobycie w czasie 1.08.94-31.07.98 z I warstwy pokładu 510 pod centralną częścią Osiedla Paderewskiego i sumarycznie w latach 1994-98 KWK „Katowice-Kleofas” Ruch-II („Katowice”)
- Rys. 7.37. Rzeczywiste i procentowe kształtowanie się aktywności sejsmicznej N w dniach roboczych i postojowych 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 postojowych z uwzględnieniem prowadzonej profilaktyki aktywnej w poszczególnych ścianach modelu
- Rys. 7.39. Rzeczywiste kształtowanie się wskaźnika intensywności energii sejsmicznej $WIS (E_{\text{śred}})$ w dniach roboczych i postojowych z uwzględnieniem prowadzonej profilaktyki aktywnej w poszczególnych ścianach modelu
- Rys. 7.40. Rzeczywiste i procentowe kształtowanie się aktywności sejsmicznej N w dniach roboczych i postojowych z uwzględnieniem prowadzonej profilaktyki aktywnej w modelu

- Rys. 7.41. Rzeczywiste i procentowe kształtowanie się wyemitowanej energii sejsmicznej E w dniach roboczych i postojowych 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 postojowych z uwzględnieniem prowadzonej profilaktyki aktywnej w modelu
- Rys. 7.43. Rzeczywiste i procentowe zużycie MW do strzelań profilaktycznych całkowitych z rozdziałem na zużycie bez doby postojowej oraz dobę i więcej dni postojowych w stosunku do wydobycia z danej ściany
- Rys. 7.44. Procentowe i rzeczywiste zużycie MW do strzelań profilaktycznych całkowitych i wtłoczonej wody w stosunku do wydobycia z danej ściany

